

ÉVALUATION COMPARATIVE DES CYCLES DE VIE D'EMBALLAGES BLISTERS ET ALTERNATIVES

RAPPORT Version Finale du 20/06/2025



COMMISSAIRE DE L'ÉTUDE ACV :

Chloé SABATHIER – Responsable R&D Emballages
chloe.sabathier@citeo.com

Marie LEMOINE – Ingénieur éco-conception
marie.lemoine@citeo.com

CONTACTS EVEA :

Mathieu SOUHIL – Chef de projet ACV et Eco-conception
m.souhil@evea-conseil.com

Robin SALES – Consultant Confirmé ACV et Eco-conception
r.sales@evea-conseil.com

Axel MARQUES – Stagiaire Consultant ACV et Eco-conception
a.marques@evea-conseil.com

*ACV conformément aux normes internationales ISO 14040, ISO 14044 et ISO 14071
Document finalisé et approuvé par le panel de revue critique le 20/06/2025

1



2 TABLE DES MATIÈRES

3	GUIDE DE LECTURE	7
4	1 INTRODUCTION	9
5	1.1 ASPECTS GÉNÉRAUX.....	9
6	1.1.1 LES RAISONS DE LA RÉALISATION DE L'ÉTUDE	13
7	1.1.2 L'APPLICATION ET LE PUBLIC VISÉS	14
8	2 CHAMP D'APPLICATION DE L'ÉTUDE.....	15
9	2.1 SYSTÈMES DE PRODUITS À ÉTUDIER.....	15
10	2.2 LES FONCTIONS DES SYSTÈMES DE PRODUITS ET DE L'UNITÉ FONCTIONNELLE	16
11	2.2.1 LES UNITÉS FONCTIONNELLES – PRINCIPALE ET SECONDAIRES	16
12	2.3 MÉTHODOLOGIE UTILISÉE.....	20
13	2.4 LES LIMITES DU SYSTÈME	21
14	2.4.1 DÉLIMITATION DES FRONTIÈRES DU SYSTÈME	21
15	2.4.2 CRITÈRES D'EXCLUSION	23
16	2.5 PROCÉDURES D'ATTRIBUTION	26
17	2.6 CATÉGORIES D'IMPACT ET MÉTHODOLOGIE CONNEXE RETENUE	28
18	2.6.1 ENSEMBLE DE CATÉGORIES D'IMPACT	28
19	2.6.2 CARBONE BIOGENIQUE ET METHANE BIOGENIQUE POUR LE CARTON ET PAPIER.....	31
20	2.6.3 REGROUPEMENTS DES CATEGORIES D'IMPACTS	31
21	2.7 LIMITATIONS DE L'ETUDE	33
22	2.8 EXIGENCES EN MATIÈRE DE DONNÉES ET DE QUALITÉ DES DONNÉES	36
23	2.8.1 EXIGENCES EN MATIERE DE DONNEES.....	36
24	2.8.2 EXIGENCES EN MATIERE DE QUALITE DES DONNEES	36
25	2.9 ANALYSE DE SENSIBILITÉ.....	42
26	2.10 TYPE DE REVUE CRITIQUE	42
27	3 INVENTAIRE DU CYCLE DE VIE	44
28	3.1 – COMPOSANTS ET MATERIAUX DES EMBALLAGES PRIMAIRES PAR SYSTEME D'EMBALLAGE	44
29	3.1.1 HYPOTHESES GENERIQUES	44
30	3.1.2 HYPOTHESES SPECIFIQUES	47
31	3.1.3 DONNEES DE PREMIER PLAN POUR LES EMBALLAGES PRIMAIRES	47
32	3.1.4 DONNEES D'ARRIERE-PLAN POUR LES EMBALLAGES PRIMAIRES	51
33	3.1.5 MASSES DES SYSTEMES D'EMBALLAGES (PRIMAIRE + EIC).....	52
34	3.2 – COMPOSANTS ET MATERIAUX DES EMBALLAGES INDUSTRIELS ET COMMERCIAUX (EIC) PAR	
35	EMBALLAGE	55
36	3.2.1 HYPOTHESES GENERIQUES	55
37	3.2.2 TABLEAU RECAPITULATIF DES EIC	55

38	3.3	MATERIAUX, PROCEDES DE FABRICATION ET FINITIONS SPECIFIQUES	58
39	3.4	TRANSPORT AMONT DES MATIERES PREMIERES VERS LES USINES DE FABRICATION ET/OU DE	
40		CONDITIONNEMENT DES EMBALLAGES	58
41	3.5	TRANSPORT AVAL DES EMBALLAGES DES USINES DE PRODUCTION VERS LES USINES DE	
42		CONDITIONNEMENT	59
43	3.6	TRANSPORT AVAL DES EMBALLAGES DES USINES DE CONDITIONNEMENT VERS LES LIEUX DE VENTE	
44		59	
45	3.7	FIN DE VIE	59
46	3.7.1	SCÉNARIO DE FIN DE VIE	61
47	3.7.2	APERÇU DE LA FIN DE VIE	62
48	3.7.3	FIN DE VIE EN FRANCE : RECYCLAGE	63
49	3.7.4	FIN DE VIE EN FRANCE : VALORISATION ÉNERGÉTIQUE	64
50	3.7.5	FIN DE VIE EN FRANCE: ENFOUISSEMENT	66
51	3.7.6	FIN DE VIE DES CHUTES DE PRODUCTION	66
52	4	ÉVALUATION DE L'IMPACT DU CYCLE DE VIE ET INTERPRÉTATIONS	68
53	4.1	CATÉGORIES D'IMPACTS SÉLECTIONNÉES	69
54	4.2	ÉVALUATION COMPARATIVE	71
55	4.2.1	COMPARAISON SUR LA BASE DE L'UNITE FONCTIONNELLE PRINCIPALE, SUR LE CYCLE DE VIE	
56		COMPLET ET PAR ETAPES DU CYCLE DE VIE	71
57	4.2.2	COMPARAISON SUR LA BASE DES FONCTIONS SECONDAIRES, SUR LE CYCLE DE VIE COMPLET	
58		85	
59	4.2.3	COMPARAISON SUR LA BASE DE L'UNITE FONCTIONNELLE PRINCIPALE, FOCALISATION SUR	
60		L'EMBALLAGE PRIMAIRE UNIQUEMENT	86
61	4.2.4	COMPARAISON SUR LA BASE DE L'UNITÉ FONCTIONNELLE PRINCIPALE, FOCALISATION SUR LE	
62		VOLUME EMBALLÉ	97
63	4.3	ANALYSES DE SENSIBILITE	98
64	4.3.1	AS N°1 : VARIATION DU TAUX DE MATIERE RECYCLEE ET INCORPOREE POUR CERTAINS	
65		MATERIAUX	98
66	4.3.2	AS N°2 : PROVENANCE ASIATIQUE DES EMBALLAGES PRIMAIRES	101
67	4.3.3	AS N°3 : VARIATION DU VOLUME EMBALLE POUR LES BLISTERS PET/CARTON	103
68	4.3.4	AS N°4 : COSIDERATION DU BAC PRESENT EN RAYON POUR LA VENTE DE VRAC SANS DISPLAY	
69		105	
70	4.3.5	AUTRES PERSPECTIVES D'AS	107
71	5	CONCLUSIONS	108
72	5.1	CONCLUSIONS GÉNÉRALES SUR LES RÉSULTATS ET LES INTERPRETATIONS	108
73	5.2	CONTRIBUTION DES ÉTAPES DU CYCLE DE VIE ET DES COMPOSANTS DU PRODUIT	109
74	5.3	PRINCIPALES LIMITES DE L'ETUDE	110
75	5.4	RECOMMANDATIONS D'ECOCONCEPTION (LISTE NON EXHAUSTIVE)	111

76	6	AVIS DE REVUE CRITIQUE	112
77	7	ANNEXES	112
78	7.1	REVIEW CRITIQUE RAPPORT FINAL.....	112
79	7.2	COMPLEMENTS A L'INVENTAIRE DU CYCLE DE VIE : MATÉRIAUX, PROCÉDÉS DE FABRICATION ET	
80		FINITIONS SPÉCIFIQUES	120
81	7.2.1	POLYETHYLENE TEREPHTHALATE AMORPHE AVEC UN CONTENU EN RECYCLE	120
82	7.2.2	CARTON ONDULE AVEC UN % DE CONTENU RECYCLE {RER}.....	121
83	7.2.3	CARTON PLAT AVEC UN CONTENU EN RECYCLE	125
84	7.2.4	CELLULOSE MOULEE VIERGE ET AVEC UN CONTENU EN RECYCLE.....	126
85	7.2.5	POLYETHYLENE BASSE DENSITE AVEC CONTENU EN RECYCLE	127
86	7.2.6	PAPIER AVEC UN CONTENU EN RECYCLE	127
87	7.2.7	POLYPROPYLENE AVEC UN CONTENU EN RECYCLE.....	128
88	7.2.8	FLOWPACKAGE.....	129
89	7.2.9	LAMINATION	129
90	7.2.10	IMPRESSION OFFSET.....	129
91	7.2.11	IMPRESSION EN FLOXOGRAPHIE	130
92	7.2.12	ELECTRICITY, MEDIUM VOLTAGE {FR} MARKET FOR ELECTRICITY, MEDIUM VOLTAGE - SCÉNARIO	
93		2030 – EVEA.....	130
94	7.3	AUTRES GRAPHIQUES	131
95	7.4	TABLEAUX DE RESULTATS	132
96	8	BIBLIOGRAPHIE.....	146
97			

98 LISTE DES FIGURES

99	Figure 1 Schéma simplifié du cycle de vie (EVEA, 2025)	21
100	Figure 2 Cycle de vie détaillé des différents emballages	23
101	Figure 3 Schéma illustrant la méthode de mesure des chutes de cartons	35
102	Figure 4 Masses des emballages pour 1 UVC (en g)	53
103	Figure 5 Masse des emballages pour 1 cm ³ emballé (en g)	54
104	Figure 6 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur changement climatique (UF = 1cm ³ emballé).....	73
105	Figure 7 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur utilisation des ressources fossiles (UF = 1cm ³ emballé)	75
106	Figure 8 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur eutrophisation en eaux douces (UF = 1cm ³ emballé)	77
107	Figure 9 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur épuisement des ressources, minéraux et métaux (UF = 1cm ³ emballé)	79
108	Figure 10 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur utilisation des sols (UF = 1cm ³ emballé)	80
109	Figure 11 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur utilisation des ressources en eau (UF = 1cm ³ emballé)	82
110	Figure 12 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur score unique (UF = 1cm ³ emballé)	84
111	Figure 13 Comparaison des systèmes d'emballages, focalisation sur l'emballage primaire uniquement, selon l'indicateur changement climatique (UF = 1cm ³ emballé).....	87
112	Figure 14 Comparaison des systèmes d'emballages, focalisation sur l'emballage primaire uniquement, selon l'indicateur utilisation des ressources énergétiques (UF = 1cm ³ emballé)	89
113	Figure 15 Comparaison des systèmes d'emballages, focalisation sur l'emballage primaire uniquement, selon l'indicateur eutrophisation en eaux douces (UF = 1cm ³ emballé)	91
114	Figure 16 Comparaison des systèmes d'emballages, focalisation sur l'emballage primaire uniquement, selon l'indicateur épuisement des ressources, minéraux et métaux (UF = 1cm ³ emballé).....	92
115	Figure 17 Comparaison des systèmes d'emballages, focalisation sur l'emballage primaire uniquement, selon l'indicateur utilisation des ressources en eau (UF = 1cm ³ emballé).....	94
116	Figure 18 Comparaison des systèmes d'emballages, focalisation sur l'emballage primaire uniquement, selon l'indicateur score unique (UF = 1cm ³ emballé)	96
117	Figure 19 Comparaison des systèmes d'emballages, focalisation sur le volume emballé, selon l'indicateur changement climatique (UF = 1cm ³ emballé)	97
118	Figure 20 Impact sur l'indicateur changement climatique des différents emballages avec un taux de matière recyclée incorporée à 0% VS à 50% (UF = 1cm ³ emballé).....	100
119	Figure 21 Impact selon le changement climatique des différents emballages avec des matériaux primaires provenant d'Europe VS Asie (UF = 1cm ³ emballé)	102
120	Figure 22 Schéma méthodologie mesure de la section trapézoïdale pour l'AS3	103
121	Figure 23 Graphique présentant les résultats de l'AS N°3 (UF = 1cm ³ emballé).....	104
122		
123		
124		
125		
126		
127		
128		
129		
130		
131		
132		
133		
134		
135		
136		
137		

138 LISTES DES TABLEAUX

139	Tableau 1 Caractéristiques générales des différentes typologies d'emballages étudiées	12
140	Tableau 2 Analyse des fonctions secondaire par typologie d'emballage	19
141	Tableau 3 Critères d'exclusion à l'intérieur des frontières du système	26
142	Tableau 4 Liste des indicateurs de catégorie d'impact sélectionnés pour l'évaluation	30
143	Tableau 5 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	33
144	Tableau 6 Description de l'évaluation de la qualité des données	39
146	Tableau 7 Description des niveaux de fiabilité des hypothèses/arbitrages pour l'ICV	40
147	Tableau 8 Tableau synthétique des données de premier plan sur les emballages primaires	49
148	Tableau 9 Légende concernant la source d'information associé au Tableau 8	51
149	Tableau 10 Données d'arrière-plan utilisées dans la modélisation pour les matières premières, procédé de fabrication et finitions	52
150	Tableau 11 Tableau récapitulatif des informations relatives aux EIC	57
151	Tableau 12 Donnée de transport, entre usine de conditionnement et lieux de vente	59
152	Tableau 13 Composants des emballages primaires considérés comme recyclables en 2030	61
153	Tableau 14 Légende des abréviations utilisées dans la colonne « Justification » du Tableau 13	61
154	Tableau 15 Données sur la fin de vie par typologie de matériaux, en France, en 2030 (source CITEO).	62
155	Tableau 16 Données CFF pour la fraction de matériaux à contenu de matière recyclée	63
156	Tableau 17 Inventaire des processus de recyclage pour les emballages primaires, secondaires et tertiaires	63
157	Tableau 18 Inventaire des matières vierge évités par le recyclage des emballages primaires, secondaires et tertiaires	64
158	Tableau 19 Inventaires de récupération d'énergie	64
159	Tableau 20 Données de production d'énergie nette utilisées pour la récupération d'énergie par région	65
160	Tableau 21 Inventaire des processus de valorisation énergétique en France	66
161	Tableau 22 Inventaire des processus d'enfouissement en France	66
162	Tableau 23 Contribution de chaque indicateur d'impact au score unique de chaque système d'emballage	70
163	Tableau 24 Classification des catégories d'emballages en fonction de leur capacité à satisfaire les fonctions secondaires	86
164	Tableau 25 Volume emballé VS volume théorique maximal pour les blisters PET/carton	104
165	Tableau 26 : Impacts sur les 6 indicateurs pour l'emballage 9.1 avec et sans caisse destinée à la mise en rayon	106
166	Tableau 27 ICV pour Polyethylene terephthalate amorphous recycled X% {RER} market EVEA CFF - v3.10 – 1 kg	121
167	Tableau 28 Inventaire des données pour la boîte en carton ondulé {RER} Production de recyclage Cut-Off, U	122
168	Tableau 29 Inventaire des données pour la boîte en carton ondulé {RER} Production vierge Cut-Off, U	124
169	Tableau 30 ICV pour Corrugated cardboard recycled R1= [X]% EVEA CFF – 1 kg	125
170	Tableau 31 ICV pour Flat cardboard recycled X% {RER} market EVEA CFF - v3.10 – 1 kg	125
171	Tableau 32 ICV pour Cellulose R1=X% EVEA – 1 kg	126
172	Tableau 33 ICV pour Polyethylene low density recycled X% {RER} market EVEA CFF - v3.10 – 1 kg	127
173	Tableau 34 ICV pour Kraft paper recycled X% RER} market EVEA CFF - v3.10 – 1 kg	128
174	Tableau 35 ICV pour Polypropylene recycled X% {RER} market EVEA CFF - v3.10 – 1 kg	129
175	Tableau 36 ICV pour Flowpackage {RER} EVEA – 6000 pièces	129
176	Tableau 37 ICV pour Lamination {RER} (sans binder) EVEA – 1 m ²	129
177	Tableau 38 Impression en flexographie {GLO} (source ecoemballages) – 1m ²	130
178	Tableau 39 ICV pour Electricity, high voltage {FR} market for cut off, U – 1 KWH	131
179	Tableau 40 Contribution au score unique en absolue, de chaque système d'emballage, sur chaque indicateur pour 1 cm ³ emballé .	132
180	Tableau 41 Impact de chaque système d'emballage sur chaque indicateur pour 1 cm ³ emballé	133
181	Tableau 42 Impact de chaque système d'emballage sur chaque indicateur pour 1 cm ³ emballé, avec le code couleur : du rouge le plus impactant au vert le moins impactant	135
183	Tableau 43 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur changement climatique (g CO ₂ eq.)	136
184		136
185	Tableau 44 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur utilisation des ressources énergétiques (MJ)	137
186		137
187	Tableau 45 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur eutrophisation en eau douce (kg P eq.)	138
188		138

189	Tableau 46 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur épuisement des ressources, minéraux et métaux (kg Sb eq.).....	139
191	Tableau 47 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur utilisation des sols (Pt)	140
192	Tableau 48 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur utilisation des ressources en eau (m ³ depriv.)	141
194	Tableau 49 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur score unique (nPt)	142
195	Tableau 50 Résultats bruts AS1 (tableau 1/2).....	143
196	Tableau 51 Résultats bruts AS1 (tableau 2/2).....	144
197	Tableau 52 Résultats bruts AS2 (tableau 1/2).....	144
198	Tableau 53 Résultats bruts AS2 (tableau 2/2).....	145
199	Tableau 54 Résultats bruts AS3 (tableau 1/2).....	145
200	Tableau 55 Résultats bruts AS3 (tableau 2/2).....	145
201		
202		

203 GUIDE DE LECTURE

204 LECTURE :

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

206

207 ABREVIATIONS :

AAP	Appel à Projet
ACV	Analyse du cycle de vie
AS	Analyse de Sensibilité
CFF	Circular Footprint Formula
COVNM	Composés organiques volatils non méthaniques
CTUh	Unité toxique comparative pour l'homme
EF	Empreinte environnementale (Environmental Footprint)
EIC	Emballages Industriels et Commerciaux (emballages secondaires et tertiaires)
EICV	Evaluation des impacts du cycle de vie
FDV	Fin de vie
FS	Fonction secondaire
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
ICV	Inventaire du Cycle de Vie
ILCD	Système international de référence pour les données du cycle de vie
JRC	Joint Research Centre
LHV	Pouvoir calorifique inférieur
OMM	Organisation météorologique mondiale
PEBD	Polyéthylène basse densité
PEHD	Polyéthylène haute densité
PEF	Empreinte environnementale du produit
PEFCR	Empreinte environnementale du produit ; Règles de la catégorie
PET	Polytéréphtalate d'éthylène
PP	Polypropylène
PPWR	Packaging and Packaging Waste Regulation
PU	Polyuréthane
REP	Responsabilité Elargie du Producteur

UF	Unité fonctionnelle
UVC	Unité de Vente Consommateur

208

210 1.1 ASPECTS GÉNÉRAUX

211 **CITEO** est une entreprise privée à but non lucratif, spécialisée dans le recyclage des emballages
 212 ménagers et des papiers graphiques, selon le concept de « Responsabilité élargie du producteur »
 213 (REP). Cela permet aux entreprises du secteur de déléguer cette obligation à éco-organisme agréé
 214 par l'État, en l'occurrence CITEO. L'activité de CITEO est donc réglementée par un agrément d'État.
 215 Sa mission principale est de réduire l'impact environnemental potentiel associé aux emballages en
 216 proposant des solutions de recyclage, de tri et de réemploi, aux acteurs concernés ; en les
 217 accompagnant dans leur démarche d'éco-conception.

218
 219 Pour anticiper les prochaines échéances de PPWR (Packaging and Packaging Waste Regulation)
 220 visant non seulement à améliorer la recyclabilité des emballages, mais aussi à proscrire les emballages
 221 non recyclables d'ici 2030, CITEO souhaite identifier les alternatives à **l'emballage blister**
 222 **PET/carton**. En effet, cet emballage très largement utilisé pour les articles de papeterie, de brosses à
 223 dents, ou encore de bricolage, ne sera probablement pas recyclable en 2030 (selon les critères de
 224 PPWR). Aujourd'hui, des incertitudes persistent autour de la définition des emballages qui seront
 225 considérés comme recyclables. Cette définition sera donnée définitivement d'ici 2028, néanmoins d'ici
 226 là, il est possible d'identifier les alternatives les plus pertinentes qui pourraient substituer les blisters
 227 carton/PET. C'est pourquoi, il est essentiel d'étudier et de **comparer la performance**
 228 **environnementale des alternatives pouvant substituer ces blisters**. Ces dernières se doivent donc
 229 d'être recyclable et engendrer des impacts environnementaux inférieurs à l'emballage blister de
 230 référence.

231
 232 **CITEO a mandaté EVEA** afin de réaliser une analyse de cycle de vie (ACV) comparative, soumis à
 233 revue critique, entre le blister PET/carton et ses potentielles alternatives déjà existantes sur le marché
 234 ou en développement. Un des objectifs de ce projet est de mettre en avant les impacts
 235 environnementaux des différentes solutions auprès des clients de CITEO et in fine, des
 236 consommateurs.

237
 238 Les objectifs de cette ACV sont :

- 239 1) *Quantifier les impacts environnementaux liés à l'emballage blister PET/carton et aux*
 240 *alternatives étudiées, en tenant compte des étapes du cycles de vie complet de chaque*
 241 *système étudié ; via une analyse globale par catégories d'emballage (aussi appelée analyse*
 242 *hélicoptère), et non pas emballage par emballage sans distinctions des catégories.*
- 243 2) *Comparer ces impacts afin d'identifier la ou les solutions présentant une performance*
 244 *environnementale accrue et une recyclabilité conforme à la législation s'appliquant (ou pouvant*
 245 *s'appliquer) d'ici 2030. Cette comparaison tient compte de la fonction principale d'un emballage*
 246 *de ce type mais les interprétations et les conclusions tiennent aussi compte des nuances*
 247 *apportées par les fonctions secondaires en lien avec les enjeux du secteur. Ces fonctions*
 248 *secondaires seront développées dans la suite du rapport, cependant la présentation des*
 249 *résultats (pas de graphes et interprétations détaillées sur cette section) permet de donner tous*
 250 *les éléments pour que le lecteur puisse réaliser les comparaisons dans un cas concret qui lui*
 251 *est propre.*
- 252 3) *Les résultats, interprétations et conclusions issus de cette étude peuvent être communiqués*
 253 *au grand public par CITEO, selon 2 audiences ciblées détaillées dans la Section 1.2.2.*

254

255 CITEO est activement impliqué pour faire évoluer les metteurs en marché vers une réduction des
256 impacts des emballages sur divers enjeux tels que le changement climatique et la consommation des
257 ressources, entre autres.

258

259 Les blisters PET/carton et les alternatives qui sont analysés dans cette étude sont donc différents types
260 d'emballages avec des compositions variables, utilisées pour contenir et protéger des petits ou moyens
261 articles vendus en grande surface tels que des articles principalement non alimentaires de papeterie,
262 des produits d'hygiène buccodentaires, des articles de quincaillerie, etc....

263

264 Cette étude ACV est réalisée par anticipation de **l'interdiction de la mise en marché des emballages**
265 **considéré comme non recyclable d'ici 2030 par la PPWR**. En effet, l'une des obligations notables
266 que la PPWR va apporter est l'obligation d'utiliser des emballages conçus pour être recyclable mais
267 aussi d'augmenter le seuil minimal de matière à récupérer au recyclage à 70%. Les blisters PET/carton
268 risquent de ne pas atteindre ces seuils minimums et risquent donc d'être interdits de mise en marché
269 en 2030

270

271 CITEO souhaite donc évaluer l'impact environnemental potentiel des alternatives, puis lancer un appel
272 à projet qui se basera, en partie, sur les résultats de l'ACV. Cet appel à projets aura pour but
273 d'accompagner les metteurs en marché de produits ; qui sont les clients directs de CITEO, utilisant
274 des blister PET/carton ; à reconcevoir leurs emballages blisters ou à utiliser les emballages alternatifs
275 présentés ici, tout en prenant en compte des évolutions de la PPWR. **Cependant, à date de T2 2025,**
276 **la méthodologie permettant de définir un niveau de recyclabilité selon la PPWR n'est à ce jour**
277 **pas connue. Elle ne le sera qu'en 2028.**

278

279 L'un des enjeux clés dans cette étude est notamment le volume emballé, puisque c'est sur ce
280 paramètre que l'unité fonctionnelle se base et pilote les résultats. L'UF est plus largement détaillée
281 dans la Section 2.2.1.

282

283 Dans cette étude, certains emballages étudiés sont déjà sur le marché et d'autres ne sont qu'au stade
284 de prototype : 2.2, 3.4, 6.1, 8.2 (voir Tableau 3). Néanmoins, il ne s'agit pas de prototypes au stade de
285 R&D mais bien d'emballages développés et prêts à la mise en vente. Sur ces derniers, il manque
286 seulement les éléments graphiques de finitions qui ont été tout de même modélisés.

287

288 Par conséquent, CITEO souhaite donc comparer le blister PET/carton à 9 typologies d'emballages
289 alternatifs, dont les caractéristiques générales sont présentées dans le Tableau 1 ci-dessous. Par
290 ailleurs, plusieurs emballages sont étudiés par typologie (ou bien par « famille », ou « catégorie »),
291 lorsque cela est possible, afin de dégager des tendances par famille d'emballage et non par rapport à
292 un échantillon en particulier. Dans la première colonne, N représente un nombre entier naturel et
293 permet de repérer chaque échantillon par un nombre. Par exemple pour la première famille, il existe 5
294 échantillons, tous numérotés de 1 à 5 afin de pouvoir les identifier clairement. L'avant dernière colonne
295 renseigne sur l'aptitude théorique au recyclage des emballages proposés.

296

Nomenclature	Type d'emballage (famille)	Détails composition	Masse (g)	Volume emballé (cm3)	Aptitude au recyclage de l'emballage en 2030	Illustration emballage (non contractuel)
1.N $N \in \llbracket 1; 5 \rrbracket$	Blister PET/carton	Coque en PET Fond en carton plat	17 à 102	25,1 à 352,0	Non (hormis quelques exceptions)	
2.N $N \in \llbracket 1; 6 \rrbracket$	Blister inversé	Coque et fond carton plat	18 à 89	56,0 à 436,6	Oui	
3.N $N \in \llbracket 1; 5 \rrbracket$	Etui Carton	Carton plat replié	25 à 129	85,4 à 902,7	Oui	
4.1	Carton + lien	Fond en carton plat Lien en nylon (collier de serrage)	49	105,5	Oui	
5.1	Cellulose moulée	Coque cellulose Opércule en PET	45	146,5	Oui	

Nomenclature	Type d'emballage (famille)	Détails composition	Masse (g)	Volume emballé (cm3)	Aptitude au recyclage de l'emballage en 2030	Illustration emballage (non contractuel)
6.1	Flowpack souple papier opaque¹	Papier Filme HDPE Colle PU	19	149,0	Oui	
7.1	Flowpack souple papier transparent²	Papier Film PP Colle PU	19	126,0	Oui	
8.N $N \in \llbracket 1; 4 \rrbracket$	Flowpack souple PP	Film PP Colle PU	18 à 71	85,4 à 700,0	Oui	
9.N $N \in \llbracket 1; 2 \rrbracket$	Vrac sans display	Boîte en carton plat pour le transport,	41 et 114	500,0 et 1120,0	Oui	
10.1	Vrac avec display	Boîte en carton plat pour le transport, puis présentoir	144	1365,0	Oui	

Tableau 1 Caractéristiques générales des différentes typologies d'emballages étudiées

NB : les photos ne sont que des illustrations et ne sont pas les produits réellement utilisés dans l'étude.

Aucune solution de réemploi n'est étudiée dans cette ACV, uniquement des emballages à usage unique. La raison principale de cette exclusion réside dans le fait que cette étude porte sur l'évaluation des impacts environnementaux des solutions pouvant remplacer le blister carton/PET avec des emballages en grande majorité déjà présents sur le marché. Les solutions de réemploi pour le type de produits emballés (produit bricolage, papeterie, etc.) ne sont pas encore utilisées par les metteurs en marché ce qui explique en partie leur absence au sein de cette étude. De plus, le réemploi paraît peu

¹ L'emballage 6.1 contient 80% de papier et 20% de plastique ce qui respecte le taux minimal imposé par la PPWR de 70% de papier pour ce type d'emballage.

² Il en est de même pour l'emballage 7.1 qui contient 75% de papier et 25% de plastique.

305 pertinent pour ce type de produit. En effet, la fréquence d'achat de ce type de produits est plus faible
306 que pour des produits alimentaires. Les consommateurs auraient donc moins tendance à ramener ces
307 systèmes d'emballages réemployables. *EVEA se positionne comme un acteur très proactif pour*
308 *accompagner les nouveaux systèmes d'emballages réemployables, et peut proposer des ACV*
309 *poussées sur ces systèmes de réemploi ainsi que la mise à disposition d'outil d'ACV et d'éco-*
310 *conception spécialisés sur ces nouveaux enjeux.*

311
312 Par conséquent, l'objectif de cette étude est de mesurer la performance environnementale de ces
313 emballages face au scénario de référence : blister PET/carton, afin d'identifier les impacts
314 environnementaux de chaque typologie/famille d'emballage, de permettre la communication des
315 résultats de l'ACV en vue des différents fonctions et particularité des emballages pour éclairer les choix
316 des metteurs sur le marché, ainsi que des recommandations sur les meilleures pistes d'éco-conception
317 selon les différentes familles.

318
319 Par ailleurs, il existe une alternative au blister PET/carton, qui est un emballage vendu comme « Blister
320 tout PET ». Lors de la phase de mapping des solutions alternatives et de récolte de données, cette
321 solution n'a pas été plébiscitée par les metteurs en marché/industriels et nous n'avons donc pas pu
322 récolter de données sur ce type d'emballage. De plus, il est à noter que les emballages « Double coque
323 en plastique » sont généralement fabriqués à partir de PVC ou PETg (souvent mélangé à du PET) ;
324 deux matières plastique qui aujourd'hui, en Europe, n'ont pas de filière de recyclage (et qui perturbent
325 le recyclage d'autres résines, telle que le PET). OBJECTIF DE L'ÉTUDE

326 1.1.1 LES RAISONS DE LA RÉALISATION DE L'ÉTUDE

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

328 L'étude consiste à réaliser une analyse comparative du cycle de vie de différentes typologies
329 d'emballages, dont les caractéristiques principales sont présentées dans le Tableau 1.

330
331 L'objectif est de quantifier les impacts environnementaux de chaque emballage, à périmètre identique,
332 pour le même service fourni (voir l'unité fonctionnelle), en vue d'identifier le meilleur compromis entre
333 les différentes fonctions d'un emballage et ses impacts environnementaux qui lui sont associés.

334
335 L'objectif final de l'étude est également de permettre à CITEO de communiquer les résultats de l'ACV
336 à ses clients, qui sont les metteurs sur le marché utilisant des emballages blisters PET/carton, ainsi
337 que les industriels qui fabriquent ces blisters, mais aussi le grand public.

338
339 Pour communiquer avec le grand public, **il est nécessaire de rédiger un rapport d'ACV comparatif**
340 **complet, assorti d'une procédure de revue critique de cette ACV.** Le groupe d'experts qui a
341 procédé à la revue critique est expliqué en Section 2.10.

342
343 Certains clients et acteurs du marché de CITEO, notamment en France, sont impliqués dans cette
344 étude afin de garantir la pertinence des données d'entrées, des emballages étudiés et des résultats.
345 Les informations transmises par ces clients sont anonymisées et ne pourront être explicité dans ce
346 rapport (par exemple, le nom du client, la référence d'emballage, la marque, etc.)

347 1.1.2 L'APPLICATION ET LE PUBLIC VISÉS

348 1.1.2.1 OBJECTIFS DE COMMUNICATION

349 L'objectif de cette étude est d'utiliser les résultats de l'impact environnemental potentiel pour la
350 communication externe :

351

352

353 **En externe**, CITEO s'appuiera sur ce rapport pour communiquer les avantages environnementaux
354 potentiels de la meilleure typologie d'emballage identifiée par rapport aux autres. L'audience principale
355 de cette ACV sont les metteurs sur le marché de produits (et donc, d'emballages) qui sont les clients
356 de CITEO. Ces derniers pourront donc identifier les alternatives les plus performante
357 environnementalement afin de modifier leurs pratiques et se tourner vers les meilleures typologies
358 d'emballages moyennant les contraintes liés aux fonctions primaires et secondaires inerrante à chaque
359 type d'emballage et au couple contenu/contenant. De plus, à la suite de cette étude, CITEO a la volonté
360 d'effectuer un appel à projet dans l'optique de donner l'espace et les ressources à ses clients et leurs
361 transformateurs/fournisseurs d'emballages, pour atteindre ces objectifs. Par ailleurs, les
362 transformateurs/fournisseurs d'emballages sont identifiés en tant qu'audience secondaire et pourront
363 bénéficier de l'identification des pistes et leviers d'éco-conceptions de cette étude, en vue d'améliorer
364 leurs emballages.

365

366 La communication externe proposée est basée sur des affirmations comparatives concernant les
367 potentielles principales réductions d'impacts liés à la conception de la meilleure typologie d'emballage
368 identifié.

369 1.1.2.2 DES PRÉCISIONS SUR LA COMMUNICATION DE LA RÉDUCTION DES IMPACTS 370 SUR L'ENVIRONNEMENT

371 Chaque produit fabriqué a un impact sur son environnement, et donc des impacts environnementaux
372 qui peuvent varier en fonction des zones de productions considérées. Certaines conceptions auront
373 des impacts plus faibles que d'autres, ce qui peut se traduire par des impacts environnementaux
374 globalement plus faibles que d'autres solutions. La réduction des impacts par rapport aux autres
375 emballages, est ainsi identifiée (en % notamment), et représente ce que l'on appellera la **réduction**
376 **relative potentielle de l'impact environnemental par rapport à un autre système**.

377

378 La réduction d'impact entre les différents emballages (comparés un à un), si elle est exprimée en %,
379 sera d'autant plus grande que certaines étapes identiques pour toutes les solutions auront été exclues
380 (phase d'utilisation, conditionnement...). Les étapes du cycle de vie considérées dans cette étude sont
381 détaillées dans la Section 2.

382

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

387

388 Sur la base de notre expérience, l'écart relatif entre deux solutions (pour un indicateur ou bien pour le
389 score unique), peut-être significatif à partir de 3% dans certains cas, et peut ne pas être significatif à
390 partir de 10 %. En effet, en fonction des produits étudiés, du périmètre établi, du détail de la collecte

des données, des flux qui sont modélisés, des incertitudes liées aux méthodologies de quantification des impacts ; l'interprétation des différences relatives d'impacts est à voir au cas par cas.

En d'autres termes, il n'est pas possible de définir un % d'écart à partir duquel nous pouvons valider une significativité sans faire d'analyses poussées sur les incertitudes, dont le sujet est développé en Section 2.8.2.8.

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

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

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

Il est nécessaire de garder à l'esprit que les indicateurs des catégories d'impact n'ont pas le même niveau de robustesse selon la Commission européenne^{vi}. Par exemple, l'écotoxicité de l'eau douce, l'utilisation des ressources non-fossiles, l'utilisation de l'eau et l'utilisation des sols sont des indicateurs dont la robustesse est la plus faible dans le panel d'indicateurs sélectionnés. La robustesse des indicateurs peut être trouvée dans le Tableau 4 ci-dessous.

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

2 CHAMP D'APPLICATION DE L'ÉTUDE

2.1 SYSTÈMES DE PRODUITS À ÉTUDIER

Les produits étudiés dans cette ACV sont des emballages primaires de petits et moyens articles, ces emballages partagent tous plus ou moins les mêmes fonctions, dont ce point est détaillé dans la prochaine section. Le Tableau 1 Caractéristiques générales des différentes typologies d'emballages étudiées

NB : les photos ne sont que des illustrations et ne sont pas les produits réellement utilisés dans l'étude.

435 Les descriptions techniques de chacune de solutions sont détaillées dans la Section 3.

436

437 Il est important de noter qu'une partie dédiée aux emballages industriels et commerciaux (EIC), qui
438 sont les emballages secondaires et tertiaires de chacun des produits protégés par les emballages
439 primaires, est présentée plus bas, car considérée dans le cadre cette étude. Les EIC sont décrits et
440 étudiés plus en détails dans la Section 3.2.

441

442 Les impacts environnementaux de chaque emballage sont modélisés selon l'unité fonctionnelle qui est
443 décrite dans la prochaine section.

444 2.2 LES FONCTIONS DES SYSTÈMES DE PRODUITS ET DE L'UNITÉ 445 FONCTIONNELLE

446 2.2.1 LES UNITÉS FONCTIONNELLES – PRINCIPALE ET SECONDAIRES

447 Comme cette étude vise à comparer différents emballages entre eux, une unité de référence doit être
448 définie. Il s'agit de l'unité fonctionnelle, qui permet de comparer les produits sur la base du même
449 service fourni.

450

451 Dans ce cadre de cette étude, de nombreux emballages (27), répartis en 10 familles d'emballages,
452 ayant une contenance de produit emballé allant de 25 cm³ à 1365 cm³, et emballant différents types
453 de produits (papeterie, brosse à dent, bricolage, quincaillerie, etc...), avec notamment des solutions
454 « vrac », sont comparés entre eux. De part cette grande variété de configurations d'emballage, il est
455 nécessaire de définir le service fourni minimum auquel chaque emballage répond, afin d'avoir une
456 base de comparaison sur le même service rendu, **ce service rendu sera donc la fonction principale**.
457 **Une unité fonctionnelle principale sera ensuite définie pour quantifier la fonction principale**.
458 C'est l'**unité de référence** à laquelle tous les flux de cette étude en ACV seront rapportés

459

460 Ensuite, il est nécessaire de définir des fonctions secondaires, pour lesquelles certaines familles
461 d'emballages peuvent répondre, et d'autres non. **Cela permettra de donner les clés de lecture aux**
462 **lecteurs de cette présente étude**, afin que les lecteurs puissent eux-mêmes réaliser les
463 comparaisons qui seront les plus pertinentes en fonction de leurs contraintes, qui permettra de nuancer
464 les résultats, interprétations et conclusions, en fonction de ces fonctions secondaires. Pour illustrer ce
465 point de manière fictive :

- 466 - *Une famille d'emballage X émet des impacts environnementaux réduits par rapport à une*
467 *famille d'emballage Y sur l'unité fonctionnelle principale.*
- 468 - *Cependant, la famille d'emballage X ne répond à des fonctions secondaires comme « un*
469 *système d'inviolabilité » ou « un espace sur l'emballage permettant de la communication et du*
470 *marketing ». Dans ce cas, la famille d'emballage Y répond à ces fonctions secondaires et serait*
471 *donc privilégié par le metteur en marché.*

472

473 La fonction principale, à laquelle tous les emballages primaires répondent, est la suivante :

474 **« Transporter et permettre la mise en rayon dans un lieu de vente des produits de papeterie, de**
475 **bricolage, de brosse à dent, et de produits non alimentaires ».**

476

477 Il est bon de remarquer qu'il existe des inégalités en terme fonction mécanique entre les familles
478 d'emballages. Par exemple, la famille **8. souple PP** ne présente pas la même performance mécanique
479 que la famille **1 blisters**. Ainsi, il n'est pas réaliste de considérer que tous les emballages sont

comparables entre eux dans tous les cas de figure, puisque dans certains cas les propriétés mécaniques sont primordiales et chaque produit a des besoins en emballage spécifique, liés à ses propriétés et aux exigences du secteur. Ce paramètre sera rappelé à l'issue de la présentation des résultats afin d'apporter une certaine nuance aux interprétations/conclusions de l'étude.

L'unité fonctionnelle principale, qui en découle et qui intègre la dimension volumique de l'emballage est la suivante :

« **Transporter et permettre la mise en rayon dans un lieu de vente de 1 cm³ de produits de papeterie, de bricolage, de brosse à dent, et de produits non alimentaires** ».

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

- **Produits de papeterie** : Article lié à l'utilisation du papier.
- **Produit de bricolage** : Article lié à la construction, la création, le jardinage. Ces produits sont divers et variés puisqu'ils vont de la visserie aux joints de salle bain.
- **Brosse à dent** : Ustensile dédié à nettoyer les dents des humains ou des animaux.
- **Produit non alimentaire** : Tout bien voué à la commercialisation mais non destiné à l'ingestion humaine ou animal.
- **Transportés** : Déplacés d'un lieu à un autre, un bien ou une personne. Dans ce cas, nous parlons de bien.
- **Mis en rayon** : Disposition d'un article afin de proposer à la vente dans un magasin ou dans un système de libre-service.
- **Lieu de vente** : Lieu organisé pour accueillir du public en vue de lui vendre un bien et/ou un service. Exemple : grande surface, superette, magasin de bricolage, etc.

Nota : cette unité fonctionnelle a été choisie, sans considérer le terme « protéger », car les solutions de vrac étudiées ne permettent pas de « protéger » les produits qui sont présentés en vrac, le service rendu n'est donc pas le même que les autres emballages étudiés.

Les flux de référence représentent la quantité de produit nécessaire pour remplir l'unité fonctionnelle. Dans la présente étude, chaque emballage est modélisé par le biais d'une fiche appelant tous les flux caractérisant ce dernier (matière première, transport, mise en forme, fin de vie, etc.). Le volume de l'emballage caractérise quant à lui le flux de sortie de cette fiche. Ainsi, la dernière étape de modélisation permet de ramener l'ensemble des flux entrant de cette fiche à 1 cm³ emballé. De ce fait, il n'existe qu'un seul flux de référence dans cette étude : un système d'emballage complet, comprenant toutes les étapes de son CDV mis à l'échelle grâce à son volume emballé. On obtient alors que le flux de référence est le suivant :

$$\text{Flux de référence} = \frac{\text{Système d'emballage complet (g)}}{\text{Volume de l'emballage primaire (cm}^3\text{)}}$$

Les données de volume d'emballage pour l'ensemble des scénarios sont détaillées [Tableau 8](#). Les flux de référence (quantité d'emballages primaires, secondaires, tertiaires, par emballage, ramené à 1cm³) sont détaillés dans la [Figure 5](#).

Ensuite, les différentes fonctions secondaires choisies dans cette étude, sont détaillées dans la suite du paragraphe. Le [Tableau 2](#) présente, pour chaque famille d'emballage, si cette famille a généralement tendance à répondre à une fonction secondaire ou non. Voici un exemple pour illustrer :

526 - Les solutions vrac ne permettent généralement pas de répondre à la fonction de « système
527 d'inviolabilité », un système qui permet de ne pas indirectement inciter un consommateur à
528 « voler » le produit contenu dans l'emballage primaire.

529 L'approche a été conduite sur les familles plutôt que les emballages individuels étudiés car ce mode
530 de présentation et d'interprétation est plus en cohérence avec les objectifs de l'étude, l'objectif n'étant
531 pas de comparer des emballages 1 à 1, mais des familles d'emballages. Cela veut aussi dire que,
532 dans le tableau, quand une famille ne répond généralement pas à une fonction, cela n'est pas
533 forcément applicable à tous les emballages de la famille. En reprenant l'exemple précédent pour
534 illustrer :

535 - Cependant, les solutions vrac mentionnées peuvent répondre à ce critère de « système
536 d'inviolabilité », dans un cas particulier où ces emballages vrac seraient situés derrière un
537 comptoir et où un vendeur serait amené à avoir un contrôle sur le contenu du vrac.

538
539 Les Fonctions Secondaires (FS), à laquelle certaines familles d'emballages primaires répondent, et
540 d'autres non, sont les suivantes :

- 541
- 542 - **FS/1 : « et de voir le produit emballé contenu dans l'emballage »**
 - 543 - **FS/2 : « et de permettre la disposition d'éléments de communication et d'éléments**
 - 544 **marketings sur l'emballage »**
 - 545 - **FS/3 : « et de permettre de lutter contre la fraude »**
- 546

547 La définition de chaque terme des fonctions secondaires est donnée ci-dessous :

- 548 • **Voir le produit** : Que le consommateur soit capable de percevoir par ses yeux l'article
 - 549 • **Contenu** : Ce qui est contenu dans un contenant
 - 550 • **Emballage** : Objet destiné à contenir et protéger des marchandises afin de faciliter la
 - 551 manutention, le transport et la mise en rayon.
 - 552 • **Disposition d'éléments de communication** : Permettre l'agencement et l'organisation des
 - 553 différents éléments visuels, graphique ou textuels sur les surfaces de l'emballage visible pour
 - 554 le consommateur.
 - 555 • **Éléments marketings** : Toutes composantes visuelles (textuelle et/ou graphique) qui sert à
 - 556 promouvoir un produit et influencer le comportement du consommateur.
 - 557 • **Lutter contre la fraude** : Empêcher ou prévenir du vol d'un produit par différents moyens
 - 558 techniques. Ces stratégies ont pour but de dissuader les consommateurs de tenter de dérober
 - 559 les biens contenus dans les emballages.
- 560

561 Nota : ces fonctions secondaires ne sont pas exhaustives, néanmoins elles sont caractéristiques des
562 fonctions et contraintes des secteurs d'activité liés à ces emballages, et sont donc cohérentes et
563 pertinentes aux regards des objectifs de cette présente ACV.

564

N°	Scénario	FS N°1: Transparence	FS N°2: Marketing	FS N°3: Lutte contre fraude	Commentaire
1	Blister carton + PET	Oui	Oui	Oui	L'objet emballé est totalement visible par le consommateur

2	Blister inversé	A nuancer	Oui	Oui	La notion de transparence pour les blisters inversé en carton peut être respecté à l'aide de fenêtre ou de graphisme en sur transparence. Cependant, cette fonction n'est pas aussi bien remplie que pour le scénario de référence.
3	Etui carton	A nuancer	Oui	A nuancer	Idem que pour les blisters inversés pour la transparence. Ces systèmes d'emballages peuvent facilement être ouverts en magasin s'ils ne disposent pas de « pastilles anti-ouverture facile »
4	Carton + liens	Oui	Oui	A nuancer	L'objet emballé est totalement visible par le consommateur Les liens sont en général solides (c'est le cas pour le modèle retenu) et nécessitent un équipement pour désolidariser le produit de son emballage. Cela reste « à nuancer » en fonction de la résistance du lien retenue par le fabricant
5	Cellulose moulée	Oui	A nuancer	Oui	Il est en partie possible d'imprimer une étiquette (ou le film) qui vient se coller sur l'opercule en PET pour le marketing mais cela réduit la notion de transparence en fonction de la taille de l'étiquette
6	Souple papier.PP transp	A nuancer	Oui	Oui	Ce type de matériaux n'est pas aussi transparent que du PET. Il est possible de voir à travers mais la perception du produit par le consommateur n'est pas la même qu'avec le scénario de référence.
7	Souple papier.PE opaque	Non	Oui	Oui	Le matériau est trop opaque pour voir le produit. Il est possible d'imprimer un visuel du produit dans l'emballage
8	Souple PP	Oui	Oui	Oui	L'objet emballé est totalement visible par le consommateur
9	Vrac sans display	Oui	A nuancer	Non	Il est possible d'imprimer des éléments de communication marketing sur les surfaces de cartons disponible. Cependant, il faut connaître la finalité de l'emballage : présent en rayon ou simple EIC de transport. Le vrac ne permet pas de lutter contre la fraude, car l'accessibilité aux produits présents dans le vrac peuvent indirectement inciter les consommateurs à les dérober, ce qui n'est pas le cas de tous les autres emballages.
10	Vrac avec display	Oui	Oui	Non	Idem que pour vrac sans display, cependant ici le display est prévu et pensé pour permettre l'affichage d'éléments de communication et marketing.

565

Tableau 2 Analyse des fonctions secondaire par typologie d'emballage

566 2.3 MÉTHODOLOGIE UTILISÉE

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

570

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

573

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

577

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

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

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

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

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

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

600 • **PHASE 4** - Interprétation

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

605

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

607 • L'approche multi-étapes, qui permet de prendre en compte plusieurs étapes du cycle de vie
 608 défini dans la phase 1. Les étapes du cycle de vie considérées sont décrites dans le chapitre
 609 "3.3.1 Délimitation des frontières du système",
 610 L'approche multicritère caractérisée par un panel d'impacts environnementaux choisi en phase 1 afin
 611 de rendre compte des impacts environnementaux du système étudié de la manière la plus holistique
 612 possible.

613 2.4 LES LIMITES DU SYSTÈME

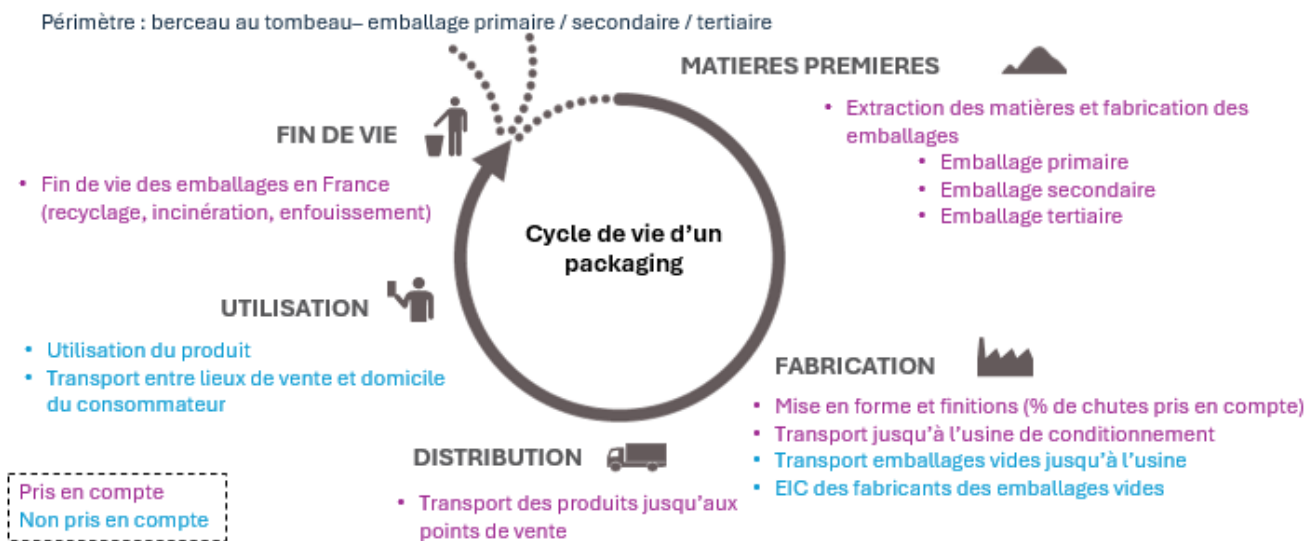
614 2.4.1 DÉLIMITATION DES FRONTIÈRES DU SYSTÈME

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

617
 618 Les principales étapes du cycle de vie étudiées dans cette ACV sont les suivantes :

- 619 • Matières premières
- 620 • Fabrication
- 621 • Distribution
- 622 • Utilisation/Phase d'usage
- 623 • Fin de vie

624 Pour une meilleure compréhension, la Figure 1 présente les principales étapes du cycle de vie
 625 considérée dans cette étude :



626
 627 **Figure 1 Schéma simplifié du cycle de vie (EVEA, 2025)**

628 Le cycle de vie des articles contenus dans les emballages ainsi que son conditionnement, ne sont pas
 629 pris en compte, l'étude portant ici sur les emballages primaires et les EIC et non la production du
 630 contenu. De plus, il n'a pas été prévu qu'une analyse de sensibilité sur le taux de perte des produits
 631 contenus soit réalisée. En effet, chaque produit contenu est différent et non spécifique dans cette
 632 étude, il ne serait pas possible de réaliser cette analyse de sensibilité. La non prise en compte de cette
 633 perte (qui dépend du type de produit contenu) constitue une limite de l'étude.

634
 635 La phase d'utilisation, qui comprend les sous-étapes de stockage et la mise en rayon et le transport
 636 du consommateur vers son domicile, ne sont pas pris en compte. Le stockage et la mise en rayon
 637 n'émettent pas d'impacts particuliers. Le transport de l'emballage et du produit contenu par le

consommateur entre le lieu de vente et son domicile, n'est pas pris en compte car la masse et le volume des emballages et produits sont très faibles par rapport au volume utile d'un véhicule d'un particulier, de plus, sont supposés relativement identiques entre chaque emballage, et enfin, ne sont pas directement liés aux objectifs de l'étude.

Lors de la phase de production, les EIC des fabricants des composants des emballages ne sont pas pris en compte. De la même manière, le transport des emballages secondaires/tertiaires vides n'est pas pris en compte car complexifierait trop l'étude. En effet, pour cela il faudrait remonter toute la chaîne des fournisseurs et collecter des informations très spécifique auprès d'un grand nombre d'acteur. L'étude se focalise sur les designs des emballages primaires, et pas forcément sur les différentes pratiques de toute la chaîne de valeur de la création d'un emballage.

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

Toutes les autres hypothèses et remarques complémentaires sont détaillées dans l'ICV à la [Section 3](#).

L'année de validité des données est 2025. La collecte des données date de fin 2024/ début 2025 et est considérée comme une donnée primaire.

Les résultats de cette étude sont cohérents et pertinents sur une période arbitraire de 6 ans, jusqu'en 2030, et tant que la conception des différents emballages réelles mises sur le marché, restent fidèles et identiques aux emballages définis dans cette étude, et au cours de la période donnée.

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

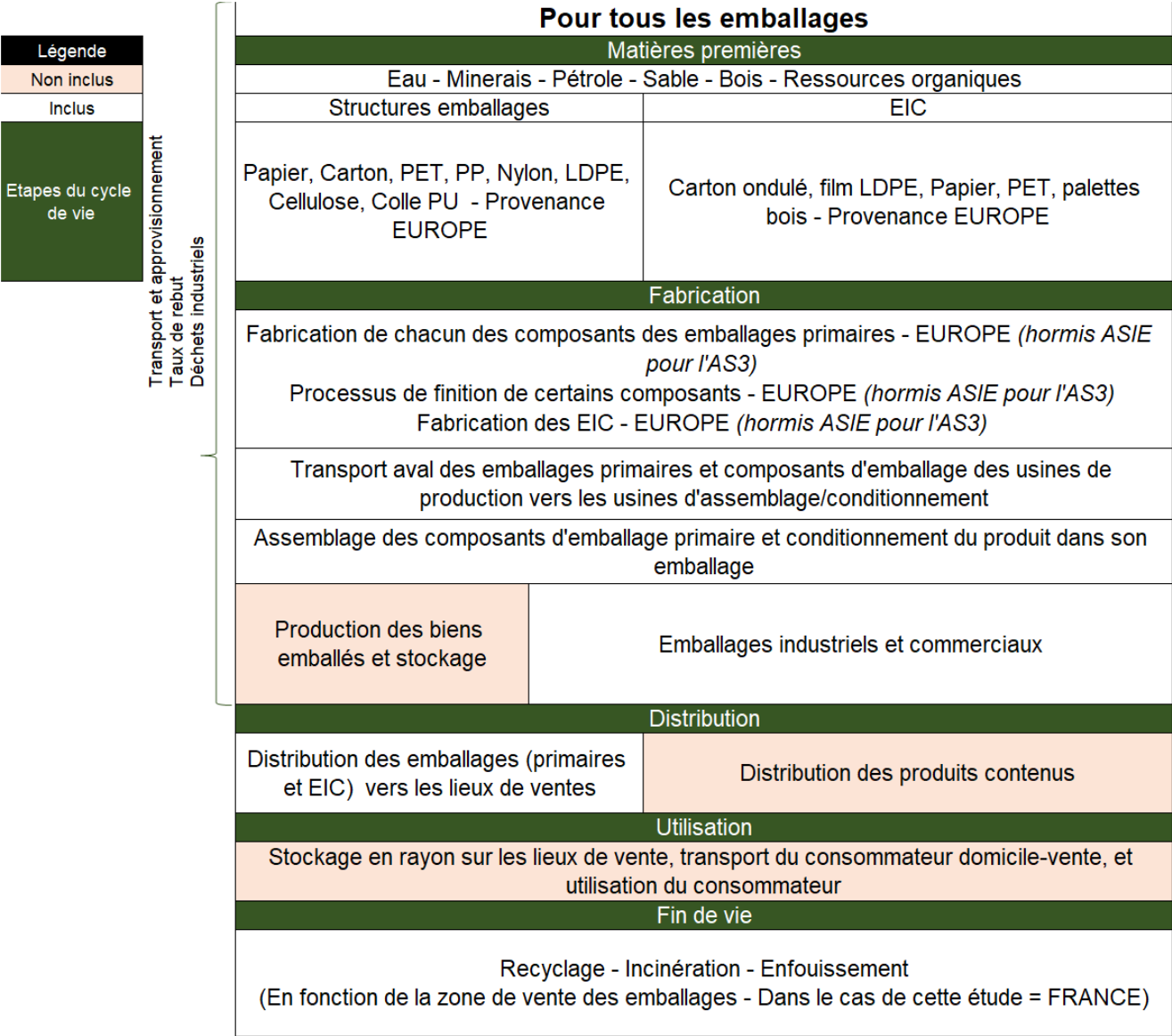


Figure 2 Cycle de vie détaillé des différents emballages

Concernant les limites du système géographique, tous les composants des emballages, que ce soit pour l'emballage primaire ou bien pour les emballages industriels et commerciaux des emballages (emballages secondaires et tertiaires), sont considérés comme fabriqués en EUROPE (sauf AS scénario provenance asiatique).

Les données ont été collectées via CITEO, qui a organisé la collecte de données avec ses clients, des metteurs sur le marché d'articles non alimentaire.

2.4.2 CRITÈRES D'EXCLUSION

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

Néanmoins, dans cette étude, aucun critère de coupure n'a été calculé, mais les critères d'exclusion utilisés à l'intérieur des limites du système sont détaillés dans le Tableau 3. Néanmoins, la procédure

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

Le modèle d'écosystème utilisé est "Allocation, cut-off by classification" ce modèle de système de coupure est basé sur l'approche du contenu recyclé, ou de la coupure. Dans ce modèle, les déchets relèvent de la responsabilité du producteur ("pollueur-payeur"), et il existe une incitation à utiliser des produits recyclés, qui sont disponibles sans « charge » ou impacts (cut-off). De plus amples informations sont disponibles sur le site web ecoinvent (ECOINVENT, 2022)^v.

Cependant, la Circular Footprint Formula expliquée en [Section 2.5](#) est utilisée dans le cas du recyclage et des matériaux contenant de la matière recyclée. Pour résumer, il n'y a pas de cut-off pour la partie fin de vie car la CFF est utilisée (comprenant le recyclage, l'incinération et la mise en décharge).

Le [Tableau 3](#) ci-dessous illustre les critères d'exclusion à l'intérieur des frontières du système. La 2^{ème} colonne reprend les impacts qui ne sont pas considérés quantitativement, via une description 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
Fabrication des produits contenus dans l'emballage	La production des biens contenus dans les emballages. Prendre en compte ce scope aurait entraîné de forte consommation d'intrants de nature variée, dont les impacts ne sont pas pris en compte dans cette étude. (Impact faible)	L'objectif de l'étude est de réaliser l'ACV de l'emballage primaire, en tenant compte des EIC et non des produits contenus.
Perte des produits en fonction de l'emballage	La perte de produit via détérioration ou par vol liée à la conception spécifique d'un emballage n'a pas été prise en compte. En fonction du produit emballé, la prise en compte de la perte de produit peut entraîner des impacts très importants qui peuvent dépasser l'impact de l'emballage primaire seul. (Impact moyen)	Chaque produit contenu est différent et non spécifique dans cette étude, ce qui rend impossible de prendre en compte cet élément de manière quantitative.
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. (Impact faible)	L'emballage du produit est le seul sujet de l'étude. Ces éléments ne font pas la différence entre les différentes solutions étudiées.
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. Il est supposé qu'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 nuances à cette supposition sont données dans la section 3.7.3.2 .	Des données sur le procédé de recyclage chimique, notamment des PP souples, ne sont pas encore disponibles.

	(Impact faible à moyen en fonction de la technologie)	
Consommation d'énergie et d'eau Entrepôts et magasins de vente	NA	Ces bâtiments ne sont pas spécifiques à la vente matériel de papeterie ou d'articles de bricolage, 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.
Fabrication et transport des EIC utilisés pour transporter les emballages primaires vides depuis leur site de production vers l'usine de conditionnement du produit	La prise en compte de ces emballages supplémentaires et de ce transport aurait entraîné une augmentation des consommations de cartons, bois palette et PEBD. De plus, cela aurait augmenté la quantité de transport global, ce qui aurait entraîné une augmentation de l'impact sur l'indicateur changement climatique notamment. (Impact faible)	Les emballages des matières premières (avant transformation) ainsi que leur transport sont déjà pris en compte dans la base de données ecoinvent. Ainsi, le transport des EIC depuis leur site de production vers le site de conditionnement du produit n'est pas modélisé spécifiquement. En revanche, ces étapes sont bien prises en compte pour l'emballage primaire. Néanmoins, les EIC qui permettent de transporter les emballages primaires « vides » (ou bien, les composants d'emballages primaires), depuis leur site de production jusqu'au site de conditionnement du produit, n'ont pas été pris en compte. Les 2 raisons sont les suivantes : - Il n'a pas été possible de remonter dans la chaîne de valeur lors de la collecte de donnée, il est question de n-4 interlocuteurs entre EVEA et les industriels qui auraient ce type d'informations. Avoir une collecte homogène et robuste sur cette étape n'aurait pas été possible. - Cette étape est plutôt un sujet des pratiques du secteur plutôt que d'éco-conception des emballages finaux, intégrer cette étape ne permet pas de répondre directement aux objectifs de cette ACV
Phase d'usage du produit emballé et de l'emballage primaire	La prise en compte de ce scope aurait impliqué de considérer les pertes lors de la vente induite par le comportement des certains consommateurs qui déballet un produit en rayon le rendant invendable ou bien aux pertes lors d'erreurs de manutention lors de la mise en rayon par exemple. Ces prises en compte auraient fait augmenter l'intensité de tous les flux impliqués dans cette étude. (Impact moyen)	Pour prendre en compte ces diverses pertes, il aurait fallu faire une étude sur un produit spécifique ; pour étudier d'une part le comportement des consommateurs lors de leurs achats mais aussi des pratiques de chaque enseigne notamment de leur gestion de mise en rayon. Ces considérations ne sont pas réalisables dans le contexte de cette étude qui porte sur 27 emballages (27 produits différents). Néanmoins, quand bien même cet aspect n'est pas abordé dans cette ACV, il est important, en tant que bonnes pratiques de fabricants d'emballages, d'optimiser les facteurs cités pour éviter les transferts d'impacts.
Transport entre le domicile du consommateur et lieu de vente	La prise en compte de ce transport spécifique aurait fait augmenter la quantité de transport appelée pour répondre à l'UF. Par conséquent la part du transport dans les résultats	Il est possible de prendre en compte ce transport en faisant une attribution par rapport au volume du produit comme le PEF le suggère (source : x ; Section « 7.14.1.3 Consumer transport »). Cependant, ici le volume total du produit et de l'emballage n'est pas connu ce qui rend cette attribution moins pertinente. Certes le volume emballé

	est minimisée ce qui constitue une limite de cette étude. (Impact moyen)	est connu, cependant ce n'est pas le cas du volume réel qu'occupe le produit et son emballage. Ce volume étant supérieur au volume emballé, l'attribution serait donc sous-estimée. Le choix a donc été fait de ne pas prendre en compte ce transport. Par ailleurs, le cocktail de transport (proportion de divers moyens de transports combinés pour effectuer un déplacement donné) utilisé par les consommateurs pour effectuer ce type d'achat n'est pas clairement identifié du fait de la grande variété de produit pouvant être emballé au sein de cette étude.
Vrac en libre-service/remplissage par le consommateur	Dans la famille des emballages vrac (avec et sans display), les systèmes servant à la vente de produits liquides ou de vracs alimentaires ne sont pas considérés. Dans cette ACV, ce sont des emballages qui servent à la fois au transport et dans certains cas de présentoir (emballage secondaire embarquant des fonctions marketings). Or ces systèmes de ventes où il est possible de remplir (avec le nombre de produit désiré) soit même dans un sachet unitaire depuis un distributeur sont plus sophistiqué et complexes que des simples cartons d'emballages. Cette considération vient donc « avantager » les emballages vrac dans le cadre de cette étude. (Impact moyen)	La vente en vrac pour le type d'article étudié dans cette étude n'est pas suffisamment développée et rependue pour considérer un système plus proche de ce qui est fait dans l'alimentaire par exemple.

Tableau 3 Critères d'exclusion à l'intérieur des frontières du système

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

2.5 PROCÉDURES D'ATTRIBUTION

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

Des données de base ont été utilisées pour les procédés impliquant des coproduits (fabrication de produits chimiques, fabrication de pâte et de papier, raffinage du pétrole, etc.) Pour ces procédés, la base de données ecoinvent 3.10 Allocation, Cut-off (ecoinvent, 2024)^y a été utilisée, de sorte que les règles d'allocation de cette base de données sont donc appliquées à ces procédés. L'allocation est principalement économique. La procédure de coupure permet de définir les allocations pour les impacts environnementaux générés par les processus de recyclage (tous les impacts environnementaux générés pendant le processus de recyclage sont alloués à la matière première secondaire) et les processus de récupération d'énergie (la production de chaleur ou d'électricité n'est pas prise en compte dans les processus d'incinération). Cependant, le paragraphe suivant explique les changements apportés à la modélisation du recyclage et de la récupération d'énergie qui ne suivent pas l'allocation d'ecoinvent.

721

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

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

725 Les données d'ecoinvent 3.10 ont été adaptées pour respecter les recommandations du PEF. Ainsi, la
726 formule de l'empreinte circulaire (2013)^{vi} (CFF) a été utilisée pour l'emballage primaire, l'emballage
727 secondaire et la fin de vie de l'emballage tertiaire.

728

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

732

733 L'équation de la CFF est la suivante :

$$734 \quad (1 - R_1) \times E_v + R_1 \times \left(A \times E_{Recycled} + (1 - A) \times \frac{Q_{Sin}}{Q_p} \times E_v \right) + R_2 \times (1 - A) \times \left(E_{RecycledEoL} - \frac{Q_{Sout}}{Q_p} \times E_v^* \right) + R_3 \times (1$$

$$735 \quad - B) \times (E_{ER} - LHV \times X_{ER,heat} \times E_{SE,heat} - LHV \times X_{ER,elec} \times E_{SE,elec}) + (1 - R_2 - R_3) \times E_D$$

736

737 **Paramètres :**

- 738 • R_1 Il s'agit de la proportion de matériaux entrant dans la production qui ont été recyclés à partir d'un système
739 antérieur.
- 740 • R_2 Il s'agit de la proportion de matériaux contenus dans le produit qui seront recyclés (ou réutilisés) dans un système
741 ultérieur. R_2 doit donc prendre en compte les inefficacités des processus de collecte et de recyclage (ou de
742 réutilisation). R_2 est mesuré à la sortie de l'usine de recyclage.
- 743 • 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.
- 744 • $X_{ER,heat}$ et $X_{ER,elec}$ l'efficacité du processus de récupération d'énergie pour la chaleur et l'électricité.
- 745 • LHV Le pouvoir calorifique inférieur (PCI) de la matière contenue dans le produit et utilisée pour la récupération
746 d'énergie.
- 747 • Q_{Sin} la qualité du matériau secondaire entrant, c'est-à-dire la qualité du matériau recyclé au point de substitution
748 (entre 0 et 1).
- 749 • Q_{Sout} qualité des matières secondaires sortantes, c'est-à-dire la qualité des matières recyclées au point de
750 substitution (entre 0 et 1).
- 751 • Q_p qualité de la matière première, c'est-à-dire qualité de la matière vierge (entre 0 et 1).

752 **Facteurs d'allocation :**

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

755 **Stocks :**

- 756 • $E_{Recycled}$ Les émissions spécifiques et les ressources consommées (par unité fonctionnelle) résultant du processus
757 de recyclage des matériaux recyclés (réutilisés), y compris les processus de collecte, de tri et de transport.
- 758 • $E_{RecycledEoL}$ Les émissions spécifiques et les ressources consommées (par unité fonctionnelle) résultant du
759 processus de recyclage en fin de vie, y compris les processus de collecte, de tri et de transport.
- 760 • E_v Les émissions spécifiques et les ressources consommées (par unité fonctionnelle) résultant de l'acquisition et du
761 prétraitement de matières vierges.
- 762 • E_v^* Les émissions spécifiques et les ressources consommées (par unité fonctionnelle) résultant de l'acquisition et du
763 prétraitement de matériaux vierges supposés être remplacés par des matériaux recyclés.
- 764 • E_{ER} Les émissions spécifiques et les ressources consommées (par unité fonctionnelle) résultant du processus de
765 valorisation énergétique (par exemple, incinération avec récupération d'énergie, mise en décharge avec
766 récupération d'énergie, ...).
- 767 • $E_{SE,heat}$ et $E_{SE,elec}$: émissions spécifiques et ressources consommées (par unité fonctionnelle) qui auraient été
768 générées par la source d'énergie de substitution spécifique, respectivement la chaleur et l'électricité.
- 769 • E_D émissions spécifiques et ressources consommées (par unité fonctionnelle) résultant de l'élimination des déchets
770 à la fin de la durée de vie du produit analysé, sans récupération d'énergie

771

772 **2.6 CATÉGORIES D'IMPACT ET MÉTHODOLOGIE CONNEXE RETENUE**

773 **2.6.1 ENSEMBLE DE CATÉGORIES D'IMPACT**

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

- 776 • Refléter les enjeux représentatifs du système étudié : la consommation d'énergie pour produire
777 les emballages primaires, secondaires et tertiaires, l'impact sur l'air, l'eau et le sol des
778 processus de fabrication et de finition des emballages, l'impact des processus de transport et
779 de fin de vie.
- 780 • Pour garantir la lisibilité (nombre réduit d'indicateurs d'impact car seuls les plus pertinents
781 seront sélectionnés pour cette étude, en l'occurrence le changement climatique en priorité, suivi
782 par l'eutrophisation en eau douce, et consommation d'eau)
- 783 • Permettre l'accessibilité à un public d'experts (indicateurs d'impact) mais aussi à un public non
784 expert (indicateurs d'inventaire et traduction des indicateurs d'impact CO_{2eq} en particulier).

785

786 La méthode de l'**Environnemental Footprint 3.1** (EF 3.1) (EUROPEAN COMMISSION, 2019)^{vi} a été
787 choisie car elle est recommandée par le Joint Research Center (JRC) de la Commission européenne.
788

789 Le Tableau 4 ci-dessous présente les 16 indicateurs de la méthode de référence ainsi que leurs
790 méthodes originales et leur robustesse issue d'un mélange scientifique et citoyen. Les indicateurs
791 d'impact potentiel, les explications et les références proviennent du Guide PEF (Manfredi & et al,
792 2012)^{vii} et peuvent y être consultés, les méthodes LCIA recommandées par défaut proviennent des
793 Supporting information to the characterization factors of recommended EF Life Cycle Impact
794 Assessment method report (Fazio & et al., 2018)^{viii} et la robustesse des indicateurs provient de l'ILCD
795 Handbook (Pant & et al., 2011)^{ix}.
796

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 packaging 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	m3 depriv.	EF impact category that addresses use of water. The availability of water resources is a key issue, a source of economic and geopolitical tension in many parts of the world. Most water consumption comes from watersheds that are already under extreme water stress.	Available WATER REMaining (AWARE) in UNEP, 2016	III
Utilisation des ressources, minéraux et métaux	Resource use, and minerals, metals	kg Sb eq.	EF impact category that addresses use of minerals and metals. The pressure on these resources such as: minerals, metals, rare earths... is increasing, and the decrease in reserves is creating economic and geopolitical tensions. The use of these resources can lead to a decrease in available reserves.	ADP for mineral and metal resources, based on van Oers et al. 2002 as implemented in CML, v. 4.8 (2016).	III
Utilisation des ressources fossiles	Resource use, fossiles	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

Tableau 4 Liste des indicateurs de catégorie d'impact sélectionnés pour l'évaluation

797

798 Pour ce rapport, seuls les indicateurs les plus pertinents pour les produits étudiés seront sélectionnés
799 et analysés en détail, les résultats de tous les indicateurs seront disponibles dans les Annexes (Section
800 7). La méthode de sélection des indicateurs suggérée par le PEFCR^x se base sur les indicateurs qui
801 contribuent cumulativement à, au moins 80% du score unique. Néanmoins, cette méthode ne peut pas
802 être appliquée dans le cadre de ce projet, en effet pour atteindre 80% du score unique sur les 27
803 emballages, il faudrait sélectionner 13 indicateurs sur les 16. Analyser les résultats avec un tel nombre
804 d'indicateurs ne paraît pas pertinent et complexifie grandement l'interprétation ce qui diminuerait la
805 portée pédagogique, de communication et de vulgarisation de cette étude ACV.

806

807 De ce fait, il a été choisi en concertation avec le panel de la revue critique de se cantonner 5 indicateurs
808 les plus contributeurs au score unique, avec en plus l'eutrophisation en eau douce, qui est souhaité
809 par CITEO. Cela permet de couvrir entre 68% et 72% de contribution au score unique pour l'ensemble
810 des emballages. Les 6 indicateurs sélectionnés sont donc les suivants :

811

- Changement climatique
- Eutrophisation en eau douce
- Utilisation des sols
- Utilisation de l'eau
- Utilisation des ressources non renouvelables ; Fossiles
- Utilisation des ressources non renouvelables ; Minéraux et Métaux

817

818 Les détails des impacts de chaque système étudié selon les indicateurs choisis sont décrits dans le
819 LCIA à la Section 4. La méthodologie de regroupement en score unique est présentée dans la Section
820 2.6.3 ci-dessous.

2.6.2 CARBONE BIOGENIQUE ET METHANE BIOGENIQUE POUR LE CARTON ET PAPIER

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

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

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

2.6.3 REGROUPEMENTS DES CATEGORIES D'IMPACTS

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

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

CARACTÉRISATION :

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

NORMALISATION :

Dans la méthode EF3.1, les résultats par indicateur d'impact peuvent être normalisés, c'est-à-dire ramenés à une référence commune en divisant les résultats de la caractérisation par les émissions d'un habitant moyen du monde sur une année (voir le [Tableau 5](#)). Les résultats normalisés sont donc sans unité.

PONDÉRATION :

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

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

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

871

872 SCORE UNIQUE :

873 Pour obtenir un score unique, les résultats caractérisés dans chacune des 16 catégories d'impact sont
874 normalisées puis pondérés.

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

879

880 Il est nécessaire de garder à l'esprit que la construction des facteurs fiables repose sur des biais et
881 des méthodologies spécifiques à la méthode EF3.1, multipliant les incertitudes sur le résultat d'un
882 score unique. **Ainsi, le résultat d'une comparaison à score unique ne montre qu'une tendance.**
883 L'un de ses principaux objectifs est d'aider à la prise de décision en ayant une vision globale des
884 impacts via un seul indicateur. **Il est nécessaire de prendre en compte les autres indicateurs lors**
885 **de l'analyse des résultats. Le score unique n'est pas destiné à la communication externe.**
886

INDICATEURS D'IMPACT	UNITÉS	FACTEURS DE NORMALISATION	FACTEURS DE PONDÉRATION
		(équivalent à 1/"impact d'un habitant du monde par an)	
Changement climatique	kg CO2 eq	1,32 ^{E-04}	21,60%
Appauvrissement de la couche d'ozone	kg CFC-11 eq	1,91 ^{E+01}	6,31%
Toxicité humaine, cancer	CTUh	5,78 ^{E+04}	4,78%
Toxicité humaine, non cancéreuse	CTUh	7,75 ^{E+03}	5,01%
Particules fines	Deas inc.	1,68 ^{E+03}	8,96%
Rayonnement ionisant	kBq U235 eq	2,37 ^{E-04}	2,13%
Formation d'ozone photochimique	kg d'éq. COVNM	2,44 ^{E-02}	1,84%
Acidification	mol H+ eq	1,80 ^{E-02}	6,20%
Eutrophisation terrestre	mol N eq	5,65 ^{E-03}	2,96%
Eutrophisation des eaux douces	kg P eq	6,21 ^{E-01}	3,71%
Eutrophisation marine	kg N eq	5,1 ^{E-02}	2,80%
Utilisation / Usage des sols	Pt	1,22 ^{E-06}	1,92%
Ecotoxicité, eau douce	CTUe	1,76 ^{E-05}	7,94%
Utilisation de l'eau	m3 eau eq	8,70 ^{E-05}	8,51%
Utilisation des ressources, fossiles	MJ	1,54 ^{E-05}	7,55%
Utilisation des ressources, minéraux et métaux	kg Sb eq	1,57 ^{E+01}	8,32%

887

888 **Tableau 5 Facteurs de normalisation et de pondération des 16 indicateurs des catégories**
889 **d'impact pour le calcul du score unique PEF, selon la méthode EF3.1**

890 **2.7 LIMITATIONS DE L'ETUDE**

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

894

895 **Limites du système**

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

- 898 • La perte du produit contenu dans l'emballage a été exclue des limites du système car chaque
899 produit contenu est différent et non spécifique dans cette étude, ce qui rend impossible/non
900 pertinent à l'échelle de cette étude, de prendre en compte cet élément. C'est-à-dire que les
901 emballages sur lesquels portent l'étude emballent des produits de différentes natures qui ont
902 donc des impacts très variés. Toutefois, la prise en compte des pertes de produit peut avoir
903 des impacts importants sur le cycle de vie du produit, plus importantes encore que l'impact de
904 l'emballage. De plus, certains designs d'emballages sont plus ou moins robustes et peuvent
905 entraîner des pertes de produit plus importantes par vol ou détérioration du produit. Les
906 metteurs sur le marché d'emballages peuvent se référer à la section 2.2.1 qui détaille les unités
907 fonctionnaires secondaires et notamment l'UFS/3 (permettre de lutter contre la fraude) pour
908 avoir un éclairage complémentaire sur cette limite et les emballages à privilégier en cas de
909 produit sensible à la perte.
- 910 • Le déplacement domicile/vente du particulier a été exclue des limites du système puisque ce
911 dernier n'est pas nécessairement spécifique à l'achat de ce produit en particulier. Toutefois, il
912 serait possible avec une attribution volumique (volume emballé/ volume du coffre), afin d'allouer
913 une partie du transport à cet achat précis. Néanmoins, le volume emballé est inférieur au
914 volume réel du produit ce qui rendrait cette attribution moins pertinente et représentative de la
915 réalité. De plus, le cocktail de transport utilisé par les consommateurs pour effectuer ces achats
916 n'est pas connu et constitue une donnée essentielle manquante pour inclure ce transport au
917 sein de l'étude. Cette étape n'a donc pas été considérée.
- 918 • La phase d'usage est elle aussi exclue du périmètre, et fait partie des limites de l'étude, dans
919 la mesure où la nature du produit emballé est très variable d'un emballage à l'autre. Par ailleurs,
920 certains emballages n'ont pas le même niveau de protection que le blister PET/carton, ce qui
921 peut entraîner un taux de rebut lors de la mise en rayon par les employés ou lors de l'achat si
922 certains consommateurs ouvrent facilement le produit et le replace en rayon, ce qui le rendrait
923 moins attractif voire invendable.

924

925 L'emballage 4.1 présente une particularité inhérente à sa conception qui ne permet pas d'interpréter
926 avec le même niveau de certitude ses impacts environnementaux. En effet, ce dernier ne présente pas
927 de volume emballé en tant que tel puisque le produit n'est pas réellement contenu dans l'emballage
928 mais est fixé sur ce dernier avec un cordon de serrage en nylon. Ainsi, la notion de volume emballé
929 est moins adaptée à ce type de design, ce qui rend plus délicat l'interprétation qui en découle
930 constituant une limitation à cette étude. Néanmoins, cette famille d'emballage est présente sur le

931 marché et constitue une vraie alternative à l'emballage de référence. C'est pourquoi il est essentiel de
932 le considérer en tant que tel et de l'intégrer au sein de l'étude.

933 Puisque le système permettant la mise en rayon des emballages vrac sans display est exclu de cette
934 étude, cela « avantage » en partie cette famille. Ainsi, l'analyse de cette typologie d'emballage est
935 moins robuste que le reste des catégories, ce qui constitue une limitation de cette étude. Néanmoins,
936 une analyse de sensibilité sur cette problématique est abordée dans la section 4.3.4

937 **Limites des données**

938

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

946

947 Lorsqu'aucune donnée n'était disponible dans la base de données ecoinvent, des proxys ont été utilisés,
948 ce qui peut induire une limitation supplémentaire à l'étude. L'utilisation de ce type de données sont
949 détaillées dans la partie 3.1.1

950

951 La robustesse des données utilisées pour chaque emballage est précisée dans la Section 3.

952

953 Limite sur les taux de chutes :

- 954 • Lors de la fabrication des emballages, les procédés industriels étant imparfaits, une partie de
955 la matière première transformée ne se retrouve pas dans l'emballage final. Cette part de
956 matière, appelée chute, est quantifiée par un taux propre à chaque matière, procédé,
957 emballage. Cette donnée, n'étant pas toujours renseignée par les industriels lors de la collecte,
958 est soit estimée de manière empirique, soit prise directement en compte dans la base de
959 données ecoinvent.
- 960 • Les chutes de cartons plats, issues de la découpe de ce dernier, sont estimées en faisant le
961 rapport de surface de carton présente dans l'emballage finale sur la surface de carton maximale
962 dont on aurait besoin pour aboutir au patron final. Cette surface maximale tient compte des
963 zones de poinçonnage du carton, des languettes et de la forme du patron déplié. Une approche
964 conservatrice est appliquée lors de ces mesures. Pour illustrer cela, la Figure 3 représente de
965 manière schématisées les différentes aires mesurées, servant au calcul du ratio conduisant au
966 pourcentage de perte estimée. Ici, l'aire bleu représente la surface de carton présente
967 réellement dans l'emballage que le consommateur aura dans les mains tandis que l'aire orange
968 représente l'aire maximale dont aurait besoin le fabricant d'emballage pour aboutir au patron
969 final. Le ratio aire bleu / aire orange est calculé pour mesurer le pourcentage de chutes.

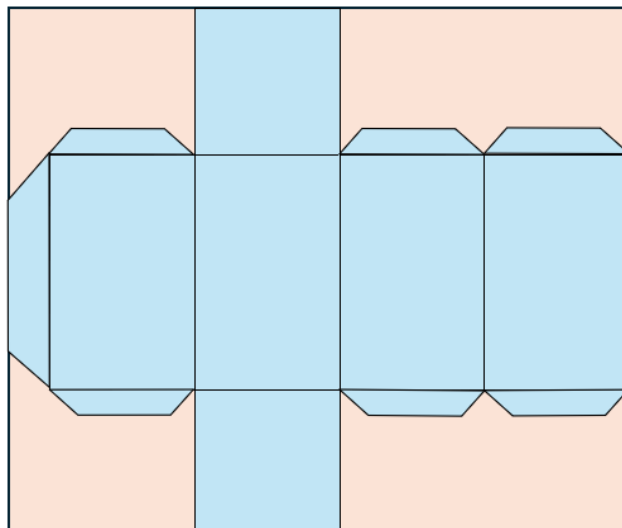


Figure 3 Schéma illustrant la méthode de mesure des chutes de cartons

970
971

972 Les taux de chutes ainsi calculés ne tiennent pas compte des éventuelles optimisations auxquelles les
973 industriels ont recours afin de minimiser ces chutes. En effet, les découpe de patrons en carton sont
974 dans la réalité certainement placées de manière à réduire au maximum les pertes associées au
975 processus de découpage. Ici, les chutes sont maximisées et donc certainement surestimées.

976

977 Par ailleurs, dans cette étude chaque échantillon étudié est associé à un seul emballage produit par
978 un fournisseur donné pour un produit emballé en particulier. La collecte de donnée est donc spécifique
979 à un emballage en particulier. Ainsi, puisque certaines familles d'emballages sont représentées par un
980 seul échantillon, il est donc important de préciser que les résultats issus de ces derniers sont à nuancer
981 et à mettre en perspective avec leur représentativité au sein du marché.

982

983 **Limites intrinsèques**

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

987

988 **Limites de modélisation**

989 Lors du processus de revue critique, une erreur de modélisation a été relevée par le panel d'expert.
990 Actuellement, les CFF modélisées appellent 1kg de matière première recyclée (issue d'un procédé de
991 recyclage); procédé qui contient de pertes de matières entre la collecte, le tri et le recyclage. En réalité,
992 pour modéliser la fin de vie en recyclage d'un emballage, il faut modéliser 1kg de déchet à recycler (en
993 entrée), et non pas 1kg de matière première recyclée post procédé de recyclage (en sortie). Cette
994 erreur sera prise en compte lors de l'interprétation des résultats (Cf Section : 4.2.1.8) et dans les
995 conclusions.

996 Nota : En faisant l'exercice de modification de la CFF sur 1 emballage (le N°8.1 entièrement en plastique) ; cela
997 amène à une évolution du score unique et changement climatique de 0,5%, qui ne devrait pas
998 fondamentalement modifier les conclusions et interprétations de l'étude. En conclusion sur cette limitation;
999 EVEA est d'accord avec le commentaire du panel et sur cette erreur, cependant EVEA est très confiant (via des
1000 tests internes) que cela ne changera en rien les résultats et conclusions de l'étude.

1001

1002

1003 2.8 EXIGENCES EN MATIÈRE DE DONNÉES ET DE QUALITÉ DES 1004 DONNÉES

1005 2.8.1 EXIGENCES EN MATIERE DE DONNEES

1006 2.8.1.1 Données de premier plan

1007 Les données de premier plan sont les données spécifiques au système étudié. Elles concernent
1008 directement les activités sous le contrôle de CITEO ou de ses clients.

1009 Exemples :

- 1010 • Quantité de matière première utilisée,
- 1011 • Énergie consommée pour une étape de fabrication précise,
- 1012 • Emissions mesurées sur site.

1013 Ces données sont généralement collectées sur le terrain, via des relevés internes, interviews ou
1014 mesures réelles.

1015 Pour ce projet, la méthodologie utilisée pour sélectionner les données de premier plan a consisté à
1016 collecter les données directement via CITEO, qui a ensuite collecté les données auprès de ses clients
1017 : d'abord par le biais d'un entretien général, puis de manière détaillée grâce à un dossier de collecte
1018 rempli par les clients. Les masses de données d'activité, les matières premières, les processus de
1019 fabrication, les processus de finition, les plans de palettisations ainsi que les déchets sont fournis par
1020 CITEO par l'intermédiaire de ses clients. Les sources de données de premier plan utilisées dans l'étude
1021 sont détaillées dans la section 2.8.2.1, et les données de premier plan utilisées pour les emballages
1022 primaires et les EIC sont détaillées dans les Tableau 8 et Tableau 11, pour les autres éléments du
1023 systèmes étudié les données de premier plan sont décrite dans la section 3.

1024 2.8.1.2 Données d'arrière-plan

1025 Les données d'arrière-plan sont les données génériques qui représentent des processus non
1026 spécifiques à l'étude, hors du contrôle direct de CITEO ou des clients de CITEO.

1027 Exemples :

- 1028 • Production d'électricité dans un pays donné (mix électrique national).
- 1029 • Fabrication d'acier ou de plastique (donnée moyenne issue d'une base de données de
1030 plusieurs fabricants).
- 1031 • Transport maritime international, production de carburants, etc.

1032

1033 Pour ce projet, les données d'arrière-plan proviennent de la base de données générique ecoinvent
1034 3.10 cut-off.

1035 2.8.1.3 Données manquantes

1036 Pour les données manquantes, une recherche bibliographique a d'abord été effectuée. Des
1037 hypothèses ont été formulées si aucune information n'a été trouvée dans la bibliographie.

1038 2.8.2 EXIGENCES EN MATIERE DE QUALITE DES DONNEES

1039 2.8.2.1 Fiabilité de la source

1040 Pour chaque étape du cycle de vie, la spécification des sources des données utilisées est indiquée ci-
1041 dessous.

1042 Comme spécifié dans la section 2.8.1 précédente, les **données de premier plan** sont celles fournies
1043 par CITEO et les clients de CITEO via une collecte de données spécifiques ; les données **semi-**
1044 **spécifiques (ou également appelées proxy)** sont des données extrapolées à partir des données
1045 fournies par CITEO et les clients ou à partir d'une recherche bibliographique ; les **données d'arrière-**
1046 **plan** sont des données provenant de la base de données ecoinvent.

1047

1048 MATIÈRES PREMIÈRES → FABRICATION :

1049 **Emballage primaire ; et emballages industriels et commerciaux (secondaire et tertiaire) :**

- 1050 ○ *Données de premier plan*
 - 1051 • Masses et types de matériaux utilisés
 - 1052 • Lieu de fabrication, de finition et de conditionnement
 - 1053 • Scénarios des processus de fabrication, de finition et de conditionnement
 - 1054 • Surfaces de finition
 - 1055 • Types de transport d'approvisionnement et distances entre les usines de
 - 1056 fabrication et les sites de conditionnement
 - 1057 • Déchets pour les processus de fabrication, de finition et de conditionnement
- 1058 ○ *Données semi-spécifiques (données adaptées à partir d'hypothèses spécifiques ou de*
1059 *recherches bibliographiques) ou données d'arrière-plan :*
 - 1060 • Inventaires des matières premières
 - 1061 • Inventaires des procédés de fabrication, de finition et de conditionnement
 - 1062 • Inventaires des transports

1063

1064 DISTRIBUTION :

- 1065 ○ *Données de premier plan :*
 - 1066 • Types de transport utilisés par le marché
 - 1067 • Taux de remplissage massiques des camions pour le transport paramétré
 - 1068 • Distances moyennes selon les zones considérées dans le périmètre
- 1069 ○ *Données semi-spécifiques (données adaptées à partir d'hypothèses spécifiques ou de*
1070 *recherches bibliographiques) ou données d'arrière-plan :*
 - 1071 • Inventaire des matériaux d'emballage
 - 1072 • Inventaires des transports
 - 1073 • Masses de l'emballage tertiaire

1074

1075 FIN DE VIE :

- 1076 ○ *Données semi-spécifiques (données adaptées à partir d'hypothèses spécifiques ou de*
1077 *recherches bibliographiques) ou données d'arrière-plan :*
 - 1078 • Taux de recyclage, de mise en décharge et d'incinération, à partir de sources
 - 1079 bibliographiques ou d'étude de marché via CITEO.
 - 1080 • Inventaires du recyclage, de la mise en décharge et de l'incinération

1081 **2.8.2.2 Représentativité géographique**

1082 Les données de premier plan relatives à la fabrication et à la finition des emballages primaires ont été
1083 collectées dans la zone EUROPE par CITEO et ses clients et datent de 2024. De plus, les données
1084 associées à la fabrication et à la finition de l'emballage secondaire et tertiaires (EIC) ont été collectées
1085 dans la zone EUROPE. De la même manière ces données de premier plan ont été collectées par
1086 CITEO et ses clients : matériaux, masses et plan de palettisation. Les deux peuvent être considérés
1087 comme représentatifs de la réalité. Les détails sont précisés dans l'ICV à la section 3. Il n'existe pas

1088 de données sur l'origine des fournisseurs d'emballages tertiaires pour l'approvisionnement et la
1089 distribution, c'est pourquoi des hypothèses globales ont été prises, comme détaillé dans la Section 3.
1090
1091 Les données sont cohérentes avec le champ d'application du système défini à la Section 2.4.
1092
1093 L'alignement entre les données de premier plan et les données d'arrière-plan a été effectué selon cette
1094 procédure :

- 1095 - Lorsque les données de premier plan collectées sont géographiquement représentatives de
1096 l'EUROPE, elles ont été associées à des données géographiques d'arrière-plan de base {RER}
1097 dans la modélisation. Si elles ne sont pas disponibles, les données {GLO} ont été utilisées. Si
1098 elles ne sont pas disponibles, les données {RoW} ont été utilisées.

1099
1100 Le choix des données {GLO} ou {RoW} a une portée géographique plus large et est donc moins adapté
1101 aux données de premier plan utilisées.

1102 **2.8.2.3 Représentativité temporelle**

1103 Toutes les données de premier plan recueillies auprès de CITEO et de ses adhérents/fournisseurs
1104 datent de l'année 2024. La base de données ecoinvent 3.10 utilisée pour les données d'arrière-plan a
1105 été publiée en novembre 2023. La représentativité temporelle de la base de données ecoinvent 3.10
1106 varie selon les jeux de données : certains datent des années 1990 tandis que d'autres sont actualisés
1107 jusqu'en 2023. Cette hétérogénéité s'explique par la diversité des sources, des secteurs et des régions
1108 couvertes : les données sont mises à jour progressivement en fonction des priorités et de la
1109 disponibilité des informations.

1110 **2.8.2.4 Représentativité technologique**

1111 Les données de premier plan collectées pour les différents emballages ne sont peut-être pas
1112 totalement représentatives de toutes les solutions du marché considéré. La collecte de données pour
1113 un emballage provient d'un seul fournisseur pour chaque emballage, et non pas d'une moyenne pour
1114 le marché considéré, sur une période adéquate qui aurait été nécessaire pour compenser les
1115 fluctuations normales. Les données de premier plan sont collectées par des clients de CITEO qui
1116 produisent ou produiront les produits étudiés dans cette ACV.
1117
1118 Les données d'arrière-plan utilisées pour les processus sont des données génériques provenant de la
1119 base de données ecoinvent 3.10. Les détails sont précisés dans l'ICV à la Section 3.

1120 **2.8.2.5 Résumé des exigences en matière de qualité des données selon le PEF**

1121 Le Tableau 6 ci-dessous résume l'évaluation de la qualité des données selon les critères PEF^x
1122 explicités dans les quatre sections précédentes (précision, représentativité temporelle, géographique,
1123 temporelle et technologique) avec une note de 1 (Très bonne qualité - répond au critère à un degré
1124 très élevé, sans besoin d'amélioration) à 5 (Très mauvaise - ne répond pas au critère, une amélioration
1125 substantielle est nécessaire).
1126

Stade du cycle de vie	Précision (fiabilité de la source)	Représentativité géographique	Représentativité temporelle	Représentativité technologique
Matières premières	2	1 Informations spécifiques	1 Collecté en 2024	1 Informations spécifiques aux



	Évalué par les clients de CITEO, non vérifié			emballages et à leurs EIC respectifs
Production des emballages primaires	2 Évalué par les clients de CITEO, non vérifié	1 Informations spécifiques	1 Collecté en 2024	2 Données relatives à l'usine qui ne produit pas seulement les emballages spécifiques étudiés
Production des EIC	2 Évalué par les clients de CITEO, non vérifié	1 Informations spécifiques	1 Collecté en 2024	2 Données relatives à l'usine qui ne produit pas seulement les emballages spécifiques étudiés
Distribution	2 Distribution générique en camion sur 500 km	1 Informations spécifiques	1 Collecté en 2024	3 Informations génériques
Fin de vie des emballages primaires et EIC	3 Sur la base de la littérature	2 Périmètre géographique adapté	2 Taux prospectif 2030 <i>Voir Section 3.7 pour les sources</i>	2 Statistique pour les déchets solides municipaux non spécifiques au produit étudié

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

2.8.2.6 Complétude

Le système n'est pas complet car certaines étapes ont été exclues des limites, cependant il reste suffisamment représentatif. Les étapes exclues sont détaillées à la [Section 2.4](#).

2.8.2.7 Niveaux de fiabilité des hypothèses et arbitrages sur les données de modélisation réalisés

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

Le [Tableau 7](#) ci-dessous décrit les niveaux de fiabilité utilisés pour évaluer les hypothèses ou arbitrages sur les données formulées dans la [Section 3](#). Par soucis de lecture et de lisibilité du rapport, des acronymes TF, F, FF et PF sont utilisés.

Les arbitrages sont des hypothèses particulières qui portent (dans ce rapport) uniquement sur les choix des données de premier plan des emballages primaires.

Les arbitrages sur les données sont réalisés entre le choix d'une donnée provenant d'informations spécifiques d'une partie prenante directe du projet ou bien de mesures précises réalisées sur les produits. Ces arbitrages sont considérés de niveau très fiable (TF) lorsque le réalisateur de l'ACV peut faire le choix de la donnée retenue pour la modélisation entre plusieurs sources. En revanche, si le réalisateur de l'ACV n'a accès qu'à une seule source (fournisseur ou mesure), alors il n'y a pas d'arbitrage et le niveau de fiabilité est considéré comme fiable (F).

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 robustes. Les arbitrages réalisés entre deux ou plus sources de données issues de fournisseurs ou de mesures réelles sont considérés très fiables.
2	Fiable – F	Les hypothèses sont basées sur des données approximatives : les hypothèses sont maximisantes / désavantageuses afin d'éviter une sous-estimation des impacts. Pas d'arbitrage car une seule source de donnée disponible (fournisseur ou mesure)
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.

Tableau 7 Description des niveaux de fiabilité des hypothèses/arbitrages pour l'ICV

Dans la Section 3 le niveau de fiabilité de chaque hypothèse ou d'arbitrage de données a été détaillé à la fin de la description.

2.8.2.8 Incertitudes de la présente ACV Comparative

Les incertitudes en ACV proviennent de plusieurs sources. Il est essentiel de distinguer les incertitudes issues des données de premier plan (liées aux inventaires spécifiques à l'étude, comme les masses des emballages) et celles des données d'arrière-plan (provenant de bases de données comme ecoinvent). Les incertitudes sur les données de premier plan sont sous le contrôle de CITEO et de ses clients via les données collectées ainsi que du réalisateur de l'étude via les hypothèses et arbitrages réalisés. Elles peuvent provenir par exemple de l'incertitude liée à une mesure ou au choix d'une année de référence. Les données d'arrière-plan peuvent varier selon la représentativité géographique, temporelle et technologique. Ces deux types de données contribuent différemment à l'incertitude globale des résultats. Plus la qualité des données du projet est élevée, plus l'incertitude est faible. La qualité des données du projet a été estimée dans le Tableau 6.

C'est pourquoi, il est courant d'effectuer une analyse d'incertitude par le biais de différentes méthodologies afin de mesurer l'impact des incertitudes des données d'entrées sur les résultats et ainsi conforter la robustesse des conclusions.

La méthode Monte Carlo est couramment utilisée pour les analyses d'incertitudes. Cependant, elle est complexe à mettre en œuvre dans le cadre de ce projet aux vues du nombre d'emballages étudié et du nombre de variables d'entrée. Des analyses de sensibilités présentes dans ce rapport section 2.9, permettent de mesurer quantitativement la robustesse des conclusions sur certains paramètres influents de l'étude. Ces analyses de sensibilités ne sont pas des analyses d'incertitudes mais elles permettent de vérifier que les conclusions de l'étude restent les mêmes avec des données de premier plan d'inventaire différentes. Les données de premier plan d'entrée modifiées sont ciblées à l'avance par celui ou celle qui conduit l'étude d'ACV. Ces mêmes données de premier plan d'inventaires seraient aussi modifiées dans le cadre d'analyse d'incertitude, de manière non ciblée et toutes les autres données de premier plan ou d'arrière-plan de l'étude seraient amenées à être modifiées. Les analyses de sensibilité présentées dans ce rapport répondent donc partiellement aux enjeux des incertitudes mais ne remplacent pas une analyse d'incertitude.

Par ailleurs, les incertitudes méthodologiques (comme le choix de la méthode d'allocation ou de méthode de calcul des impacts) peuvent également affecter les résultats.

Voici un paragraphe détaillant de manière qualitative, les incertitudes liées au calcul de chacun des indicateurs sélectionnés dans cette ACV Comparative (Le niveau de robustesse de ces méthodes de calcul dans le Tableau 4) :

1. Changement Climatique - Baseline model of 100 years of the IPCC (based on IPCC 2013)

- Les modèles climatiques du GIEC, bien qu'avancés, reposent sur des scénarios d'émissions futurs, eux-mêmes sujets à des incertitudes socio-économiques et politiques. La complexité du système climatique introduit des variabilités naturelles difficiles à prédire avec exactitude. Les rétroactions climatiques, comme la libération de méthane par le pergélisol, sont des sources d'incertitude supplémentaires. Les résultats peuvent varier en fonction des modèles utilisés et des hypothèses de départ. Enfin, l'échelle temporelle de 100 ans peut masquer des variations à court terme importantes.

2. Eutrophisation en eau douce - EUTREND model (Struijs et al, 2009)

- Le modèle EUTREND, évalue l'eutrophisation à l'échelle régionale, ce qui peut masquer des variations locales importantes. Les données sur les émissions de nutriments, notamment l'azote et le phosphore, sont souvent incomplètes ou imprécises. La complexité des processus biogéochimiques dans les écosystèmes aquatiques rend difficile la modélisation précise de l'eutrophisation. Les variations saisonnières et les événements extrêmes, comme les inondations, peuvent impacter significativement les résultats. L'influence des activités humaines, comme l'agriculture et l'urbanisation, ajoute une complexité supplémentaire.

3. Usage et transformation des sols - Soil quality index based on LANCA (Beck et al. 2010 and Bos et al. 2016)

- L'indice de qualité des sols basé sur LANCA dépend de données pédologiques et de l'utilisation des terres, qui peuvent varier considérablement selon les régions. La complexité des interactions entre les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols rend difficile une évaluation exhaustive. Les pratiques agricoles et forestières, ainsi que les changements climatiques, peuvent modifier la qualité des sols de manière significative. Les données sur les stocks de carbone organique des sols, un indicateur clé de la qualité des sols, sont souvent incomplètes. Les modèles de prédiction de la qualité des sols peuvent être influencés par des facteurs locaux non pris en compte.

4. Consommation des ressources en Eau ; stress hydrique - Available WATER REMaining (AWARE) in UNEP, 2016

L'indicateur AWARE est sensible aux données de consommation et de disponibilité en eau, qui sont souvent incomplètes ou imprécises, en particulier dans les régions en développement. Les variations saisonnières et interannuelles de la disponibilité en eau peuvent être difficiles à intégrer dans les modèles. Les prélèvements d'eau souterraine, souvent mal quantifiés, peuvent avoir un impact significatif sur le stress hydrique. Les changements climatiques, en modifiant les régimes de précipitations et d'évaporation, ajoutent une incertitude supplémentaire. Les besoins en eau des écosystèmes, souvent négligés, sont difficiles à évaluer avec précision.

5. Consommation des ressources non renouvelables ; Fossiles - ADP for mineral and metal resources, based on van Oers et al. 2002 as implemented in CML, v. 4.8 (2016).

- L'indicateur ADP pour les ressources fossiles repose sur des estimations de réserves et des taux d'extraction, qui sont sujets à des révisions en fonction des découvertes et des avancées technologiques. Les données sur les ressources fossiles peuvent être influencées par des facteurs économiques et politiques, tels que les prix des matières premières et les politiques énergétiques. Les incertitudes liées à l'extraction et à la transformation des ressources fossiles peuvent impacter les résultats. Les émissions de gaz à effet de serre associées à l'extraction et à la combustion des ressources fossiles sont prises en compte séparément dans l'indicateur

1233 de changement climatique. L'épuisement des ressources fossiles est un processus complexe,
1234 influencé par des facteurs géologiques, technologiques et économiques.

1235 **6. Consommation des ressources non renouvelables ; Minéraux et Métalliques - ADP for mineral**
1236 **and metal resources, based on van Oers et al. 2002 as implemented in CML, v. 4.8 (2016).**

1237 • L'indicateur ADP pour les ressources minérales et métalliques est similaire à celui des
1238 ressources fossiles, avec des incertitudes liées aux estimations de réserves et aux taux
1239 d'extraction. La complexité de la géologie des gisements minéraux et métalliques rend difficile
1240 l'évaluation précise des ressources disponibles. Les avancées technologiques en matière
1241 d'extraction et de recyclage peuvent modifier les estimations de réserves. Les données sur les
1242 ressources minérales et métalliques peuvent être influencées par des facteurs géopolitiques,
1243 tels que les conflits et les embargos. L'impact environnemental de l'extraction et de la
1244 transformation des ressources minérales et métalliques, tel que la pollution des sols et de l'eau,
1245 n'est pas directement pris en compte dans cet indicateur.

1246 **2.9 ANALYSE DE SENSIBILITÉ**

1247 Des analyses de sensibilité sur le calcul ont été réalisées, soit pour consolider les résultats et vérifier
1248 que la variation de certaines données d'entrée ne conduit pas à des conclusions différentes, pour
1249 répondre en partie aux exigences de la norme ISO sur les incertitudes, soit pour évaluer les leviers
1250 potentiels de réduction de l'impact environnemental. De plus certaines analyses de sensibilités sont
1251 réalisées pour donner suite à une demande spécifique du client CITEO (AS1 et AS2).

1252 Pour les emballages, les analyses de sensibilités menées sont les suivantes :

- 1254 • AS1 : Variation du taux de matière recyclée et incorporée pour certains matériaux
- 1255 • AS2 : Provenance asiatique des emballages primaires
- 1256 • AS3 : Volume emballé augmenté pour la famille blister PET/Carton, sans épouser le produit

1257

1258 Ces analyses sont présentées dans la Section 4.

1259 **2.10 TYPE DE REVUE CRITIQUE**

1260 Pour répondre aux recommandations des normes ISO 14040, ISO 14044 et ISO 14071, compte tenu
1261 des objectifs de communication susmentionnés, l'ACV des emballages est soumise à une revue critique
1262 externe par un examinateur.

1263 CITEO a confié la mission de revue critique à QUANTIS :

- 1264 - Président de panel: Colin JURY – QUANTIS – jury.colin@quantis.com
- 1265 - Expert packaging: Christophe MORIN – PACK AGILE – c.morin@packagile.fr
- 1266 - Expert ACV: Gonzalo HUAROC - POLE ECO-CONCEPTION – [gonzalo.huaroc@eco-](mailto:gonzalo.huaroc@eco-conception.fr)
1267 [conception.fr](mailto:gonzalo.huaroc@eco-conception.fr)

1268

1269 La conclusion de la revue critique est détaillée dans la Section 6.

1270

1271 Le processus de revue critique d'un rapport ISO 14040 et 14044 sur l'analyse du cycle de vie (ACV)
1272 d'un produit implique une évaluation complète du rapport par un expert indépendant afin de s'assurer
1273 que l'étude répond aux normes établies par l'ISO. Le processus d'examen évalue la qualité globale du
1274 rapport, notamment l'exhaustivité des données, la méthodologie utilisée et la validité des conclusions.
1275 L'examineur évalue également la transparence et l'objectivité du rapport et s'assure que l'étude
1276 respecte les lignes directrices énoncées dans les normes ISO 14040 et 14044.

1277 Un premier rapport (appelé V1) a été soumis à l'évaluateur qui l'a lu, puis a compilé les remarques et
1278 les commentaires dans un rapport disponible en annexe. Les éditeurs de ce rapport ont pris en compte
1279 ces commentaires et ont apporté les modifications nécessaires pour proposer une deuxième version
1280 du rapport (appelée V2) qui sera relue une dernière fois avant d'être soumise à l'examineur, qui
1281 émettra ensuite un avis final de revue critique, disponible en fin de rapport.
1282

1283 **3 INVENTAIRE DU CYCLE DE VIE**

1284 La section suivante décrit les systèmes d’emballage étudiés et l’ensemble des données et des
1285 hypothèses utilisées pour les modéliser.

1286
1287 Toutes les données incluses dans les frontières du système ont été traitées : les ICV suivants
1288 permettent de considérer chaque donnée nécessaire à la modélisation du système étudié de manière
1289 spécifique ou générique (en complément d’hypothèses si besoin).

1290
1291 La légende des couleurs ci-dessous a été utilisée dans les tableaux de cette section pour en faciliter
1292 la compréhension :

- 1293 • En **orange gras**, une donnée a été créée par EVEA dans des projets antérieurs ou basée sur
1294 la bibliographie. Les inventaires de cycle de vie (ICV) de ces données spécifiques sont
1295 rapportés dans la Section 3.3.

1296
1297 Le contenu recyclé et la fin de vie des emballages primaires, industriels et commerciaux (secondaires
1298 et tertiaires) sont pris en compte selon la Circular Footprint Formula (CFF) (cf. Section 2.5).

1299
1300 Les prochaines sections contiennent la description des composants et matériaux d’emballages
1301 suivants :

- 1302 • Les packagings primaires,
1303 • Leurs EIC entre l’usine de conditionnement et les lieux de vente,
1304 • Les inventaires des matériaux, procédés de fabrication et de finition spécifiques au projet,
1305 • Les scénarii de transports considérés,
1306 • La fin de vie (recyclage, incinération, enfouissement) des emballages primaires, des EIC et des
1307 chutes de production.

1308 **3.1 – COMPOSANTS ET MATERIAUX DES EMBALLAGES PRIMAIRES**
1309 **PAR SYSTEME D’EMBALLAGE**

1310 3.1.1 HYPOTHESES GENERIQUES

1311 Pour des questions de lisibilité et de clarté, des hypothèses s’appliquant à chacun des systèmes
1312 d’emballage sont explicitées ci-dessous une seule fois afin d’alléger la lecture des prochains tableaux
1313 et pour se focaliser sur les hypothèses propres à chacun des systèmes d’emballage. Si des hypothèses
1314 sont spécifiques à certains systèmes d’emballage, ces hypothèses sont abordées dans la prochaine
1315 Section 3.1.2 afin d’avoir une vision d’ensemble.

1316

Echantillon	N°	Scénario [7][8]	N° produit	Matériau [1][6]	Masse composant (g) [2]	Pourcentage de matière recyclé (%) [5][10]	Pourcentage de chute production (%) [2][3]	Procédé de fabrication [6]	Procédé de finition [6][4]	Surface de finition (cm²)	Masse totale (g)	Volume (cm3) [9]	Masse totale / volume (g/cm3)
-------------	----	--------------------	---------------	--------------------	-------------------------------	---	---	----------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	------------------------	---------------------	-------------------------------------

- 1317
1318 [1] Pour les matières premières, les données d’arrière-plan "market for" ont été utilisées, qui
1319 comprennent un transport d’approvisionnement moyen pour la géographie considérée ainsi
1320 qu’une moyenne des données de production de matières premières qui reflètent la réalité
1321 industrielle du marché. Pour la géographie considérée, les données "RER" ont été utilisées car
1322 dans le cas des clients de CITEO qui sont metteurs sur le marché d’emballages en France,



l'origine des matières premières est généralement européenne. Une analyse de sensibilité a été menée pour étudier une origine asiatique des matières premières. Si les données "RER" ne sont pas disponibles, les données "GLO" ont été sélectionnées. Pour les procédés de fabrication, seules les données "RER" ont été sélectionnées sauf contre-indication pour un système d'emballage en particulier (TF)

[2] La quantité de matière incluse dans la colonne "Masse composant (g)" ne comprend pas la quantité de rebut, celui-ci est ajouté séparément avec le ratio spécifique dans la colonne "Pourcentage de chute de production". (TF)

[3] Les clients n'ont pas tous fourni de taux de chutes de production pour leurs différents processus de fabrication. Ce paramètre étant important pour un certain nombre d'emballages, notamment ceux en cartons qui ont une forme rectangulaire ou bien qui sont ajourés par endroit. Ces taux de pertes sont spécifiques au design d'emballage, ils s'appliquent sur toutes les parties découpées de carton plat ou de film plastiques utilisées dans les emballages primaires. La démarche suivante a donc été adoptée :

- a. Les taux de pertes spécifiques des clients ont été utilisés lorsque cette information a été transmise et jugée cohérente après croisement avec les échantillons physiques reçus par EVEA (TF),
- b. En cas de non-transmission de taux de pertes spécifique de la part du client, EVEA a estimé le taux de perte à partir des échantillons d'emballages reçus. L'approche par « surface » a été retenue, c'est-à-dire que la surface couverte par les dimensions maximales de l'emballage dans deux directions orthogonales a été retranchée à la surface réelle occupée par l'emballage pour obtenir la surface de chute et donc le taux de chute de production maximal (F), (hypothèse EVEA)
- c. En plus des taux de pertes propres au design, des taux de pertes propres aux procédés de fabrication ont été appliqués. Ces taux de pertes génériques ont pu être utilisés depuis les données d'inventaire de transformation présents dans ecoinvent.
 - Pour le processus d'injection plastique, le taux de perte appliqué est issu de la base de données ecoinvent, à savoir 0,6%. (TF)
 - Pour le processus d'extrusion, le taux de perte appliqué est issu de la base de données ecoinvent, à savoir 2,4%. (TF)
 - Pour le processus de thermoformage, le taux de perte appliqué est issu de la base de données ecoinvent, à savoir 6%. (TF)
 - Pour le processus de flowpackage, le taux de perte appliqué a été estimé à 2% par EVEA. (F)
 - Pour la cellulose, un taux de perte de 1% a été appliqué (valeur partagée par un fabricant confidentiel) mais ces pertes «de matières » sont réintégrées dans le cycle suivant. Aucune perte matière n'est donc considérée, mais les pertes électriques et d'eau sont bien considérées. (F)

[4] Des hypothèses ont été émises concernant les données de finition :

- a. Les clients n'ont pas tous fourni de surface pour les différents processus de finitions. Ces surfaces sont spécifiques au design d'emballage. La démarche suivante a donc été adoptée :
 - Les surfaces de finition spécifiques des clients ont été utilisés lorsque cette information a été transmise et jugée cohérente après croisement avec les échantillons physiques reçus par EVEA. (TF)
 - En cas de non-transmission de taux de pertes spécifique de la part du client, EVEA a estimé le taux de perte à partir des échantillons d'emballages reçus. (TF) (hypothèse EVEA)

- Pour tous les scénarii, un taux de couverture de 100% de la finition a été considéré (hypothèse EVEA maximisante). (TF)

- b. Deux technologies d'impression sont utilisées : l'impression offset et l'impression flexographie. Les inventaires de cycle de vie n'étant pas présent dans la base de données ecoinvent, EVEA a généré des inventaires spécifiques pour ces données. Ces données spécifiques sont rapportées dans la Section 3.3. (TF)
- c. Vernis thermoscellant : Les blisters carton/PET (emballages de référence) utilisent du vernis thermoscellant pour coller la coque PET sur la carte en carton plat. Aucun client n'a été en mesure de fournir des données spécifiques sur la composition d'un vernis thermoscellant. Le proxy « Polyurethane adhesive {GLO} market for polyurethane adhesive | Cut-off, S » a donc été utilisé pour l'ensemble des scénarios car des produits commerciaux^{xi,xii} de vernis thermoscellant à base d'eau, spécifiquement conçus pour le collage à chaud de PET ou PVC sur du carton sont formulés à base de polyuréthane. Les clients n'ont pas tous pu collecter la masse de vernis thermoscellant utilisée, cette masse a été évaluée à 3% relativement à la masse de carton pour un client (6 g/m² minimum selon un fabricant de vernis^{xiii} pour un carton de 200 g/m²). L'hypothèse conservatrice d'appliquer une masse de 10 g/m² soit un taux de 5% à l'ensemble des blisters PET/carton a été émise. (F)
- d. Vernis brillant : aucun client n'a été en mesure de fournir des données spécifiques sur la composition d'un vernis brillant. Le proxy « Acrylic varnish, with water, in 53% solution state {RER} market for acrylic varnish, with water, in 53% solution state | Cut-off, S » a donc été utilisé pour l'ensemble des scénarii. (F)

[5] Intégration de recyclé : le facteur R1 est expliqué dans la CFF, voir Section 2.5.

Nota : Tous les R1 sont fixés à 0% dans le cas de base pour ne pas privilégier les choix spécifiques de chaque client et pour comparer sur un même pied d'égalité les designs intrinsèques pour chaque scénario. Les taux de recyclage R1 seront fixés arbitrairement à 50% dans une analyse de sensibilité dédiée. (TF)

[6] Les données matériaux, les données procédées et les données finitions sont les données d'ecoinvent appelées pour le composant. **Certaines données peuvent être des données qui ont été créées par EVEA.** Le détail des données d'arrière-plan utilisées dans ce projet est donné dans le Tableau 10. (TF)

[7] Un même scénario de transport est considéré pour tous les scénarios entre l'usine de conditionnement et le lieu de vente du produit, à savoir 500 km en camion selon la donnée « Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RER} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 | Cut-off, S ». De ce fait, ce procédé est appelé pour chaque emballage, pour 500km et pour la masse du système d'emballage concernée (emballage primaire, secondaire et tertiaire compris).^{xiv} (TF)

[8] Un même scénario de transport est considéré pour tous les scénarios entre l'usine de production et l'usine de conditionnement, à savoir 300 km en camion (recommandation section 7.14.2 du PEF^x) selon la donnée « Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RER} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 | Cut-off, S ». De ce fait, ce procédé est appelé pour chaque emballage, pour 300km et pour la masse du système d'emballage concernée (seulement emballage primaire compris). (TF)

[9] La donnée associée au volume emballé est soit issue de la collecte par les clients de CITEO, soit par EVEA via les échantillons d'emballage qui ont été fournis. Le Tableau 9 détaille la manière dont l'information est collectée pour le volume emballé. Dans le cas où EVEA collecte un volume emballé, différentes méthodes sont utilisées en fonction du type d'emballage.

- a. Emballage parallélépipédique : c'est le cas le plus simple puisqu'il suffit de mesurer la longueur, la largeur et la hauteur puis de multiplier ces quantités entre elles pour obtenir le volume emballé.
- b. Emballage forme complexe
- Imperméable : si l'emballage est constitué d'un matériau pouvant contenir de l'eau alors le volume est calculé à partir de la mesure de la masse d'eau qu'il peut accueillir et le volume est alors obtenu grâce à la masse volumique de l'eau.

1426 - Perméable : si l'emballage n'est pas résistant à l'eau alors une méthode similaire
1427 est utilisée à la différence qu'ici l'emballage est rempli avec du sucre en poudre. De la
1428 même manière, la masse de sucre pouvant être accueillie est mesurée. Puis grâce à la
1429 masse volumique du sucre en poudre, le volume emballé est déterminé.

1430 [10] Recyclabilité des composants : le facteur R2 est expliqué dans la CFF, voir Section 2.5,
1431 et est détaillé dans le Tableau 13. Pour tous les emballages, dans le cas d'un emballage
1432 monomatériau celui-ci a été considéré recyclable à hauteur des taux en vigueur en France, voir
1433 Tableau 15. Dans le cas d'un emballage multi matériaux, le composant principal a été considéré
1434 recyclable et les composants secondaires non recyclables à moins qu'ils soient facilement
1435 séparables et effectivement séparés dans la réalité. L'emballage de référence « Blister
1436 PET/carton » n'est pas considéré recyclable si la masse de carton est inférieure à 70% de la
1437 masse totale de l'emballage. La valeur de 70% est celle pressentie dans la mise à jour de la
1438 PPWR, qui a été actée en 2025. Dans le cas où la masse de carton représente plus de 70% de
1439 la masse totale alors la partie carton est considérée recyclable mais la coque PET n'est pas
1440 considérée recyclable. La recyclabilité de chaque composant d'emballage considérée dans
1441 cette étude est détaillée Tableau 13.
1442

1443 **Pour chacun des systèmes d'emballage étudiés, voici ci-dessous la source des données et**
1444 **description complémentaire :**

- 1445 • Tous les composants, les données relatives aux matériaux, les processus de fabrication et de
1446 finition sont dérivés des données issues des clients de CITEO.
1447 Nota : la plupart des clients ont été en mesure de fournir des échantillons à EVEA. A partir de
1448 ces échantillons, EVEA a pu vérifier les données collectées par les clients et collecter les
1449 données supplémentaires que le client n'avait pas pu collecter. (TF)

1450 3.1.2 HYPOTHESES SPECIFIQUES

1451 Dans le cas où il y a des hypothèses spécifiques à certains emballages, ces hypothèses sont abordées
1452 dans cette section.

- 1453 • La donnée associée au procédé de mise en forme de polymère souple « flowpackage » :
 - 1454 ○ Considère dans sa construction que les deux côtés de l'emballage subissent ce
1455 traitement (soudure). Pour certains emballages seulement un côté est soudé. En
1456 conséquence, 50% de cette mise en forme est appliquée pour que la modélisation soit
1457 représentative de l'emballage considéré. (F)
 - 1458 ○ Un taux de chute de production de 2% a été appliqué arbitrairement pour ce procédé.
1459 (F)
- 1460 • Pour la famille d'emballage 5, les barquettes en cellulose moulées, la mise en forme
1461 (thermoformage) est comprise dans la donnée spécifique collectée. (TF)

1462 3.1.3 DONNEES DE PREMIER PLAN POUR LES EMBALLAGES PRIMAIRES

1463 Afin d'avoir une vision globale des différences entre les emballages primaires et notamment des
1464 masses en jeu, le Tableau 8 suivant reprend la composition et masses de chaque emballage primaire.
1465 Un code couleur a été utilisé pour rendre compte de la fiabilité des données collectées. La légende de
1466 ce code couleur est détaillée Tableau 9.

Echantillon	N°	Scénario	N° produit	Matériau	Masse composant (g)	Pourcentage de matière recyclé (%)	Pourcentage de chute production (%)	Procédé de fabrication	Procédé de finition	Surface de finition (cm ²)	Masse totale (g)	Volume (cm3)	Masse totale / volume (g/cm3)
Oui	1	Blister carton + PET	1.1	Carton plat	3,3	100%	11%	Découpe carton	Vernis thermoscellant + Impression offset	234	7,0	95,3	0,073
				aPET	3,7	100%	6%	Thermoformage					
Oui			1.2	Carton plat	3,9	100%	1%	Découpe carton	Vernis thermoscellant + Impression offset	236	5,9	50,0	0,118
				aPET	2,0	0%	6%	Thermoformage					
Oui			1.3	Carton plat	3,1	0%	3%	Découpe carton	Vernis thermoscellant + Impression offset	180	4,4	25,1	0,176
				aPET	1,3	70%	6%	Thermoformage					
Oui			1.4	Carton plat	8,5	0%	1%	Découpe carton	Vernis thermoscellant + Impression offset	674	18,8	168,6	0,111
				aPET	10,3	0%	6%	Thermoformage					
Oui			1.5	Carton plat	8,5	0%	1%	Découpe carton	Vernis thermoscellant + Impression offset	674	23,0	352,0	0,065
				aPET	14,5	0%	6%	Thermoformage					
Non	2	Blister inversé	2.1	Carton plat	8,0	48%	15%	Découpe carton	Impression offset	230	8,0	88,7	0,090
Oui			2.2	Carton plat	7,5	95%	17%	Découpe carton	Impression offset	512	7,5	56,0	0,134
Oui			2.3	Carton plat	7,8	100%	34%	Découpe carton	Impression offset	206	7,8	85,4	0,091
Non			2.4	Carton plat	18,4	100%	6%	Découpe carton	Impression offset	494	18,4	436,6	0,042
Non			2.5	Carton plat	12,0	88%	7%	Découpe carton	Impression offset	242	12,1	167,4	0,073
				PP	0,1	0%	20%	Extrusion		-			
Oui			2.6	Carton plat	8,1	88%	3%	Découpe carton	Impression offset	298	8,1	106,1	0,077
Oui	3	Etui carton	3.1	Carton plat	12,1	100%	26%	Découpe carton	Impression offset	636	12,1	382,5	0,032
Non			3.2	Carton plat	36,8	30%	34%	Découpe carton	Impression offset	661	56,9	902,7	0,063
Non				Carton ondulé	20,1	100%	2%	Découpe carton		-			
Oui			3.3	Carton plat	9,9	95%	24%	Découpe carton	Impression offset	506	9,9	130,0	0,076
Oui			3.4	Carton plat	8,8	100%	45%	Découpe carton	Impression offset	245	8,8	85,4	0,103

Oui			3.5	Carton plat	20,3	0%	12%	Découpe carton	Impression offset	793	20,3	255,0	0,080
Non	4	Carton + liens	4.1	Carton plat	21,7	0%	5%	Découpe carton	Impression offset	340	25,2	105,5	0,239
				Nylon	2,0	0%	5%	Injection	-	-			
				PEBD	1,5	0%	5%	Extrusion	-	-			
Non	5	Cellulose moulée	5.1	Cellulose	8,0	100%	1%	Thermoformage cellulose	-	-	8,3	146,5	0,057
				aPET	0,3	0%	2,40%	Extrusion	Impression flexo	96			
Oui	6	Souple papier.PP transp	6.1	Papier	1,5	0%	1%	Laminage	Impression offset	240	2,0	149,0	0,013
				PP	0,4	0%		Extrusion + laminage	Vernis brillant	240			
				Colle Pu	0,1	0%		-	-	-			
Oui	7	Souple papier.PE opaque	7.1	Papier	1,8	0%	1%	Flowpackage	Impression offset	240	2,4	126,0	0,019
				PEBD film	0,6	0%	2,40%	Extrusion	-	-			
Oui	8	Souple PP	8.1	PP	5,4	0%	1%	Extrusion + flowpackage (1 côté)	Impression flexo	315	5,8	414,1	0,014
				Papier	0,4	0%	18%	-	-				
Oui			8.2	PP	1,2	0%	1%	Extrusion + flowpackage	Impression offset	240	1,3	85,4	0,015
				Colle PU	0,1	0%	1%	-					
Oui			8.3	PP	3,8	0%	0%	Extrusion + flowpackage	-	-	13,8	700,0	0,020
				Carton plat	10,0	0%	6%	Découpe carton	Impression offset	306			
Oui			8.4	PP	1,1	0%	1%	Extrusion + flowpackage	Impression offset	240	1,2	86,6	0,013
				Colle Pu	0,1	0%	1%	-	Verni brillant	-			
Non	9	Vrac sans display	9.1	Carton plat	43,0	80%	5%	Découpe carton	Impression offset	700	43,0 [1]	1120,0	0,038
Non			9.2	Carton plat	15,0	0%	5%	Découpe carton	Impression offset	467	15,0 [1]	500,0	0,030
Oui	10	Vrac avec display	10.1	Carton plat	40,7	100%	44%	Découpe carton	Impression offset	1076	43,1 [1]	1365,0	0,032
				Papier	0,1	0%	5%	Découpe carton	Impression offset	17			
				PEBD	2,3	0%	2%	Extrusion	-	-			

1468

Tableau 8 Tableau synthétique des données de premier plan sur les emballages primaires



[1] La notion d’emballage primaire ou secondaire pour les emballages vrac sans display est assez subtile. En effet, les emballages primaires pour cette catégorie d’impact ne sont pas forcément présents dans les rayons (même si cela peut être le cas pour certains). D’un autre côté ces emballages sont en contact direct avec le produit et peuvent aussi être considérés comme des emballages primaires. Dans cette étude, le choix a été fait de considérer ces emballages comme des primaires, pour faciliter la comparaison avec les autres emballages (et présenter plus facilement tous les éléments dans ce même Tableau 8) quand bien même cette considération peut laisser à débattre.

Le Tableau 8, regroupe toutes les données de premier plan associées à chaque emballage primaire : matériau, pourcentage de matière recyclé, pourcentage de chute de production, etc. Les différentes informations sont issues non seulement des fichiers de collectes remplis par les clients de CITEO mais aussi des échantillons fournis à EVEA, puis mesurés. Ces deux sources d’informations sont précieuses pour la collecte de donnée spécifique à chaque emballage et permettent de différencier une échelle à deux niveaux sur la fiabilité des arbitrages réalisés sur les données : très fiable (TF) et fiable (F). En effet, dans le cas où le client a rempli le fichier de collecte et qu’EVEA a analysé l’échantillon, l’information collectée est considérée comme robuste. Cette situation conduit à deux cas :

- La valeur collectée par le client et par EVEA est identique ou proche, la valeur collectée par le client est retenue. C’est le cas de figure conduisant à l’information la plus robuste et est identifié par le code couleur **vert** dans le Tableau 9. (TF)
- La valeur collectée par le client et par EVEA ne sont pas identiques ou suffisamment proches, la valeur collectée par EVEA est retenue. Cela conduit à une information robuste et est identifié par le code couleur **vert clair** dans le Tableau 9. (TF)

Dans le cas où le fournisseur n’a pas collecté l’information et qu’il a été fourni à EVEA un échantillon à étudier. Cela permet de mesurer de manière fiable les informations essentielles, ce qui est représenté par la couleur **jaune claire** dans le Tableau 9. Cette situation conduit à un niveau d’information robuste. (F)

Enfin, si le fournisseur a collecté l’information et communiqué à travers le fichier de collecte et qu’aucun échantillon n’a été fourni à EVEA à des fins de vérification, cela aboutit à un niveau de fiabilité d’information considéré comme le moins robuste dans le Tableau 9. Cependant, la fiabilité de ce type de données est suffisante pour mener à bien une ACV (les données collectées ne sont pas toujours vérifiées par l’intermédiaire d’échantillon). Cette situation est représentée par le code couleur **orange clair**. (F)

Légende
Collecté par le fournisseur et mesuré par EVEA à partir des échantillons, valeur fournisseur retenue
Collecté par le fournisseur et mesuré par EVEA à partir des échantillons, valeur EVEA retenue
Non collecté par le fournisseur et mesuré/estimé par EVEA à partir des échantillons, valeur EVEA retenue
Collecté par le fournisseur, valeur fournisseur retenue , EVEA n'a pas pu vérifier

1503

Tableau 9 Légende concernant la source d'information associé au **Tableau 8**

1504 3.1.4 DONNEES D'ARRIERE-PLAN POUR LES EMBALLAGES PRIMAIRES

1505 Le **Tableau 10** représente les données d'arrière-plan utilisées pour les matières premières, les
 1506 processus et les finitions. Ces données sont soit issues directement d'ecoinvent, soit elles ont été
 1507 créées par EVEA (représentées en **orange gras**) dans des projets antérieurs ou basées sur la
 1508 bibliographie. Les données créées par EVEA sont détaillées dans la section 3.3.

1509

Nom de la donnée	R1 (% de recyclé incorporé)	Donnée d'arrière-plan utilisée dans la modélisation	Donnée de transport (market)
Matières premières			
aPET	0%	Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {RER} polyethylene terephthalate production, granulate, amorphous Cut-off, S	Même scenario de transport que dans "Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {GLO} market for polyethylene terephthalate, granulate, amorphous Cut-off, U"
aPET	50%	Polyethylene terephthalate amorphous recycled 50% {RER} market EVEA CFF - v3.10	Même scenario de transport que dans "Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {GLO} market for polyethylene terephthalate, granulate, amorphous Cut-off, U"
Carton ondulé	0%	Corrugated cardboard recycled 0% {RER} market EVEA CFF - v3.10	Même scenario de transport que dans "Corrugated board box {RER} market for corrugated board box Cut-off, U"
Carton ondulé	50%	Corrugated cardboard recycled 50% {RER} market EVEA CFF - v3.10	Même scenario de transport que dans "Corrugated board box {RER} market for corrugated board box Cut-off, U"
Carton plat	0%	Solid bleached and unbleached board carton {RER} solid bleached and unbleached board carton production Cut-off, S	Même scenario de transport que dans "Solid bleached and unbleached board carton {RER} market for solid bleached and unbleached board carton Cut-off, U"
Carton plat	50%	Flat cardboard recycled 50% {RER} market EVEA CFF - v3.10	Même scenario de transport que dans "Solid bleached and unbleached board carton {RER} market for solid bleached and unbleached board carton Cut-off, U"
Cellulose	0%	Cellulose R1=0% EVEA	Même scenario de transport que dans "Sulfate pulp, unbleached {RER} market for sulfate pulp, unbleached Cut-off, U"
Cellulose	50%	Cellulose R1=50% EVEA	Même scenario de transport que dans "Sulfate pulp, unbleached {RER} market for sulfate pulp, unbleached Cut-off, U"
Colle PU	0%	Polyurethane adhesive {GLO} market for polyurethane adhesive Cut-off, S	N/A
PEBD	0%	Polyethylene, low density, granulate {RER} polyethylene production, low density, granulate Cut-off, S	Même scenario de transport que dans "Polyethylene, low density, granulate {GLO} market for polyethylene, low density, granulate Cut-off, U"
PEBD	50%	Polyethylene low density recycled 50% {RER} market EVEA CFF - v3.10	Même scenario de transport que dans "Polyethylene, low density, granulate {GLO} market for polyethylene, low density, granulate Cut-off, U"
Nylon	0%	Nylon 6-6 {RER} market for nylon 6-6 Cut-off, S	N/A
Papier	0%	Kraft paper {RER} kraft paper production Cut-off, S	Même scenario de transport que dans "Kraft paper {RER} market for kraft paper Cut-off, U"
Papier	50%	Kraft paper recycled 50% {RER} market EVEA CFF - v3.10	Même scenario de transport que dans "Kraft paper {RER} market for kraft paper Cut-off, U"
PP	0%	Polypropylene, granulate {RER} polypropylene production, granulate Cut-off, S	Même scenario de transport que dans "Polypropylene, granulate {GLO} market for polypropylene, granulate Cut-off, U"
PP	50%	Polypropylene recycled 50% {RER} market EVEA CFF - v3.10	Même scenario de transport que dans "Polypropylene, granulate {GLO} market for polypropylene, granulate Cut-off, U"
Matières premières EIC			

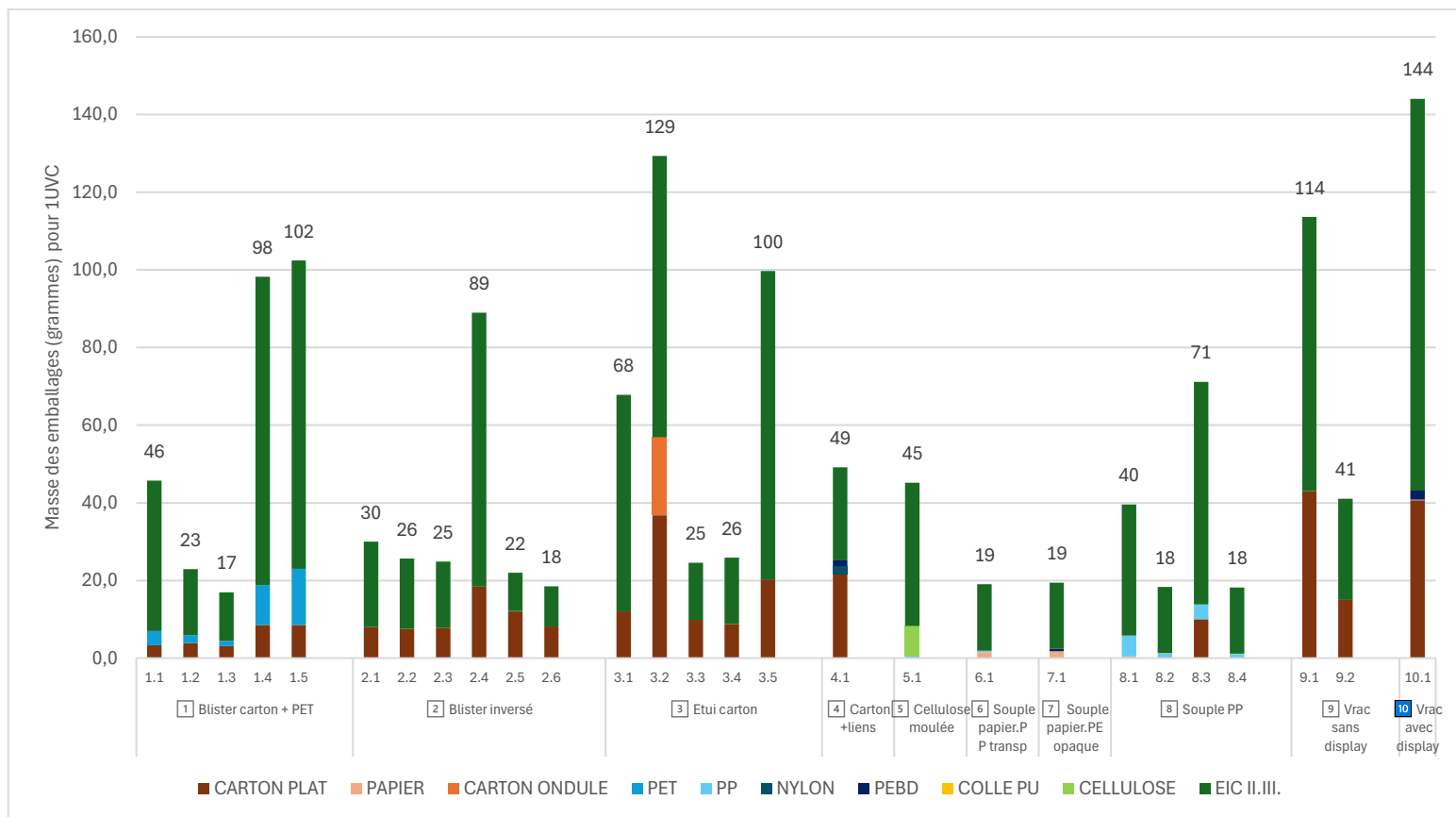
aPET	0%	Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {RER} polyethylene terephthalate production, granulate, amorphous Cut-off, S	Même scenario de transport que dans "Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {GLO} market for polyethylene terephthalate, granulate, amorphous Cut-off, U"
Film PEBD	0%	Polyethylene, low density, granulate {RER} polyethylene production, low density, granulate Cut-off, S	Même scenario de transport que dans "Polyethylene, low density, granulate {GLO} market for polyethylene, low density, granulate Cut-off, U"
Carton ondulé	0%	Corrugated cardboard recycled 0% {RER} market EVEA CFF - v3.10	Même scenario de transport que dans "Corrugated board box {RER} market for corrugated board box Cut-off, U"
Palette	0%	EUR-flat pallet {RER} market for EUR-flat pallet Cut-off, S	N/A
Papier	0%	Kraft paper {RER} kraft paper production Cut-off, S	Même scenario de transport que dans "Kraft paper {RER} market for kraft paper Cut-off, U"
Procédés de fabrication			
Découpe carton	N/A	Déjà inclus dans les données matière	N/A
Extrusion	N/A	Extrusion, plastic film {RER} extrusion, plastic film Cut-off, S	N/A
Flowpackage	N/A	Flowpackage {RER} EVEA	N/A
Injection	N/A	Injection moulding {RER} injection moulding Cut-off, S	N/A
Lamination	N/A	Lamination {RER} (sans binder) EVEA	N/A
Thermoformage	N/A	Thermoforming of plastic sheets {GLO} market for thermoforming of plastic sheets Cut-off, S	N/A
Thermoformage cellulose	N/A	Déjà inclus dans les données matière	N/A
Finitions			
Impression offset	N/A	Impression offset RER EVEA	N/A
Impression flexo	N/A	Impression en flexographie {GLO} EVEA	N/A
Vernis brillant	0%	Acrylic varnish, with water, in 53% solution state {RER} market for acrylic varnish, with water, in 53% solution state Cut-off, S	N/A
Vernis thermoscellant	0%	Acrylic varnish, with water, in 53% solution state {RER} market for acrylic varnish, with water, in 53% solution state Cut-off, S	N/A

1510 **Tableau 10 Données d'arrière-plan utilisées dans la modélisation pour les matières premières,**
1511 **procédé de fabrication et finitions**

1512 3.1.5 MASSES DES SYSTEMES D'EMBALLAGES (PRIMAIRE + EIC)

1513 La Figure 4 représente les masses d'emballages primaires en fonction de leur composition pour une
1514 UVC (dans le cas particulier du vrac, l'UVC est l'emballage vrac dans son intégralité, pouvant contenir
1515 plusieurs produits).

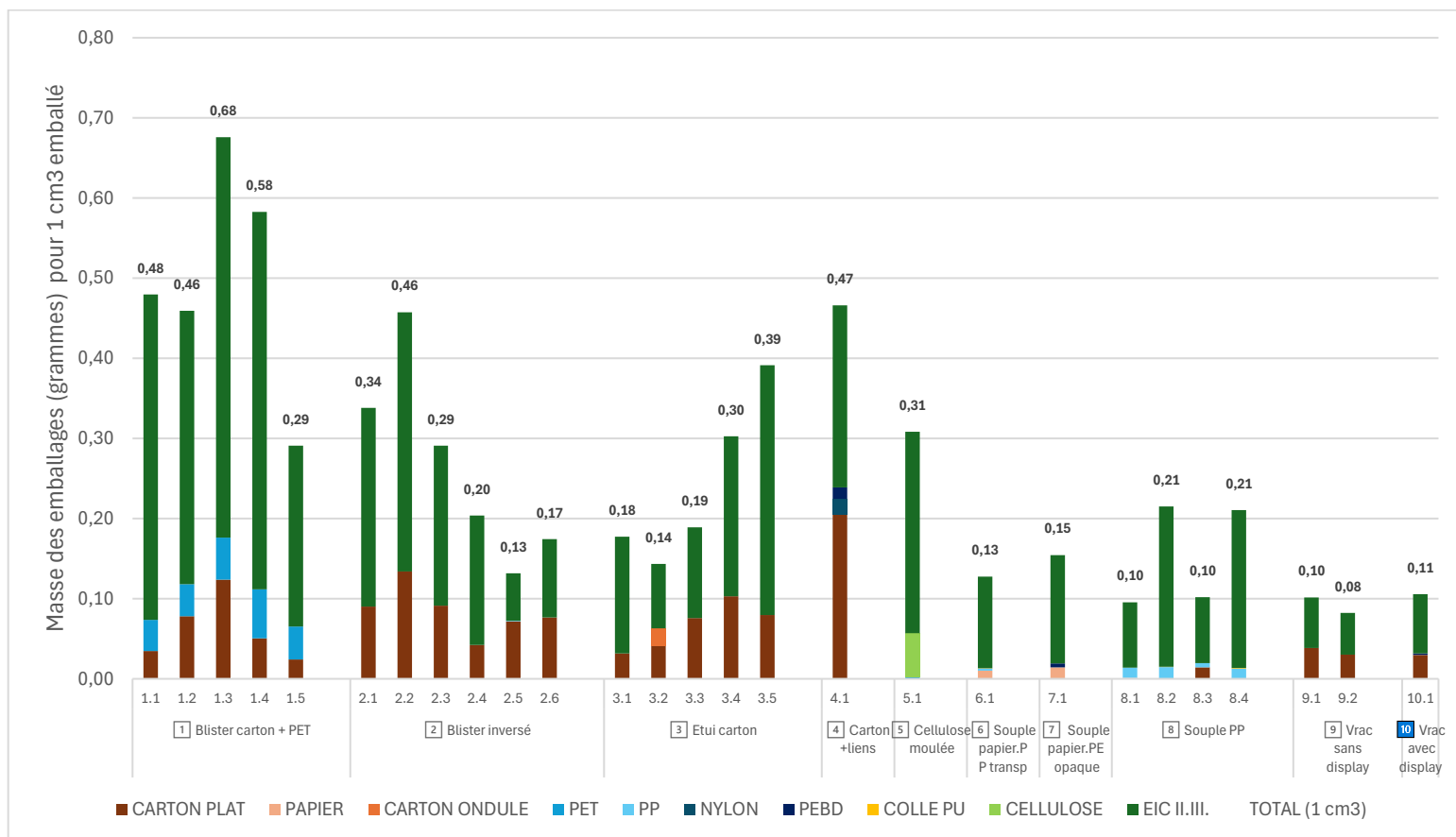
1516



1518 **Figure 4 Masses des emballages pour 1 UVC (en g)**

1519 Le graphique [Figure 4](#) ne permet pas de mettre en évidence des généralités ou des tendances par
 1520 typologie d'emballage, d'autant plus qu'ici les UVC présentés ne sont pas comparables entres elles
 1521 (pas les mêmes produits, donc dimensions différentes). Cependant, on constate que la masse d'EIC
 1522 est largement supérieure à la masse d'emballage primaire pour tous les scénarii.

1523 Pour mieux se rendre compte d'une potentielle tendance, le même graphique ramené à l'UF considéré
 1524 dans cette étude est présenté [Figure 5](#).



1527

Figure 5 Masse des emballages pour 1 cm3 emballé (en g)

1528 La Figure 5, permet de dégager des tendances significatives quant à la masse des emballages par
 1529 typologie. Le scénario de référence **blister PET/carton** présente globalement le ratio masse
 1530 emballage sur volume emballé le plus élevé (0.50 g/cm³ emballé en moyenne), suivi de la famille 2 :
 1531 les **blisters inversés** (0.32 g/cm³ emballé en moyenne), puis les **étuis carton** (famille 3) avec en
 1532 moyenne 0.24 g d'emballage par cm³ emballé.

1533 De plus, les **familles 8 et les vracs (9 et 10 ensembles)** semblent présenter la meilleure performance
 1534 « masse emballage / volume emballé ». Ces familles ont respectivement un ratio de 0.16 et 0.10 g par
 1535 cm³ emballé en moyenne.

1536 Les familles 4, 5, 6 et 7 ont un ratio intermédiaire et ne sont représentées que par un seul échantillon,
 1537 il n'est donc pas possible d'établir une moyenne pertinente. Cependant, la famille 4 présente un ratio
 1538 très élevé (0.47 g/cm³ emballé), ce qui est dû au fait que cet emballage ne présente pas réellement
 1539 de volume emballé (volume du produit). Le ratio de la famille 5 (0.31 g/cm³ emballé) se rapproche de
 1540 la moyenne des famille 2 et 3 : familles d'emballages carton. Les familles 6 et 7 (0.13 et 0.15 g/cm³
 1541 emballé) ont un ratio se rapprochant grandement de la moyenne de la famille 8 : emballages souples.
 1542 Néanmoins, une grande variabilité est observée sur la quantité d'échantillon représentant chaque
 1543 famille, ce qui doit être pris en compte lors de l'analyse sur les moyennes des ratios.

1544 3.2 – COMPOSANTS ET MATERIAUX DES EMBALLAGES INDUSTRIELS 1545 ET COMMERCIAUX (EIC) PAR EMBALLAGE

1546 3.2.1 HYPOTHESES GENERIQUES

1547 Pour des questions de lisibilité et de clarté, des hypothèses s'appliquant à chacun des emballages
1548 sont expliquées ci-dessous une seule fois afin d'alléger la lecture des prochains tableaux et se focaliser
1549 sur les hypothèses propres à chacun des systèmes d'emballage.

N°	Scénario	N° produit	Catégorie	Matériau + procédé [1] [3] [4]	Nbr d'emballages I dans l'emballage II et/ou III	Masse emballage II ou III (g) [2] [6]	Masse totale d'emballage II et III par I (g)
----	----------	------------	-----------	---	--	---	--

1550

1551 [1] Pour les matières premières, les données "market for" ont été utilisées, qui comprennent un
1552 transport d'approvisionnement moyen pour la géographie considérée ainsi qu'une moyenne
1553 des données de production de matières premières qui reflètent la réalité industrielle du marché.
1554 Pour la géographie considérée, les données "RER" ont été utilisées car les fournisseurs de
1555 matières premières sont situés en Europe. Si les données "RER" ne sont pas disponibles, les
1556 données "GLO" ont été sélectionnées. (TF)

1557 [2] La quantité de matière incluse dans la colonne "Masse emballage II ou III (g)" ne comprend
1558 pas la quantité de rebut, celui-ci est considéré directement dans la donnée ecoinvent utilisée
1559 (matières carton) ou bien ajouté pour les matières transformées : 2,4% pour l'extrusion du film
1560 PEBD et 6% pour le thermoformage de la barquette PET. (TF)

1561 [3] Intégration de recyclé : le facteur R1 est expliqué dans la CFF, voir Section 2.5.
1562 Nota : Tous les R1 sont fixés à 0% pour ne pas privilégier les choix spécifiques de chaque client
1563 et pour comparer sur un même pied d'égalité les designs intrinsèques pour chaque scénario.
1564 (TF)

1565 [4] Recyclabilité des composants : le facteur R2 est expliqué dans la CFF, voir Section 2.5. Tous
1566 les composants d'EIC sont considérés recyclables sans exception, à hauteur des taux en
1567 vigueur en France (voir Tableau 15).

1568 [5] Les données matériau sont les données d'ecoinvent ou bien EVEA appelées pour le
1569 composant. Les données d'arrière-plan sont détaillées Tableau 10. A noter que les procédés
1570 de mise en forme pour les matériaux des EIC sont directement compris dans la donnée
1571 matériau :

1572 a. aPET thermoformé correspond à la matière PET qui a été mise en forme avec un
1573 procédé de thermoformage, les chutes de production associées sont prises en compte
1574 b. Film PEBD correspond à la matière PEBD avec un procédé d'extrusion film, les chutes
1575 de production associées sont prises en compte (TF)

1576 [6] La quantité de film PEBD appelé pour une palette est la même quel que soit l'emballage
1577 considéré. Cette dernière est une moyenne de toutes les masses de PEBD fourni lors de la
1578 collecte de donnée. Ce choix est en accord avec les objectifs de l'étude puisqu'ici, le but est de
1579 considérer les EIC sans pénaliser un emballage primaire du fait des mauvaises pratiques
1580 concernant la palettisation de ce dernier. De la même manière, toutes les palettes sont
1581 considérées comme toute faisant 25kg (palette format Europe) et utilisées 25 fois en moyenne
1582 (source : *). (TF)

1583 3.2.2 TABLEAU RECAPITULATIF DES EIC

1584 Afin d'avoir une vision globale des différences entre les systèmes d'EIC et notamment des masses en
1585 jeu et l'optimisation de la palettisation associée à un design d'emballage primaire, le Tableau 11 suivant
1586 reprend la composition et masses de chaque EIC.

N°	Scénario	N° produit	Catégorie	Matériau + procédé	Nbr d'emballages I dans l'emballage II ou III	Masse emballage II ou III (g) [3]	Masse totale d'emballage II et III par I (g) [3]
1	Blister carton + PET	1.1	II	Carton ondulé	6	70	38,7
			III	Film PEBD	936	300	
			III	Palette	936	25000	
		1.2	II	Carton ondulé	160	604	17,1
			II	Carton ondulé	20	68	
			III	Film PEBD	2560	300	
		1.3	III	Palette	2560	25000	12,5
			II	aPET thermoformé	12	12	
			II	Carton ondulé	12	71	
		1.4	III	Film PEBD	4512	300	79,4
			III	Palette	4512	25000	
			II	Carton ondulé	4	74	
		1.5 [1]	II	Carton ondulé	24	409	79,4
			III	Film PEBD	576	300	
			III	Palette	576	25000	
			II	Carton ondulé	4	74	
2	Blister inversé	2.1	II	Carton ondulé	12	89	22,0
			II	Carton ondulé	840	600	
			III	Carton ondulé	315	1200	
			III	Film PEBD	2520	300	
		2.2	III	Palette	2520	25000	18,1
			II	Carton ondulé	10	80	
			III	Film PEBD	2500	300	
		2.3	III	Palette	2500	25000	17,1
			II	Carton ondulé	160	604	
			II	Carton ondulé	20	68	
		2.4	III	Film PEBD	2560	300	70,5
			III	Palette	2560	25000	
			II	Carton ondulé	4	120	
		2.5	III	Film PEBD	624	300	9,9
			III	Palette	624	25000	
			II	Carton ondulé	22	112	
			II	Papier	5544	1200	
		2.6	III	Film PEBD	5544	300	10,4
			III	Palette	5544	25000	
			II	Carton ondulé	18	108	
			II	Papier	6048	1200	
3	Etui carton	3.1	III	Film PEBD	6048	300	55,8
			III	Palette	6048	25000	
			II	Carton ondulé	4	90	
		3.2	II	Carton ondulé	760	300	72,5
			II	Carton ondulé	48	356	
			III	Film PEBD	432	2800	
		3.3	III	Palette	432	300	14,7
			III	Palette	432	25000	
			II	Carton ondulé	10	63	
		3.4	III	Film PEBD	3000	300	17,1
			III	Palette	3000	25000	
			II	Carton ondulé	160	604	
			II	Carton ondulé	20	68	
		3.5	III	Film PEBD	2560	300	79,4
			III	Palette	2560	25000	
			II	Carton ondulé	4	74	

			III	Palette	576	25000	
4	Carton + liens	4.1 [2]	II	Carton ondulé	11	89	24,0
			II	Carton ondulé	770	600	
			II	Carton ondulé	289	1200	
			III	Film PEBD	2310	300	
			III	Palette	2310	25000	
5	Cellulose moulée	5.1	II	Carton ondulé	4	63	36,8
			III	Film PEBD	1200	300	
			III	Palette	1200	25000	
6	Souple papier.PP transp	6.1	II	Carton ondulé	160	604	17,1
			II	Carton ondulé	20	68	
			III	Film PEBD	2560	300	
			III	Palette	2560	25000	
7	Souple papier.PE opaque	7.1	II	Carton ondulé	160	604	17,1
			II	Carton ondulé	20	68	
			III	Film PEBD	2560	300	
			III	Palette	2560	25000	
8	Souple PP	8.1	II	Carton ondulé	25	211	33,7
			III	Film PEBD	1000	300	
			III	Palette	1000	25000	
		8.2	II	Carton ondulé	160	604	17,1
			II	Carton ondulé	20	68	
			III	Film PEBD	2560	300	
			III	Palette	2560	25000	
		8.3	II	Carton ondulé	6	110	57,4
			III	Film PEBD	648	300	
			III	Palette	648	25000	
		8.4	II	Carton ondulé	160	604	17,1
			II	Carton ondulé	20	68	
			III	Film PEBD	2560	300	
			III	Palette	2560	25000	
9	Vrac sans display	9.1	II	Carton ondulé	3	80	70,6
			III	Film PEBD	576	300	
			III	Palette	576	25000	
		9.2	II	Carton ondulé	50	364	26,0
			III	Film PEBD	1350	300	
10	Vrac avec display	10.1	III	Palette	1350	25000	100,9
			II	Carton ondulé	18	552	
			III	Film PEBD	360	300	
			III	Palette	360	25000	

Tableau 11 Tableau récapitulatif des informations relatives aux EIC

- [1] Pour l'emballage 1.5, le plan de pelletisation n'ayant pas été fourni, ce dernier est considéré identique à l'emballage 1.4. Cette considération est cohérente puisqu'il s'agit de deux produits ayant un emballage très similaire en termes de taille, sont produits par le même fabricant et emballent deux produits d'une même marque. (TF)
- [2] Pour l'emballage « 4.1 carton + liens » le plan de palettisation n'a pas été renseigné lors de la collecte de données. En conséquence, ce dernier est approximé à partir de l'agencement des EIC du produit 2.1. Ces deux articles sont produits par le même fabriquant ce qui implique des pratiques homogènes en ce qui concerne la palettisation. Les produits ayant des dimensions différentes, un ratio entre le volume maximale des deux produits est appliqué pour qu'un nombre cohérent d'emballage « 4.1 carton + liens » loge dans un carton de regroupement prévu pour l'emballage 2.1. De même, un nombre identique de catons de regroupement sont disposés sur la palette.
- [3] Les masses présentées dans la colonne « Masse emballage II ou III (g) » correspondent aux masses utilisées dans l'ICV pour tous les emballages secondaires et tertiaires, excepté pour les palettes qui sont utilisées 25 fois et qui ont donc une masse divisée par 25 dans l'ICV. En revanche, le calcul dans la colonne « Masse totale d'emballage II et III par I (g) » prend en compte la masse de la palette dans son intégralité et correspond à la masse d'emballages secondaires et tertiaires transportés

1607 3.3 MATERIAUX, PROCEDES DE FABRICATION ET FINITIONS 1608 SPECIFIQUES

1609 Les données créées par EVEA pour les matériaux, les procédés de finition et de fabrication sont
1610 énumérés ci-dessous. Certaines données seront utilisées plus loin dans le rapport (notamment pour
1611 la fin de vie de certains matériaux), mais sont néanmoins présentées ici. Afin de conserver une bonne
1612 lisibilité du rapport, l'explication de comment chaque donnée a été obtenue a été mise en annexe. Le
1613 lecteur peut utiliser les renvois ci-dessous pour consulter l'inventaire utilisé pour générer chaque
1614 donnée.

1615

1616 Matières premières :

- 1617 • Polyethylene terephthalate amorphous recycled 50% {RER}| market | EVEA CFF - v3.10
1618 → voir Annexe 7.2.1
- 1619 • Corrugated cardboard recycled 0% {RER}| market | EVEA CFF - v3.10 → voir Annexe
1620 7.2.2
- 1621 • Corrugated cardboard recycled 50% {RER}| market | EVEA CFF - v3.10 → voir Annexe
1622 7.2.2
- 1623 • Flat cardboard recycled 50% {RER}| market | EVEA CFF - v3.10 → voir Annexe 7.2.3
- 1624 • Cellulose R1=0% EVEA → voir Annexe 7.2.4
- 1625 • Cellulose R1=50% EVEA → voir Annexe 7.2.4
- 1626 • Polyethylene low density recycled 50% {RER}| market | EVEA CFF - v3.10 → voir Annexe
1627 7.2.5
- 1628 • Kraft paper recycled 50% {RER}| market | EVEA CFF - v3.10 → voir Annexe 7.2.6
- 1629 • Polypropylene recycled 50% {RER}| market | EVEA CFF - v3.10 → voir Annexe 7.2.7

1630

1631 Procédés de fabrication :

- 1632 • Flowpackage {RER} EVEA → voir Annexe 7.2.8
- 1633 • Lamination {RER} (sans binder) EVEA → voir Annexe 7.2.9

1634

1635 Finitions :

- 1636 • Impression offset RER EVEA → voir Annexe 7.2.10
- 1637 • Impression en flexographie {GLO} EVEA → voir Annexe 7.2.11

1638

1639 Electricité :

- 1640 • Electricity, medium voltage {FR}| market for electricity, medium voltage - Scenario 2030
1641 – EVEA → voir Annexe 7.2.12

1642 3.4 TRANSPORT AMONT DES MATIERES PREMIERES VERS LES 1643 USINES DE FABRICATION ET/OU DE CONDITIONNEMENT DES 1644 EMBALLAGES

1645 Toutes les matières premières utilisées dans ce projet ont été modélisées avec des données ecoinvent
1646 de type « market for » ou bien modifiées pour correspondre à une donnée marchée (voir [Tableau 10](#)).
1647 Les données « market for » incluent le transport moyen de la matière jusqu'au point de consommation
1648 pour une zone géographique donnée. Dans la réalité, il est possible que les composants d'emballages
1649 soient transportés plusieurs fois avant d'arriver sur le site de conditionnement. Le nombre de transferts
1650 entre les différents sous-traitants et sites de transformations et les distances de transport étant
1651 dépendants du choix et des contraintes technicoéconomiques de chaque metteur sur le marché et
1652 dans une moindre mesure du design de l'emballage, l'hypothèse de ne pas considérer d'impact de

1653 transport spécifique à cette étape a été émise en considérant que les transports inclus dans les
1654 données « market for » couvrent déjà cet aspect. (F)

1655 3.5 TRANSPORT AVAL DES EMBALLAGES DES USINES DE 1656 PRODUCTION VERS LES USINES DE CONDITIONNEMENT

1657 Une fois que les différents composants d'emballages primaires sont produits, ceux-ci sont expédiés
1658 vers le lieu de conditionnement du produit. Un transport en camion de 300 km (décrit ci-dessus [Tableau](#)
1659 [12](#)) est appliqué pour tous les emballages. La masse transportée correspond à la masse du système
1660 d'emballage ramené à une UVC (emballage primaire une UVC).

1661
1662 Comme mentionné dans les critères d'exclusion [Tableau 3](#), les EIC qui permettent de transporter les
1663 emballages primaires « vides » (ou bien, les composants d'emballages primaires), depuis leur site de
1664 production jusqu'au site de conditionnement du produit, n'ont pas été pris en compte pour deux raisons
1665 :

- 1666 • Il n'a pas été possible de remonter dans la chaîne de valeur lors de la collecte de donnée, il est
1667 question de n-4 interlocuteurs entre EVEA et les industriels qui auraient ce type d'informations.
1668 Avoir une collecte homogène et robuste sur cette étape n'aurait pas été possible.
- 1669 • Cette étape est plutôt un sujet des pratiques du secteur plutôt que d'éco-conception des
1670 emballages finaux, intégrer cette étape ne permet pas de répondre directement aux objectifs
1671 de cette ACV

1672
1673 De plus, les emballages et composants d'emballages sont à ce stade dans une forme optimisée pour
1674 le transport, réduisant ainsi la quantité d'EIC nécessaire. Par exemple, les cartons sont conditionnés
1675 à plat, les coques en PET ne sont pas encore thermoformées et sont conditionnées à plat ou bien sont
1676 déjà thermoformées et sont donc empilables, idem pour les coques en cellulose.

1677 3.6 TRANSPORT AVAL DES EMBALLAGES DES USINES DE 1678 CONDITIONNEMENT VERS LES LIEUX DE VENTE

1679 Une fois que les produits (de divers types ici) sont conditionnés dans les emballages primaires, ceux-
1680 ci sont conditionnés dans des EIC (voir [Tableau 11](#)) en direction des lieux de vente. Un transport en
1681 camion de 500 km (décrit ci-dessous [Tableau 12](#)) est appliqué pour tous les emballages. La masse
1682 transportée correspond à la masse du système d'emballage ramené à une UVC (emballage primaire
1683 + EIC pour une UVC).

1684

Camion (>32 T)

Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 {RER} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 |
Cut-off, S

1685 **Tableau 12 Donnée de transport, entre usine de conditionnement et lieux de vente**

1686 3.7 FIN DE VIE

1687 Les emballages primaires, secondaires et tertiaires, ainsi que les emballages d'approvisionnement et
1688 de distribution sont considérés comme aboutissant dans le flux de déchets d'emballages ménagers où
1689 ils peuvent être triés pour être recyclés ou envoyés pour un traitement final (mise en décharge ou
1690 incinération).

1691

1692 La recyclabilité des composants emballages primaires est décrite selon le Tableau 13. La fin de vie
1693 associée à ces éléments recyclables sera donc un recyclage à hauteur des taux de recyclabilité décrits
1694 Tableau 15, et une fin de vie résiduelle correspondant au taux résiduel restant qui sera partagé avec
1695 le taux d'incinération et d'enfouissement projeté sur 2030. Les éléments non recyclables ont leur fin
1696 de vie qui sera partagée seulement entre le taux d'incinération et d'enfouissement projeté sur 2030.
1697 Les abréviations utilisées dans la colonne « Justification » du Tableau 13 sont décrites dans le Tableau
1698 14.
1699

N°	Scénario	N° produit	Matériau	Recyclable (oui/non)	Justification
1	Blister carton + PET	1.1	Carton plat	non	m<70%
			PET	non	NS
		1.2	Carton plat	non	m<70%
			PET	non	NS
		1.3	Carton plat	oui	m>70%
			PET	non	NS
		1.4	Carton plat	non	m<70%
			PET	non	NS
2	Blister inversé	1.5	Carton plat	non	m<70%
			PET	non	NS
		2.1	Carton plat	oui	P
		2.2	Carton plat	oui	P
		2.3	Carton plat	oui	P
		2.4	Carton plat	oui	P
			PP	non	NS
		2.6	Carton plat	oui	P
3	Etui carton	3.1	Carton plat	oui	P
		3.2	Carton plat	oui	P
			Carton ondulé	oui	S=P
		3.3	Carton plat	oui	P
		3.4	Carton plat	oui	P
		3.5	Carton plat	oui	P
4	Carton + liens	4.1	Carton plat	oui	P
			Nylon	non	NS
			PEBD (Sac bulle)	oui	SS
5	Cellulose moulée	5.1	Cellulose	oui	P
			PET opercule	non	NS
6	Souple papier.PP transp	6.1	Papier	oui	P
			PP	non	NS
			Colle Pu	non	NS
7	Souple papier.PE opaque	7.1	Papier	oui	P
			PEBD film	non	NS
8	Souple PP	8.1	PP	oui	P
			Papier	non	NS
		8.2	PP	oui	P

			Colle PU	non	NS
		8.3	PP	oui	P
			Carton plat	oui	SS
		8.4	PP	oui	P
			Colle Pu	non	NS
9	Vrac sans display	9.1	Carton plat	oui	P
		9.2	Carton plat	oui	P
10	Vrac avec display	10.1	Carton plat	oui	P
			Papier	non	NS
			PEBD	oui	SS

Tableau 13 Composants des emballages primaires considérés comme recyclables en 2030

[1] Les éléments d'emballage sont considérés « recyclables » ici si l'élément peut rejoindre une filière de recyclage, mise en place à l'échelle et dans la pratique. Ainsi, la recyclabilité calculée par des logiciels comme TREE de CITEO peut être différente, notamment sur l'emballage complet.

Légende	
m<70%	masse de carton < 70% masse totale emballage
m>70%	masse de carton > 70% masse totale emballage
NS	élément non séparable ou non séparé dans la réalité
P	élément principal de l'emballage recyclable
S=P	élément secondaire de l'emballage de la même matière que l'élément principal
SS	élément secondaire séparable et séparé de l'élément principal

Tableau 14 Légende des abréviations utilisées dans la colonne « Justification » du Tableau 13

Pour tous les **emballages primaires**, dans le cas d'un emballage monomatériau fabriqué dans un matériau recyclable, celui-ci a été considéré recyclable à hauteur des taux en vigueur en France (voir [Tableau 15](#)). Dans le cas d'un emballage multi matériaux, le composant principal a été considéré recyclable et les composants secondaires non recyclables à moins qu'ils ne soient facilement séparables et effectivement séparés dans la réalité. L'emballage de référence « Blister PET/carton » n'est pas considéré recyclable si la masse de carton est inférieure à 70% de la masse totale de l'emballage. Dans le cas la masse de carton représente plus de 70% de la masse totale alors la partie carton est considérée recyclable mais la coque PET n'est pas considérée recyclable (voir la remarque sur le paragraphe précédent la Section 0).

Les **EIC** sont considérés comme recyclés, car :

- Les boîtes en carton monomatériau et intercalaires papier peuvent facilement suivre les flux de recyclage du papier carton.
- Les films en PEBD, qui sont collectés par les industriels lors de la chaîne de valeurs, sont considérés comme recyclables et recyclés avec le même taux que le PE filière souple projetée en 2030.
- Les barquettes PET peuvent suivre le flux PET rigide.
- Les palettes en bois sont réemployées puis envoyées vers les flux de déchets bois.

3.7.1 SCÉNARIO DE FIN DE VIE

Source des données et description complémentaire :

- 1728 • Il a été supposé que tous les emballages et leurs EIC respectifs finissent leur vie sur le
1729 marché ciblé, à savoir le marché français. (TF)
- 1730 • Toutes les données de fin de vie en 2030, les données du rapport « Emballages ménagers :
1731 Quelles trajectoires prévisionnelles pour 2030 ? Point presse – 15 mai 2023 » de CITEO^{xv}. (F)
- 1732 • Les taux résiduels d'incinération et d'enfouissement en France sont projetés à hauteur de
1733 29% pour l'enfouissement et 71% pour l'incinération à hauteur 2030 selon la FNADE
1734 (Fédération Nationale des Activités de la Dépollution et de l'Environnement)^{xvi}. Ces chiffres
1735 sont obtenus en faisant le ratio d'élimination ou de valorisation énergétique sur le total des
1736 matières non valorisées.

1737 3.7.2 APERÇU DE LA FIN DE VIE

1738 Le Tableau 15 ci-dessous reprend les données en pourcentage de fin de vie en France. Les deux
1739 premières lignes considèrent les taux d'incinérations (valorisation énergétique) et d'enfouissement,
1740 dans le cas où un matériau n'est pas recyclé. Pour les matériaux, un taux de recyclage est appliqué,
1741 et le taux résiduel restant non recyclé est partagé avec le taux d'incinération et d'enfouissement.
1742

Matériau	% de fin de vie	France
Matériau non recyclable (2030)	% de valorisation énergétique (incinération)	71%
	% d'enfouissement	29%
Papier	% de recyclage	85%
	% de valorisation énergétique (incinération)	11%
	% d'enfouissement	4%
Carton plat	% de recyclage	85%
	% de valorisation énergétique (incinération)	11%
	% d'enfouissement	4%
Carton ondulé	% de recyclage	85%
	% de valorisation énergétique (incinération)	11%
	% d'enfouissement	4%
Bois palette	% de recyclage	30%
	% de valorisation énergétique (incinération)	50%
	% d'enfouissement	20%
PP Souple	% de recyclage	55%
	% de valorisation énergétique (incinération)	32%
	% d'enfouissement	13%
PEBD (ménager)	% de recyclage	55%
	% de valorisation énergétique (incinération)	32%
	% d'enfouissement	13%
PET	% de recyclage	55%
	% de valorisation énergétique (incinération)	32%
	% d'enfouissement	13%
Adhésifs, Coating, Finitions	% de recyclage	0%
	% de valorisation énergétique (incinération)	71%
	% d'enfouissement	29%

1743 **Tableau 15 Données sur la fin de vie par typologie de matériaux, en France, en 2030 (source**
1744 **CITEO^{xvii}).**

1745 Pour le taux % de recyclage du PEBD pour les films de palette, le taux du PEBD (ménager) a été
1746 appliqué, soit 55%. En réalité, le taux spécifique observé de recyclage des films palette en PEBD
1747 semble être supérieur à 40% (s'approchant de 90%) mais aucun taux spécifique n'a pas pu être
1748 appliqué par manque de statistiques fiables. L'explication de ce taux de recyclage spécifique de 90%
1749 réside dans le fait que les industriels qui montent et démontent des palettes ont des infrastructures

dédiées au tri de leurs déchets issus des EIC. Ainsi, le taux actuel des recyclages des emballages plastiques (32 % selon CITEO) et même celui de 2030 (55% objectif CITEO) est certainement sous-estimé en comparaison avec ce qui se passe réellement en industrie. La vérité sur ce taux de recyclage des films plastique PEBD de palette se situe donc entre ces deux valeurs : 55% et 90%. Le taux utilisé pour la modélisation étant 55%, on surestime certainement les impacts liés à la fin de vie des films plastique. Cette considération étant identique pour tous les emballages de l'étude, l'ordre entre les différentes alternatives comparées restera le même quelle que soit la valeur considérée. Cependant, si l'ordre entre deux alternatives est bien conservé, l'écart entre les deux alternatives pourrait être affecté à la hausse ou à la baisse.

3.7.3 FIN DE VIE EN FRANCE : RECYCLAGE

3.7.3.1 Données CFF

Le Tableau 16 ci-dessous présente les données utilisées pour la mise en œuvre de la CFF par matériaux. Ces valeurs sont issues de l'annexe C de la méthode EF de la commission européenne^{xviii}.

Matériau	A	Qsout/Qp
Plastiques	0,5	0,9
Papier/Carton	0,2	0,85
Bois	0,8	1

Tableau 16 Données CFF pour la fraction de matériaux à contenu de matière recyclée

Le ratio Qsout/Qp du bois n'est pas renseigné dans l'annexe C. Nous prenons 1 par défaut.

3.7.3.2 Recyclage du produit final

Le Tableau 17 ci-dessous présente l'inventaire du cycle de vie du processus de recyclage pour les matériaux compris dans les emballages primaires ainsi que leurs EIC correspondant. Pour chaque matériau, la donnée de procédé de recyclage est explicitée.

Matériau	France
Papier	Graphic paper, 100% recycled {RER} graphic paper production, 100% recycled Cut-off, S
Carton plat	White lined chipboard carton {RER} white lined chipboard carton production Cut-off, S
Carton ondulé	Boite en carton ondulé {RER} production Cut-off, U 100% recyclé [3]
Bois palette	Wood chips, from post-consumer wood, measured as dry mass {RER} market for wood chips, from post-consumer wood, measured as dry mass Cut-off, S
PP Souple	Polyethylene, high density, granulate, recycled {CH} polyethylene production, high density, granulate, recycled Cut-off, S [2]
PEBD Souple	Polyethylene, high density, granulate, recycled {CH} polyethylene production, high density, granulate, recycled Cut-off, S [2]
PET	Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous, recycled {Europe without Switzerland} polyethylene terephthalate production, granulate, amorphous, recycled Cut-off, S
Adhésifs, Coating, Finitions, autres plastiques [4]	NA

Tableau 17 Inventaire des processus de recyclage pour les emballages primaires, secondaires et tertiaires

Hypothèses :

[2] Comme il n'y a pas de données spécifiques pour le recyclage mécanique du PP souple et du PE souple (film) au sein d'ecoinvent, une hypothèse a été faite sur ce processus de recyclage étant similaire aux données sur le polyéthylène recyclé. (F)

De même, CITEO indique que le flux de recyclage du PP souple à l'avenir, sera un flux recyclé par un procédé de recyclage chimique. Ce type de procédé n'existant pas à l'échelle industrielle et donc non présent dans ecoinvent, une approximation par un recyclage mécanique a été faite. (FF). Cette approximation amène possiblement, à sous-estimer l'impact de la fin de vie de la solution souple, car le recyclage chimique sera surement plus impactant et énergivore que le recyclage mécanique. D'un autre côté, le recyclage chimique pourrait faire augmenter le ratio Qsout/Qp, le faisant passer de 0.9 à 1 ce qui ferait augmenter les bénéfices du recyclage. En effet, le recyclage chimique permet de revenir directement au monomère. De ce fait, il est possible de produire un polymère de qualité équivalent par la suite (Qsout/Qp=1), ce qui n'est pas le cas avec le recyclage mécanique. Ces questionnements et suppositions montrent bien qu'un besoin de nouvelles ACV spécifiques liées aux enjeux de procédés de recyclage des polymères sont nécessaires pour affiner les résultats de ce type d'ACV.

[3] Le procédé de recyclage du carton ne figure pas dans la base de données ecoinvent. EVEA a créé de nouveaux processus de recyclage du carton en adaptant les données ecoinvent. Les détails de ces modifications sont disponibles dans la Section 3.3. (F)

[4] Ces composants/éléments n'ont pas vocation à être recyclés, et sont considérés comme incinérés et/ou enfouis selon les tableaux des Sections 3.7.4 et 3.7.5. (F)

Le Tableau 18 ci-dessous présente l'inventaire du cycle de vie des matières vierges évitées par le recyclage pour les matériaux compris dans les emballages primaires ainsi que leurs EIC correspondant.

Matériau	France
Papier	Kraft paper {RER} kraft paper production Cut-off, S
Carton plat	Solid bleached and unbleached board carton {RER} solid bleached and unbleached board carton production Cut-off, S
Carton ondulé	Boîte en carton ondulé {RER} Production vierge Cut-off, U
Bois palette	Sawnwood, softwood, raw, dried (u=20%) {Europe without Switzerland} sawnwood production, softwood, raw, dried (u=20%) Cut-off, S
PP Souple	Polypropylene, granulate {RER} polypropylene production, granulate Cut-off, S
PEBD Souple	Polyethylene, low density, granulate {RER} polyethylene production, low density, granulate Cut-off, S
PET	Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {RER} polyethylene terephthalate production, granulate, amorphous Cut-off, S
Adhésifs, coatings, finitions, autres plastiques [4]	NA

Tableau 18 Inventaire des matières vierge évités par le recyclage des emballages primaires, secondaires et tertiaires

3.7.4 FIN DE VIE EN FRANCE : VALORISATION ÉNERGÉTIQUE

3.7.4.1 Récupération d'énergie

Le Tableau 19 ci-dessous présente les données utilisées pour la récupération d'énergie, en France. Le mix électrique français projeté en 2030 est détaillé dans la Section 3.3.

Type d'énergie	Récupération d'énergie
	France
Electricité 2030	Electricity, medium voltage {FR} market for electricity, medium voltage - Scenario 2030 - EVEA
Chaleur	Heat, central or small-scale, natural gas {RER} market group for heat, central or small-scale, natural gas Cut-off, S

Tableau 19 Inventaires de récupération d'énergie

1808 **Hypothèses :**

- 1809 • Lors de l'incinération avec valorisation énergétique, de l'électricité et de l'énergie thermique
 1810 peuvent être récupérées. Les quantités récupérées dépendent de l'efficacité de l'incinérateur.
 1811 ○ Pour évaluer l'énergie récupérée, nous appliquons la formule suivante donnée par la
 1812 formule de l'empreinte circulaire (CFF) recommandée par la Commission européenne
 1813 (TF) :
- 1814 ▪ $Electricity\ recovered = Part\ of\ material\ incinerated * LHV * X_{ER,elec}$
 - 1815 ▪ $Heat\ recovered = Part\ of\ material\ incinerated * LHV * X_{ER,heat}$
 - 1816 • LHV : Pouvoir calorifique inférieur (MJ/kg)
 - 1817 • $X_{ER,elec}$: efficacité du processus de récupération d'énergie sur le site
 1818 d'incinération pour l'électricité
 - 1819 • $X_{ER,heat}$: efficacité du processus de récupération d'énergie sur le site
 1820 d'incinération pour la chaleur
 - 1821 ○ Les pertes qui surviennent dans l'utilisation de la chaleur (e.g pertes d'un réseau de
 1822 chaleur) ou de l'électricité (e.g pertes de charge ou de transformation) générée par la
 1823 valorisation ne sont pas considérées. (F)
 - 1824 • 100% des matières incinérées sont considérées comme valorisées énergétiquement et 100%
 1825 des bénéfices de l'incinération sont allouée à la matière (B=0), comme recommandé dans
 1826 l'annexe C du PEF. (TF)

1827
 1828 Le Tableau 20 ci-dessous présente les données d'efficacité de la récupération d'énergie utilisées pour
 1829 la générer de la chaleur et de l'électricité à partir de déchets, en France ainsi que le pouvoir calorifique
 1830 inférieur considéré par matière.

1831

	Efficacité de la récupération d'énergie en France [1]		
	LHV (MJ/kg)	XER, elec	XER, chaleur
Papier	14,12	0,11	0,268
Carton plat	15,92	0,11	0,268
Carton ondulé	15,92	0,11	0,268
Bois palette	14,0	0,11	0,268
PP Souple	32,6	0,11	0,268
PEBD Souple	39,01	0,11	0,268
PET	22,95	0,11	0,268
Adhésifs, Coating, Finitions, autres plastiques	30,79	0,11	0,268

1832 **Tableau 20 Données de production d'énergie nette utilisées pour la récupération d'énergie par**
 1833 **région**

1834 **Hypothèse :**

- 1835 [1] Le référentiel ADEME pour l'ACV comparative des emballages^{xix} donne une valeur de $X_{ER,elec}$
 1836 et $X_{ER,heat}$ spécifique au territoire français. Ces deux valeurs ont été retenues pour la France
 1837 et l'Europe. (TF)
- 1838 [2] Les LHV sont indiqués dans la documentation du processus d'incinération dans la base de
 1839 données ecoinvent. Voir la Section 3.7.4.2 pour les détails des procédés d'incinération
 1840 sélectionnés. (TF)

1841 **3.7.4.2 Valorisation énergétique du produit final**

1842 **Hypothèses générales :**

1843 Les pourcentages de déchets entrant dans le flux valorisation énergétique sont détaillés à la [Section](#)
 1844 [3.7.2](#). Ces taux R3 pour 2030, sont calculés par cette formule : « $tx_inc \cdot (1 - R2)$ » avec tx_inc le taux
 1845 d'incinération de 71% pour le scénario projeté en 2030 pour la France.

1846
 1847 Le [Tableau 21](#) ci-dessous présente l'inventaire du cycle de vie des différents processus de
 1848 valorisation énergétique des matériaux, en France.

Matériau	France
Papier	Waste graphical paper {CH} treatment of waste graphical paper, municipal incineration FAE Cut-off, S
Carton plat	Waste paperboard {CH} treatment of waste paperboard, municipal incineration FAE Cut-off, S
Carton ondulé	Waste paperboard {CH} treatment of waste paperboard, municipal incineration FAE Cut-off, S
Bois palette	Waste wood, untreated {CH} treatment of waste wood, untreated, municipal incineration FAE Cut-off, S
PP Souple	Waste polypropylene {CH} treatment of waste polypropylene, municipal incineration FAE Cut-off, S
PEBD Souple	Waste polyethylene {CH} treatment of waste polyethylene, municipal incineration FAE Cut-off, S
PET	Waste polyethylene terephthalate {CH} treatment of waste polyethylene terephthalate, municipal incineration FAE Cut-off, S
Adhésifs, Coating, Finitions, autres plastiques	Waste plastic, mixture {CH} treatment of waste plastic, mixture, municipal incineration FAE Cut-off, S

1850 **Tableau 21 Inventaire des processus de valorisation énergétique en France**

1851 3.7.5 FIN DE VIE EN FRANCE: ENFOUISSEMENT

1852 Hypothèses générales :

- 1853 • Les pourcentages de déchets destinés au flux enfouissement sont détaillés à la [Section 3.7.2](#).
 1854 Ils correspondent au pourcentage de ce qui n'a pas été recyclé ou valorisé énergétiquement.

1855
 1856 Le [Tableau 22](#) ci-dessous présente l'inventaire du cycle de vie des différents matériaux enfouis en
 1857 France, pris en compte dans le scénario enfouissement.

Matériau	France
Papier	Waste graphical paper {CH} treatment of waste graphical paper, sanitary landfill Cut-off, S
Carton plat	Waste paperboard {CH} treatment of waste paperboard, sanitary landfill Cut-off, S
Carton ondulé	Waste paperboard {CH} treatment of waste paperboard, sanitary landfill Cut-off, S
Bois palette	Waste wood, untreated {CH} treatment of waste wood, untreated, sanitary landfill Cut-off, S
PP Souple	Waste polypropylene {CH} treatment of waste polypropylene, sanitary landfill Cut-off, S
PEBD Souple	Waste polyethylene {CH} treatment of waste polyethylene, sanitary landfill Cut-off, S
PET	Waste polyethylene terephthalate {CH} treatment of waste polyethylene terephthalate, sanitary landfill Cut-off, S
Adhésifs, Coating, Finitions, PET non recyclable	Waste plastic, mixture {CH} treatment of waste plastic, mixture, sanitary landfill Cut-off, S

1859 **Tableau 22 Inventaire des processus d'enfouissement en France**

1860 3.7.6 FIN DE VIE DES CHUTES DE PRODUCTION

- 1861 • Des pourcentages de scraps/chutes de production ont été considérés pour tous les matériaux.
 1862 Ces pourcentages sont renseignés dans le [Tableau 8](#) (colonne « Pourcentage de chute
 1863 production (%) »). Les pourcentages de chutes de production sont spécifiques au design du
 1864 produit (donnée par le client ou par EVEA) ou bien issus des informations générales des
 1865 données ecoinvent. Ces chutes de production sont considérées comme étant recyclés avec un
 1866 taux de recyclage de 100% pour les composants monomatériaux et 0% pour les composants ou
 1867 emballages multi matériaux. (F)

1868 • Aucun de scrap/chutes de production lié au conditionnement des produits dans les emballages
1869 n'a été considéré. L'impact lié au conditionnement est en dehors du périmètre de l'étude
1870 puisqu'il dépend du produit à emballer et qu'aucune donnée spécifique n'a pu être collecté à
1871 ce sujet. (TF)

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

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

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

- 4.1 Catégories d'impacts sélectionnées
 - Changement Climatique
 - Eutrophisation en eau douce
 - Usage et transformation des sols
 - Consommation des ressources en Eau ; stress hydrique
 - Consommation des ressources non renouvelables ; Fossiles
 - Consommation des ressources non renouvelables ; Minéraux et Métalliques
 - Score Unique PEF
- 4.2 Comparaison des familles d'emballages :
 - 4.2.1 : Selon l'UF Principale, sur le Cycle de Vie complet, par étapes du cycle de vie, sur les 6 catégories d'impacts sélectionnées + Score Unique en complément
 - 4.2.2 : Selon les UF Secondaires, sur le Cycle de Vie complet, avec une approche qualitative
 - 4.2.3 : Selon l'UF Principale, sur les étapes du CDV qui correspondent à l'emballage primaire, sur les 6 catégories d'impacts sélectionnées + Score Unique en complément
 - 4.2.4 : Selon l'UF Principale, avec une focalisation sur le volume emballé (des « classes de volumes », entre petits, moyens, et grands volumes)
- 4.3 Focus sur 3 étapes du cycle de vie pour le packaging primaire
 - Matières premières, fabrication et fin de vie
- 4.4 Analyses de sensibilité (*uniquement sur changement climatique, les autres indicateurs en annexe*) :
 - AS1 : Variation du taux de matière recyclée et incorporée pour certains matériaux
 - AS2 : Provenance asiatique des emballages primaires
 - AS3 : Volume emballé augmenté pour la famille blister PET/Carton, sans épouser le produit
 - Autres perspectives d'AS

Pour des soucis de lisibilité et lecture, uniquement les graphes sont présentés dans le rapport. Les tableaux et données ayant servis à construire les graphes seront présentés dans des tableaux

1906 annexés au rapport ([Section 7.3](#)). Certains tableaux sont tout de même présentés dans le corps du
1907 rapport quand cela est jugé pertinent.

1908 **4.1 CATÉGORIES D'IMPACTS SÉLECTIONNÉES**

1909 Pour cette étude, les indicateurs d'impact ont été sélectionnés parmi ceux de la méthode EF,
1910 recommandée par le Joint Research Center (JRC) de la Commission européenne. Les 16 indicateurs
1911 proposés par cette méthode sont décrits dans la [Section 2.6](#).

1912
1913 Compte tenu des résultats obtenus selon la méthode EF 3.1 (en score unique, cf. [Tableau 23](#) ci-
1914 dessous), les indicateurs d'impact contribuant à plus de 80% de l'impact cumulé sur le score unique
1915 auraient pu être choisis. Cette méthode de choix des indicateurs d'impact (80% de l'impact cumulé sur
1916 le score unique) est décrite dans le document d'orientation PEFCR proposé par la Commission
1917 européenne (Fazio & et al., 2018)^{viii}.

1918
1919 Cependant, le top 80% de contributeurs en SU pour l'ensemble des scénarios représente 8 indicateurs
1920 sur les 16 : les résultats sont donc présentés selon 5 indicateurs représentant les enjeux principaux,
1921 puis un indicateur supplémentaire choisi car il est suivi spécifiquement par CITEO (Eutrophisation en
1922 eau douce). Les valeurs pour les 10 autres indicateurs sont présentées dans l'annexe ([Section 7.4](#)).
1923 Le score unique est présenté par moment, cependant aucune communication au grand public ne peut
1924 être réalisée sur cet indicateur.

1925
1926

Catégorie d'impacts	Unit é	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1	8.2	8.3	8.4	9.1	9.2	10.1
Total - Score Unique (nPt)	%	100 %	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Changement climatique	%	30,0 %	29,2%	30,2%	30,1%	30,6%	28,3%	28,3%	28,5%	28,3%	28,6%	28,2%	28,3%	28,5%	28,5%	28,6%	28,3%	31,3%	28,6%	28,0%	28,4%	29,9%	29,1%	29,1%	29,1%	28,4%	28,6%	28,8%
Appauvrissement de la couche d'ozone	%	1,9%	1,5%	1,7%	1,9%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
Rayonnement ionisant	%	0,8%	1,0%	1,1%	0,8%	0,8%	1,6%	1,8%	1,8%	1,5%	1,9%	1,9%	1,6%	1,8%	1,9%	2,0%	1,6%	1,4%	2,8%	1,2%	1,3%	0,8%	0,9%	1,2%	0,9%	1,8%	2,1%	1,9%
Formation d'ozone photochimique	%	4,7%	4,7%	4,6%	4,6%	4,6%	4,6%	4,7%	4,5%	4,6%	4,6%	4,8%	4,8%	4,6%	4,7%	4,6%	4,8%	4,4%	4,3%	4,8%	4,9%	5,9%	6,2%	5,2%	6,4%	4,6%	4,7%	4,6%
Particules fines	%	7,5%	7,7%	7,3%	7,3%	7,2%	7,9%	8,1%	8,2%	8,0%	8,5%	8,1%	8,0%	8,2%	8,3%	8,2%	7,9%	7,8%	5,6%	6,9%	6,7%	5,7%	6,3%	7,1%	6,4%	8,4%	9,0%	8,1%
Toxicité humaine, non cancérogène	%	1,7%	1,7%	1,7%	1,7%	1,7%	1,8%	1,7%	1,6%	1,8%	1,6%	1,7%	1,7%	1,6%	1,6%	1,6%	1,8%	1,3%	1,6%	1,8%	1,8%	1,4%	1,7%	1,6%	1,7%	1,6%	1,4%	1,5%
Toxicité humaine, cancer	%	4,2%	4,1%	4,0%	4,1%	4,0%	4,3%	4,1%	4,1%	4,4%	4,1%	4,0%	4,3%	4,1%	4,0%	4,0%	4,3%	3,2%	3,8%	4,6%	4,3%	4,6%	4,7%	4,5%	4,5%	4,2%	4,1%	4,1%
Acidification	%	4,7%	4,8%	4,8%	4,7%	4,7%	4,6%	4,8%	4,6%	4,6%	4,6%	4,9%	4,8%	4,7%	4,8%	4,7%	4,8%	4,9%	4,8%	4,7%	4,6%	3,8%	4,2%	4,2%	4,2%	4,6%	4,7%	4,5%
Eutrophisation, eau douce	%	6,2%	6,2%	6,4%	6,4%	6,0%	7,7%	7,5%	7,1%	7,7%	6,7%	7,5%	7,7%	7,1%	7,1%	7,0%	7,8%	5,6%	10,1%	8,7%	8,7%	5,9%	7,1%	6,7%	7,3%	7,0%	5,9%	6,7%
Eutrophisation, marine	%	1,9%	2,0%	1,9%	2,0%	1,9%	2,2%	2,1%	2,1%	2,3%	1,9%	2,1%	2,2%	2,0%	2,0%	2,0%	2,2%	2,2%	2,0%	2,3%	2,2%	1,7%	2,1%	2,0%	2,1%	2,1%	1,7%	1,9%
Eutrophisation, terrestre	%	2,1%	2,2%	2,1%	2,2%	2,1%	2,5%	2,4%	2,4%	2,5%	2,3%	2,4%	2,5%	2,4%	2,3%	2,3%	2,5%	2,2%	2,3%	2,5%	2,5%	1,9%	2,2%	2,2%	2,3%	2,4%	2,1%	2,3%
Ecotoxicité, eau douce	%	2,1%	2,1%	2,0%	2,1%	2,0%	2,5%	2,3%	2,2%	2,5%	2,0%	2,3%	2,4%	2,2%	2,1%	2,1%	2,5%	1,7%	2,1%	2,9%	2,4%	2,0%	3,0%	2,3%	2,7%	2,2%	1,8%	2,0%
Utilisation des sols	%	4,0%	5,4%	3,0%	3,9%	3,4%	6,1%	5,7%	6,2%	6,0%	6,4%	5,7%	5,4%	6,1%	6,0%	6,0%	5,6%	4,6%	4,4%	4,6%	4,6%	2,7%	3,5%	4,8%	3,7%	6,6%	6,6%	6,0%
Utilisation des ressources en eau	%	2,3%	2,4%	2,2%	2,3%	2,2%	2,8%	2,6%	2,6%	2,8%	2,5%	2,6%	2,7%	2,6%	2,5%	2,5%	2,8%	4,7%	2,6%	3,4%	3,9%	3,8%	3,3%	3,2%	3,3%	2,6%	2,3%	2,8%
Utilisation des ressources énergétiques	%	19,0 %	18,1%	20,1%	18,9%	19,4%	18,5%	18,9%	19,3%	18,3%	19,6%	18,9%	18,6%	19,3%	19,4%	19,7%	18,4%	20,9%	21,0%	18,1%	18,5%	23,3%	19,9%	20,5%	19,9%	19,1%	20,2%	20,2%
Epuisement des ressources, minéraux et métaux	%	6,9%	6,7%	6,8%	6,9%	7,3%	4,6%	4,9%	4,6%	4,6%	4,6%	4,9%	4,9%	4,7%	4,8%	4,7%	4,8%	3,8%	3,8%	5,3%	5,1%	6,4%	5,7%	5,2%	5,5%	4,6%	4,7%	4,7%
Total en % pour les 6 indicateurs choisis	%	68%	68%	69%	68%	69%	68%	68%	68%	68%	68%	68%	68%	68%	68%	68%	68%	71%	71%	68%	69%	72%	69%	70%	69%	68%	68%	69%

1927 **Tableau 23 Contribution de chaque indicateur d'impact au score unique de chaque système d'emballage**



Les cellules colorées en vert/jade représentent les indicateurs qui contribuent le plus au score unique des différents emballages.

Un point d'attention lors de la lecture de ce tableau : les emballages n'ont pas vocation à être comparés entre eux. Ici sont représentés, pour chaque emballage, l'importance (ou contribution) de chaque indicateur par rapport au score unique.

Les indicateurs sélectionnés (surligné en vert dans la 1^{ère} colonne du tableau), par ordre de contribution, sont les suivants :

- Changement climatique,
- L'utilisation des ressources énergétiques
- Eutrophisation en eaux douces,
- L'épuisement des ressources, minéraux et métaux,
- L'utilisation des sols,
- L'utilisation des ressources en eau,

NB : l'indicateur « particules fines » est un contributeur majoritaire à l'impact et se place en troisième position pour bon nombre de systèmes d'emballages. Il a été décidé de ne pas retenir cet indicateur dans les analyses approfondies de ce rapport car il ne fait pas partie des enjeux prioritaires pour CITEO et plus globalement pour l'industrie de l'emballage.

Ces contributeurs majeurs, contribuent en cumuler entre 68% à 72% au score unique. Pour la suite, ces indicateurs seront analysés en priorité dans le corps du rapport, néanmoins toutes les informations sur les autres indicateurs seront disponibles en annexe.

L'ensemble des contributions des indicateurs au score unique pour chaque système emballage, est présenté en annexe Section 7.4., via le Tableau 40.

4.2 ÉVALUATION COMPARATIVE

4.2.1 COMPARAISON SUR LA BASE DE L'UNITE FONCTIONNELLE PRINCIPALE, SUR LE CYCLE DE VIE COMPLET ET PAR ETAPES DU CYCLE DE VIE

Pour déterminer quel système d'emballage génère le moins d'impacts sur l'environnement parmi les différentes alternatives aux blisters carton/PET étudiées, chaque scénario sera comparé sur la base de l'unité fonctionnelle (contenance 1 cm³), en tenant compte de toutes les étapes du cycle de vie (rappel Section 2.2.1).

Il est bon de rappeler que toutes les familles d'emballages comparées ici, via leur contenance ramenée à 1cm³, est à nuancer et à adapter au besoin spécifique de chaque produit emballé. Les interprétations faites dans cette section ne se base que sur ce volume emballé et ne tiennent pas compte des propriétés mécaniques de chaque famille. Un emballage souple ne permet pas forcément d'emballer des produits similaires qu'avec un emballage rigide. Cette considération, qui fait partie des limites de l'étude, doit être prise en compte et adaptée aux besoins de chaque industriel et metteur sur le marché. De plus, les résultats associés à chaque emballage se base sur une collecte spécifique d'un seul fournisseur. Ainsi, derrière chaque emballage, il n'y a qu'un seul fournisseur/marque. Il est donc essentiel de considérer ce paramètre lors des interprétations des résultats et de tenir compte du nombre d'emballage par famille afin de nuancer les conclusions.

1973 Dans cette section, l'impact sur l'ensemble du cycle de vie est présenté par étape du cycle de vie
 1974 uniquement pour les indicateurs retenus (voir Section 4.1). L'impact selon tous les indicateurs, sur
 1975 l'ensemble du cycle de vie des différents systèmes d'emballages étudiés, est présenté dans les
 1976 Tableau 41 et Tableau 42.
 1977
 1978 Les étapes du cycle de vie prises en compte sont détaillées dans la Figure 2. Le paragraphe suivant
 1979 détaille le vocabulaire et le périmètre associé au code couleur utilisé dans les graphiques de résultats
 1980 suivants :

1981 **Matières premières** : Comprend l'extraction et la première production/première transformation des
 1982 matières premières (plastiques, cartons, etc.).

1983 **Fabrication** : Comprend les processus de transformation des matériaux en composants (injection,
 1984 extrusion par exemple).

1985 **Finition** : Comprend les processus de finition des composants (impression, vernis par exemple).

1986 **MP PACK I** : Concerne les **matières premières** des composants de l'**emballage primaire** (incluant
 1987 les matières premières supplémentaires qui termineront en **chutes de production**) ainsi que leur
 1988 **approvisionnement vers les sites de transformation** (moyennes marché « market for »).

1989 **TRANSFO+SCRAP I** : Comprend les **processus de transformation** des matériaux en composants
 1990 (injection, extrusion) ainsi que la **fin de vie des chutes de production** quand il y en a.

1991 **FINITIONS I** : Comprend les **processus de finition** des composants d'emballages (impression, vernis
 1992 par exemple).

1993 **EIC II.III. + FDV** : Il s'agit des **matières premières**, de l'**approvisionnement, de la fabrication et de**
 1994 **la fin de vie** des EIC (répartie entre du recyclage, de l'incinération et de l'enfouissement) utilisés pour
 1995 transporter les emballages entre l'usine de conditionnement et le lieu de vente.

1996 **TRP DISTRIB** : Comprend le transport des emballages **primaires** et de leurs EIC, depuis le site de
 1997 conditionnement jusqu'au lieu de vente.

1998 **FDV PACK.I** : Il s'agit de la fin de vie des emballages primaires, fin de vie répartie entre du recyclage,
 1999 de l'incinération et de l'enfouissement.

2000 **4.2.1.1 Indicateur changement climatique**

2001 La Figure 6 montre la contribution de chaque étape du cycle de vie des emballages, selon l'indicateur
 2002 « changement climatique ». Le vocabulaire et le périmètre associé au code couleur utilisé dans les
 2003 graphiques de résultats est présenté Section 4.2.1. En complément du graphique présenté, le Tableau
 2004 43 détaille l'impact de chaque étape du cycle de vie pour tous les systèmes d'emballage sur l'indicateur
 2005 « changement climatique » et est disponible en annexe.
 2006

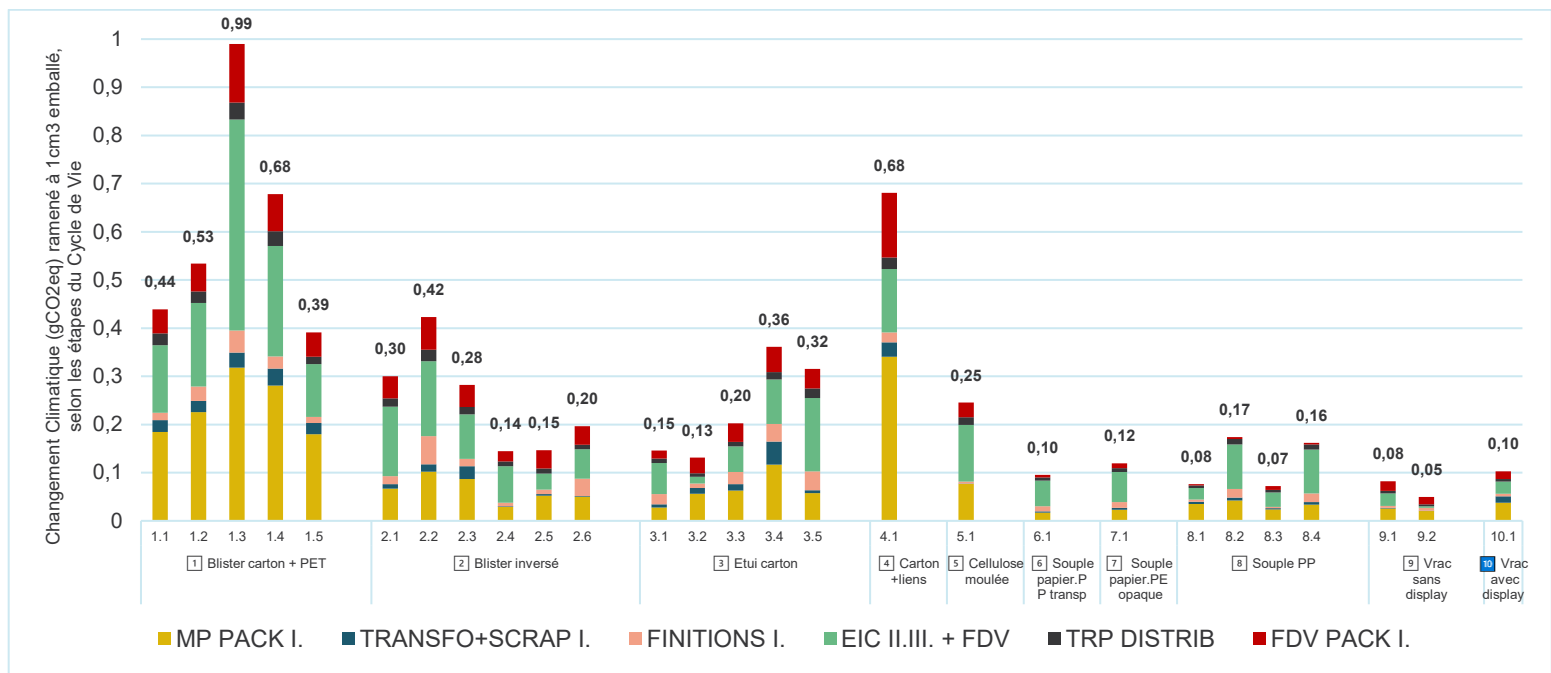


Figure 6 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur changement climatique (UF = 1cm³ emballé)

Interprétation des impacts sur cet indicateur :

Globalement, sur le changement climatique, les alternatives étudiées sont moins impactantes que les références « 1. Blister PET/Carton ». En détail, nous observons que :

- Les catégories d'emballages **souples 6. (papier transparent), 7. (papier opaque), 8. (PP) et vrac 9. et 10.** sont nettement moins impactantes que la référence. La réduction de l'impact observée est au minimum de -56% (emballage 1.5 contre 8.2) à -95% (emballage 1.3 contre 9.2). Ces emballages sont aussi les plus performants d'un point de vue de la masse utilisée par volume emballé (voir [Figure 5](#)), ce qui explique leur faible impact.
- Les catégories d'emballages individuels basées sur les **cartons 2. (blister inversé), 3. (étui), et 5. (cellulose)** sont globalement meilleures que la référence mais certains designs génèrent un gain environnemental limité (2.1, 2.2, 3.4 et 3.5) à cause d'un volume emballé faible. Le pire emballage (2.2) génère un impact 8% plus élevé que la meilleure référence (1.5) mais la réduction d'impact sur ces catégories peut aller jusqu'à 87%.
- La catégorie **4.(carton avec lien)** est d'impact comparable voire supérieur à la référence mais il est difficile de conclure de par la non-pertinence de cet emballage qui n'est représenté que par un design et qui ne protège pas un volume défini (volume emballé = volume de l'objet, ce qui peut être indirectement sous-estimé)

Interprétation par étape du cycle de vie :

- Sur l'ensemble des scénarios étudiés les étapes qui contribuent le plus à l'impact en changement climatique sont les **matières premières** et les **EIC**.
 - Les **EIC** qui sont les éléments les plus représentés en masse pour la plupart des systèmes d'emballage étudiés (voir [Figure 5](#)), cependant, ils ont un impact massif globalement moins impactant que les **matières premières** car ils génèrent moins de chutes de production, sont fait de matières moins impactantes et peuvent être réemployables (palettes).
 - Pour les **souples** (6 à 8) et pour certains designs de **blister, blister inversé et étuis**, les **EIC** sont les composants les plus contributeur à l'impact du système. Ces

- composants ne doivent pas être négligés dans l'écoconception de nouvelles alternatives.
- La catégorie d'emballage **4. carton avec liens** est pénalisée par l'emploi d'un carton plat trop massif générant un impact important sur les **matières premières**. Ce carton est nécessaire car l'objet emballé est lourd et le carton doit être épais pour garantir la rigidité de l'emballage. Pour d'autres applications, le ratio masse/volume de ce type d'emballage peut être amélioré.
 - L'étape de **finition** a un impact non négligeable sur le changement climatique, notamment pour les solutions à base de carton individuel (**blisters 1. et 2., étuis 3.**). Ces typologies d'emballage ont tendance à avoir une surface imprimée plus importante.
 - La **fin de vie** est une étape qui contribue grandement pour les emballages à base de **carton** et à l'inverse qui contribue peu pour les emballages à base de **plastique**. La justification est la suivante :
 - la modélisation de la fin de vie des carton via la CFF fait intervenir un processus de recyclage du carton qui est plus impactant que la matière vierge donc les impacts évités liés au recyclage sont doublement réduits (process de recyclage impactant et impact évité faible). Cela est notamment due à l'utilisation de co-déchets/co-produits de l'industrie forestière, la liqueur noire, utilisée comme source de chaleur et permettant d'éviter l'utilisation de ressources non renouvelables.
 - à l'inverse, pour les matières plastiques recyclées, le processus de recyclage est moins impactant que la matière vierge donc les impacts évités (bénéfices) liés au recyclage sont importants à deux niveaux (process de recyclage peu impactant et impact évité élevé).
 - Les étapes de **transformation des matières premières** (excepté pour des design impliquant un taux de chute de production élevé comme pour l'emballage 3.4 avec 45% de chutes lié à la découpe du carton) et de **transport** ont une faible contribution à l'impact

4.2.1.2 Indicateur utilisation des ressources fossiles

La Figure 7 montre la contribution de chaque étape du cycle de vie des emballages, selon l'indicateur « utilisation des ressources fossiles ». Le vocabulaire et le périmètre associé au code couleur utilisé dans les graphiques de résultats est présenté Section 4.2.1. En complément du graphique présenté, le Tableau 44 détaille l'impact de chaque étape du cycle de vie pour tous les systèmes d'emballage sur l'indicateur « utilisation des ressources fossiles » et est disponible en annexe.

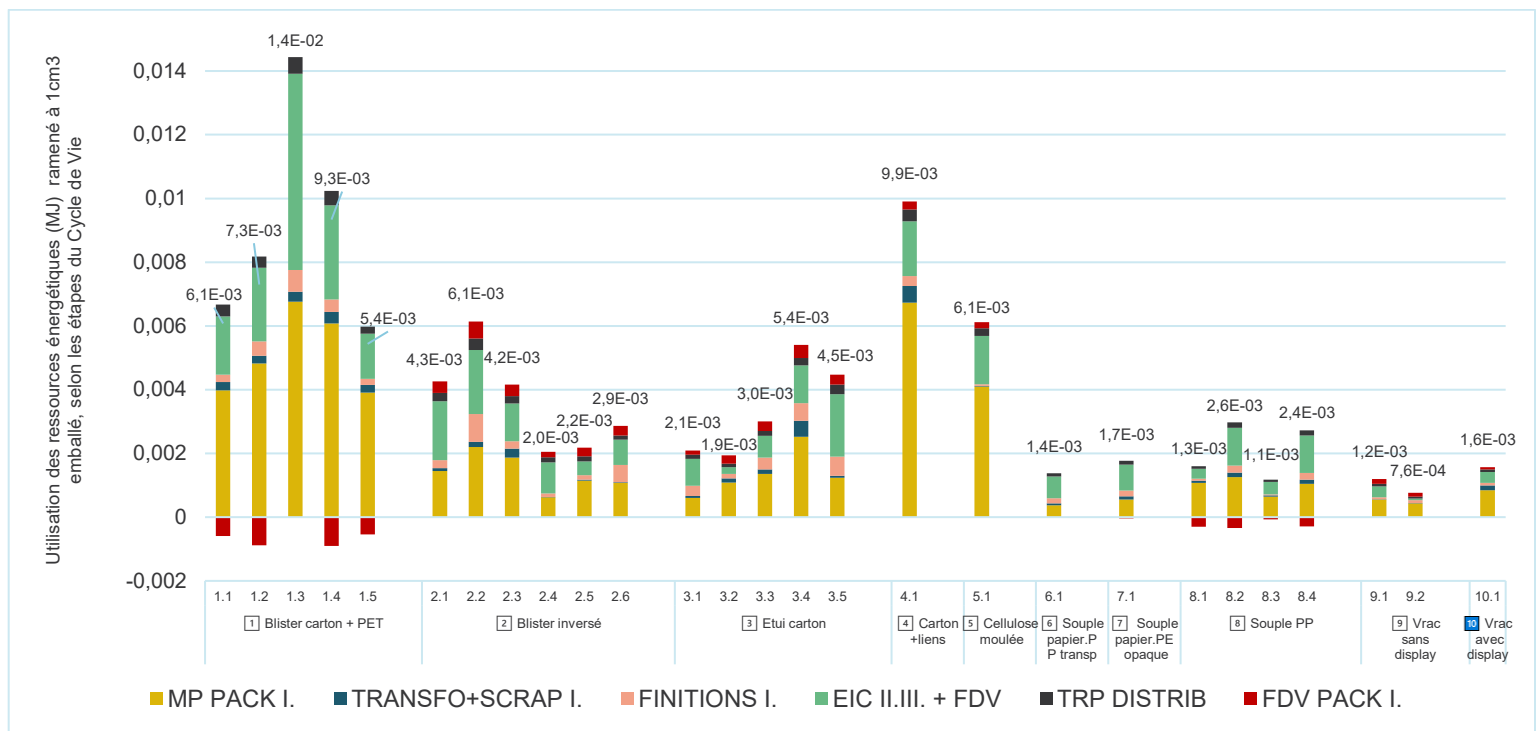


Figure 7 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur utilisation des ressources fossiles (UF = 1cm³ emballé)

Interprétation des impacts sur cet indicateur :

Globalement, sur l'utilisation des ressources fossiles, les interprétations qui peuvent être faites sur les résultats sont proches de celles réalisées pour l'indicateur changement climatique (l'utilisation de ressource fossile entraîne souvent une émission de gaz à effet de serre responsable du changement climatique), ainsi les alternatives étudiées sont aussi moins impactantes que les références « 1. Blister PET/Carton ». En détail, nous observons que :

- Les catégories d'emballages **souples 6 (papier transparent), 7 (papier opaque), 8 (PP) et vrac 9 et 10** sont nettement moins impactantes que la référence. La réduction de l'impact observée est au minimum de -52% (emballage 1.5 contre 8.2) à -95% (emballage 1.3 contre 9.2). La catégorie **8. souple PP** est plus pénalisée que les autres emballages souples sur cet indicateur car elle utilise davantage de matière plastique issue de ressources fossiles (pétrole). Ces emballages sont aussi les plus performants d'un point de vue de la masse utilisée par volume emballé (voir [Figure 5](#)), ce qui explique leur faible impact.
- Les catégories d'emballages individuels basées sur les **cartons 2 (blister inversé), 3 (étui), et 5 (cellulose)** sont aussi meilleures que la référence mais certains designs sont plus impactants que les blisters de référence les plus performants (1.1 et 1.5) comme les emballages 2.2 et 3.4 à cause d'un volume emballé faible. Pour les autres emballages, la réduction d'impact sur ces catégories va de 22% à 86% pour les **blister inversés (2.)**, de 18% à 87% pour les **étuis carton (3.)** et de 13% à 58% pour la **cellulose moulée (5.)**.
- La catégorie **4 carton avec lien** est d'impact comparable voire supérieur à la référence.

Interprétation par étape du cycle de vie :

- Sur l'ensemble des scénarios étudiés les étapes qui contribuent le plus à l'impact en utilisation des ressources fossiles sont les **matières premières** et les **EIC**.
 - Les **EIC** qui sont les éléments les plus représentés en masse pour la plupart des systèmes d'emballage étudiés (voir [Figure 5](#)), cependant, ils ont un impact massif

- globalement moins impacté que les **matières premières** car ils génèrent moins de chutes de production, sont fait de matières moins impactantes et peuvent être réemployables (palettes).
- Pour les **souples** (6 à 8) et pour certains designs de **blister**, **blister inversé** et **étuis**, les **EIC** sont les composants les plus contributeur à l'impact du système. Ces composants ne doivent pas être négligés dans l'écoconception de nouvelles alternatives.
 - La catégorie d'emballage **4. carton avec liens** est pénalisée par l'emploi d'un carton plat trop massif générant un impact important sur les **matières premières**. Ce carton est nécessaire car l'objet emballé est lourd et le carton doit être épais pour garantir la rigidité de l'emballage. Pour d'autres applications, le ration masse/volume de ce type d'emballage peut être amélioré.
 - L'étape de **finition** a un impact non négligeable sur l'utilisation des ressources énergétiques, notamment pour les solutions à base de carton individuel (**blisters 1. et 2., étuis 3.**). Ces typologies d'emballage ont tendance à avoir une surface imprimée plus importante.
 - La **fin de vie** est une étape qui contribue de manière non négligeable pour les emballages à base de **carton** et à l'inverse qui contribue négativement (bénéfique pour l'environnement) pour les emballages à base de **plastique**. La justification est la suivante :
 - La modélisation de la fin de vie des cartons en CFF fait intervenir un processus de recyclage du carton qui est plus impactant que la matière vierge donc les impacts évités liés au recyclage sont doublement réduits (process de recyclage impactant et impact évité faible). Cela est notamment due à l'utilisation de co-déchets/co-produits de l'industrie forestière, la liqueur noire, utilisée comme source de chaleur et permettant d'éviter l'utilisation de ressources non renouvelables.
 - à l'inverse, pour les matières plastiques recyclées, le processus de recyclage est moins impactant que la matière vierge donc les impacts évités (bénéfices) liés au recyclage sont importants à deux niveaux (process de recyclage nécessitant peu de ressources énergétiques et permettant d'éviter de la matière vierge qui utilise beaucoup de ressources ce qui génère un impact évité élevé).
 - Les étapes de **transformation des matières premières** (excepté pour des design impliquant un taux de chute de production élevé comme pour l'emballage 3.4 avec 45% de chutes lié à la découpe du carton) et de **transport** ont une faible contribution à l'impact.

4.2.1.3 Indicateur eutrophisation en eaux douces

La Figure 8 montre la contribution de chaque étape du cycle de vie des emballages, selon l'indicateur « eutrophisation en eaux douces », un indicateur prioritaire pour CITEO. Le vocabulaire et le périmètre associé au code couleur utilisé dans les graphiques de résultats est présenté Section 4.2.1. En complément du graphique présenté, le Tableau 45 détaille l'impact de chaque étape du cycle de vie pour tous les systèmes d'emballage sur l'indicateur « eutrophisation en eaux douces » et est disponible en annexe.

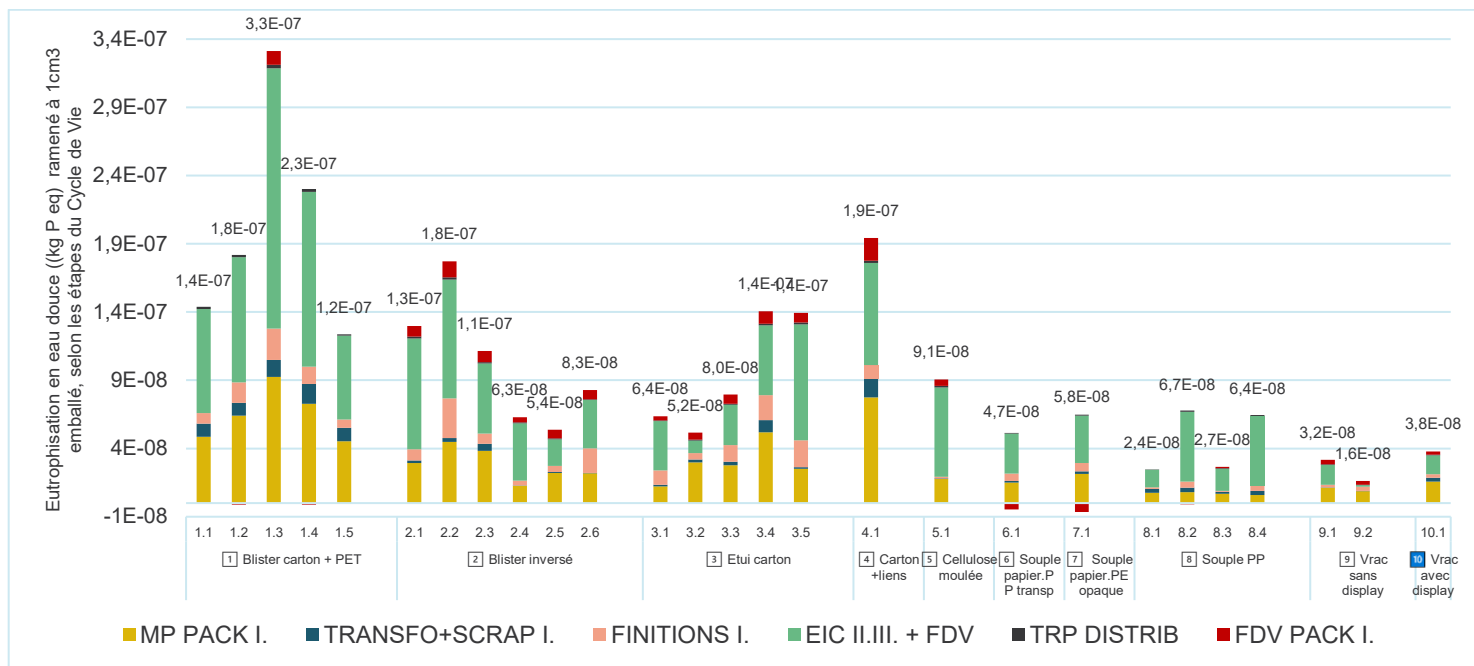


Figure 8 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur eutrophisation en eaux douces (UF = 1cm³ emballé)

Interprétation des impacts sur cet indicateur :

Globalement, sur l'eutrophisation en eaux douces, les alternatives étudiées sont moins impactantes que les références « 1. Blister PET/Carton ». En détail, nous observons que :

- Les catégories d'emballages **souples 6 (papier transparent), 7 (papier opaque), 8 (PP) et vrac 9 et 10** sont nettement moins impactantes que la référence. La réduction de l'impact observée est au minimum de -44% (emballage 1.5 contre 8.2) à -95% (emballage 1.3 contre 9.2). Ces emballages sont aussi les plus performants d'un point de vue de la masse utilisée par volume emballé (voir [Figure 5](#)), ce qui explique leur faible impact.
- Les catégories d'emballages individuels basées sur les **cartons 2 (blister inversé) et 3 (étui)**, sont globalement meilleures que la référence mais certains designs génèrent un gain environnemental limité (2.1, 2.2, 2.3, 3.4 et 3.5) à cause d'un volume emballé faible. Le pire emballage (2.2) génère un impact 44% plus élevé que la meilleure référence (1.5) mais la réduction d'impact sur ces catégories peut aller jusqu'à 84%.
- **Les catégories 5 (cellulose) et 4 (carton avec lien)** ont un impact comparable voire supérieur aux blisters de référence.

Interprétation par étape du cycle de vie :

- Sur l'ensemble des scénarios étudiés les étapes qui contribuent le plus à l'impact d'eutrophisation en eaux douces sont les **matières premières** et les **EIC**.
 - Pour la majorité des systèmes d'emballages, les **EIC** sont les composants les plus contributeurs à l'impact du système. Cette contribution est principalement due aux cartons ondulés utilisés dans les **EIC**. La transformation du bois en pâte à papier génère des effluents riches en matières organiques biodégradables, en composés azotés et en phosphates, notamment pour le traitement des cendres, qui peuvent être relâchés dans les eaux de surface si le traitement des eaux usées est insuffisant. Ces composants ne doivent pas être négligés dans l'écoconception de nouvelles alternatives.
 - Les cartons plats et papiers, massivement utilisés dans les **matières premières** des emballages étudiés ici sont aussi impactants pour l'eutrophisation en eau douce. Ils

- génèrent tout de même deux fois moins d'impact ramené au kg que le carton ondulé car génèrent moins de cendres (énergie électrique privilégiée), et n'utilisent pas de colle ou d'amidon.
- les **matières premières** plastiques génèrent moins d'impact sur l'eutrophisation que les matières à base de papier/carton, ce qui avantage les emballages **souples**.
 - L'étape de **finition** a un impact non négligeable sur l'eutrophisation en eaux douces, notamment pour les solutions à base de carton individuel (**blisters 1. et 2., étuis 3.**). Ces typologies d'emballage ont tendance à avoir une surface imprimée plus importante.
 - La **fin de vie**, comme dans la section précédente et pour les mêmes raisons, est une étape qui contribue de manière non négligeable à l'impact pour les emballages à base de carton et négativement pour les emballages en plastiques. En effet, le recyclage du carton a plus d'impact que la matière vierge sur cet indicateur à cause notamment de l'utilisation de charbon à la fois dans le procédé de recyclage et dans l'électricité du mix moyen européen considéré pour cette matière. La matière vierge substituée étant moins impactante, ne permet pas de compenser l'impact du recyclage.
 - Les étapes de **transformation des matières premières** et de **transport** ont une faible contribution à l'impact

4.2.1.4 Indicateur épuisement des ressources, minéraux et métaux

La Figure 9 montre la contribution de chaque étape du cycle de vie des emballages, selon l'indicateur « épuisement des ressources, minéraux et métaux ». Le vocabulaire et le périmètre associé au code couleur utilisé dans les graphiques de résultats est présenté Section 4.2.1. En complément du graphique présenté, le Tableau 46 détaille l'impact de chaque étape du cycle de vie pour tous les systèmes d'emballage sur l'indicateur « épuisement des ressources, minéraux et métaux » et est disponible en annexe.

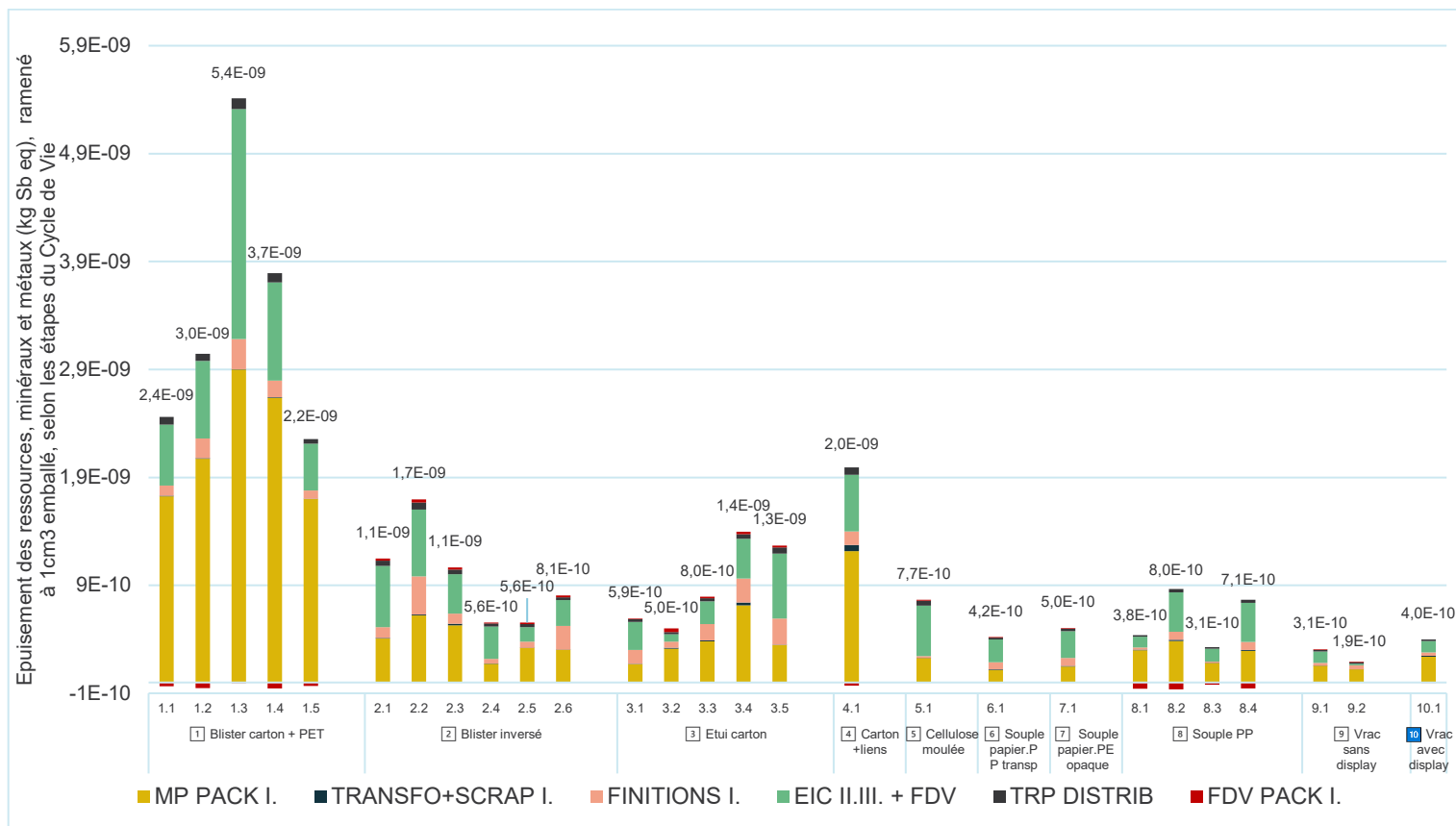


Figure 9 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur épuisement des ressources, minéraux et métaux (UF = 1cm³ emballé)

Interprétation des impacts sur cet indicateur :

Sur l'indicateur épuisement des ressources minérales et métalliques les alternatives étudiées sont toutes moins impactantes que les références « 1. Blister PET/Carton ».

En détail, nous observons que :

- Les catégories d'emballages **souples 6 (papier transparent), 7 (papier opaque), 8 (PP) et vrac 9 et 10** sont nettement moins impactantes que la référence. La réduction de l'impact observée est au minimum de -64% (emballage 1.5 contre 8.2) à -96% (emballage 1.3 contre 9.2). Ces emballages sont aussi les plus performants d'un point de vue de la masse utilisée par volume emballé (voir [Figure 5](#)), ce qui explique leur faible impact.
- Les catégories d'emballages individuels basées sur les **cartons 2 (blister inversé) et 3 (étui)**, sont meilleures que la référence même si certains designs génèrent un gain environnemental plus limité (2.1, 2.2, 2.3, 3.4 et 3.5) à cause d'un volume emballé faible. Le pire emballage (2.2) génère un impact 23% plus faible que la meilleure référence (1.5), ce qui est un gain de performance environnementale significatif, et la réduction d'impact sur ces catégories peut aller jusqu'à 91% (3.2 contre 1.3).
- **Les catégories 5 (cellulose) et 4 (carton avec lien)** ont un impact globalement meilleur que les blisters de référence. Cependant, le meilleur emballage de référence (1.5) présente une performance environnementale comparable à l'emballage 4.1. Le nombre d'échantillon représentant les familles 4 et 5 limite les interprétations sur ces dernières.

Interprétation par étape du cycle de vie :

- Sur l'ensemble des scénario étudiés les étapes qui contribuent le plus à l'impact en épuisement des ressources minérales et métalliques sont les **matières premières** et les **EIC**.
 - Les **matières premières** contribuent davantage que les **EIC** en proportion. Les références blister ont un impact élevé à cause des **matières premières**, cela s'explique par l'utilisation de PET pour la coque. Ce PET utilise de l'acide téréphtalique (PTA) comme précurseur. Du cobalt, un élément métallique rare, est utilisé pour catalyser la synthèse du PTA, ce qui explique l'impact important des emballages à base de PET sur cet indicateur.
 - Le reste des impacts attribués aux **matières premières** et **EIC** sont dus à l'utilisation de métaux dans les installations industrielles.
- L'étape de **finition** a un impact non négligeable sur l'épuisement des ressources minérales et métalliques, notamment pour les solutions à base de carton individuel (**blisters 1. et 2., étuis 3.**). Ces typologies d'emballage ont tendance à avoir une surface imprimée plus importante.
- La **fin de vie** , les étapes de **transformation des matières premières** et de **transport** ont une faible contribution à l'impact

4.2.1.5 Indicateur utilisation des sols

La Figure 10 montre la contribution de chaque étape du cycle de vie des emballages, selon l'indicateur « utilisation des sols ». Le vocabulaire et le périmètre associé au code couleur utilisé dans les graphiques de résultats est présenté Section 4.2.1. En complément du graphique présenté, le Tableau 47 détaille l'impact de chaque étape du cycle de vie pour tous les systèmes d'emballage sur l'indicateur « utilisation des sols » et est disponible en annexe.

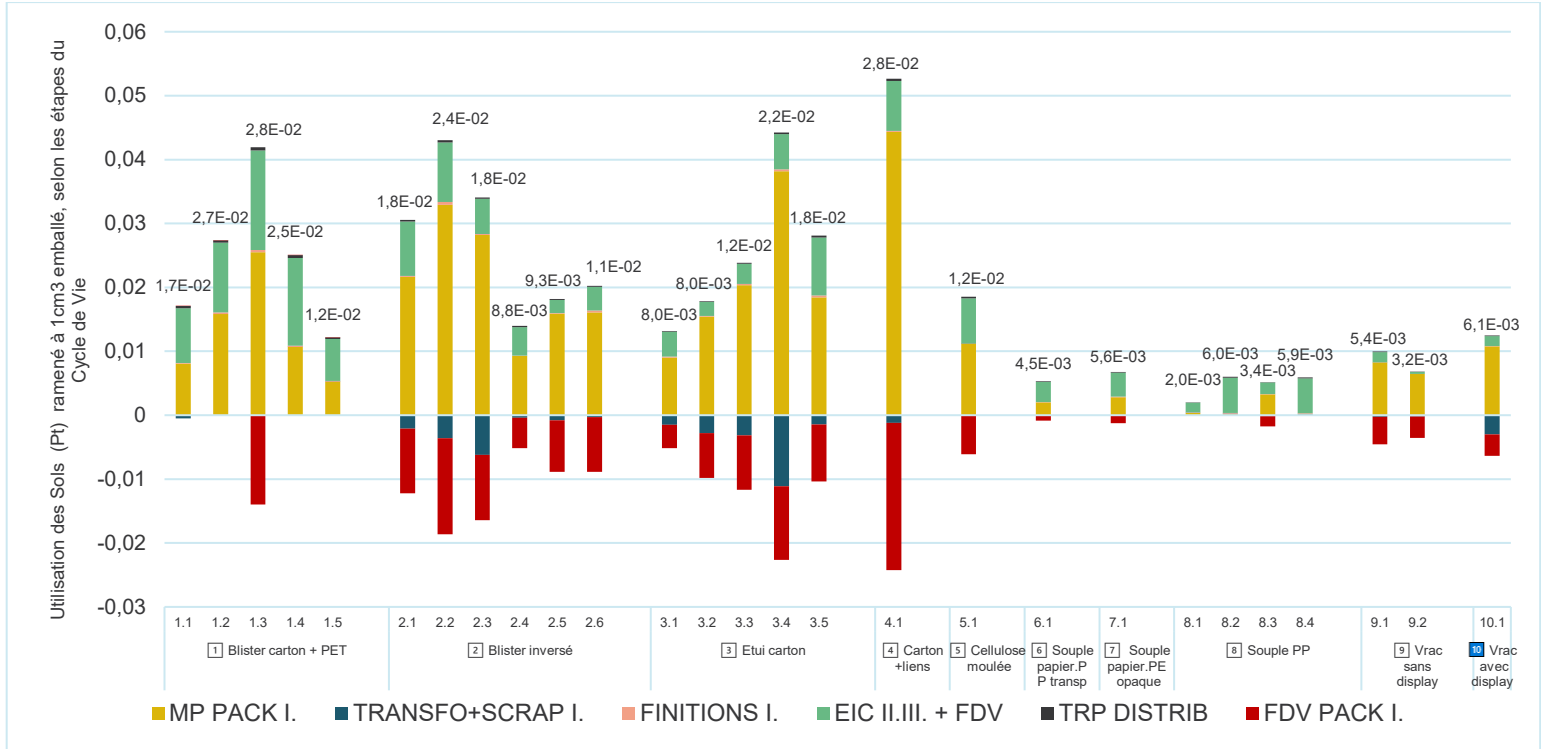


Figure 10 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur utilisation des sols (UF = 1cm³ emballé)

Interprétation des impacts sur cet indicateur :

Globalement, sur l'utilisation des sols, les alternatives étudiées sont moins impactantes que les références « 1. Blister PET/Carton » lorsque l'emballage primaire est principalement composé de plastique. Pour les emballages à base de papier/carton, le gain environnemental est inexistant ou limité. En détail, nous observons que :

- Les catégories d'emballages **souples 6 (papier transparent), 7 (papier opaque), 8 (PP) et vrac 9 et 10** sont nettement moins impactantes que la référence. La réduction de l'impact observée est au minimum de -51% (emballage 1.5 contre 8.2) à -93% (emballage 1.3 contre 8.1). Ces emballages sont aussi les plus performants d'un point de vue de la masse utilisée par volume emballé (voir [Figure 5](#)), ce qui explique leur faible impact.
- Les catégories d'emballages individuels basées sur le **carton/papier** comme le **2 (blister inversé), 3 (étui), 5 (cellulose) et 4 (carton avec lien)** ont un impact inférieur ou équivalent aux références blister.

Interprétation par étape du cycle de vie :

- Sur l'ensemble des scénarios étudiés les étapes qui contribuent le plus à l'utilisation des sols sont les **matières premières** et les **EIC**.
 - Les **matières premières** contribuent davantage que les **EIC** en proportion. Les systèmes d'emballages qui utilisent le plus de papier ou de carton sont pénalisés pour cet indicateur. En effet, ces matières utilisent du bois dont la culture nécessite d'utiliser de l'espace au sol. L'exploitation forestière peut être intensive ou peut entraîner de la déforestation, ces éléments sont pris en compte dans cet indicateur.
 - En comparaison, les **matières premières** plastiques génèrent moins d'impact sur l'utilisation des sols car elles ne nécessitent pas de processus industriels consommateurs d'espace au sol, hormis les installations industrielles liées à l'extraction et à la transformation des matières premières pétrolières qui sont optimisées en termes d'occupation de l'espace au sol.
- Les étapes de **finition** et de **transport** ont un impact négligeable sur l'utilisation des sols.
- La **fin de vie** a une contribution négative (bénéfique sur l'environnement) sur l'utilisation des sols pour les systèmes d'emballages à base de carton qui sont recyclables en fin de vie. Cela s'explique via l'emploi de la CFF qui attribue des bénéfices en fin de vie via le fait d'éviter de produire de nouveaux cartons vierges consommateurs d'espace au sol. Les emballages non recyclables comme les blisters ne sont pas avantagés sur cette étape.
 - Cette contribution négative s'illustre clairement dans le cas des références **1. Blister carton/PET** où l'emballage 1.3 qui est le seul emballage recyclable de sa catégorie qui bénéficie d'une réduction de l'impact en fin de vie contrairement aux autres blisters qui ont un impact sur l'environnement pour cette étape.
- De même, l'étape de **transformation des matières premières** a une contribution négative (bénéfique sur l'environnement) car elle génère des chutes qui sont très bien recyclées en fin de vie et éviteront la production de matière vierge très impactante sur cet indicateur. Il est à noter que l'impact du surplus de matière utilisée dans les emballages qui produisent des chutes n'est pas contrebalancé par les bénéfices de ces chutes en fin de vie.

4.2.1.6 Indicateur utilisation des ressources en eau

La [Figure 11](#) montre la contribution de chaque étape du cycle de vie des emballages, selon l'indicateur « utilisation des ressources en eau ». Le vocabulaire et le périmètre associé au code couleur utilisé dans les graphiques de résultats est présenté [Section 4.2.1](#). En complément du graphique présenté, le [Tableau 48](#) l'impact de chaque étape du cycle de vie pour tous les systèmes d'emballage sur l'indicateur « utilisation des ressources en eau » et est disponible en annexe.

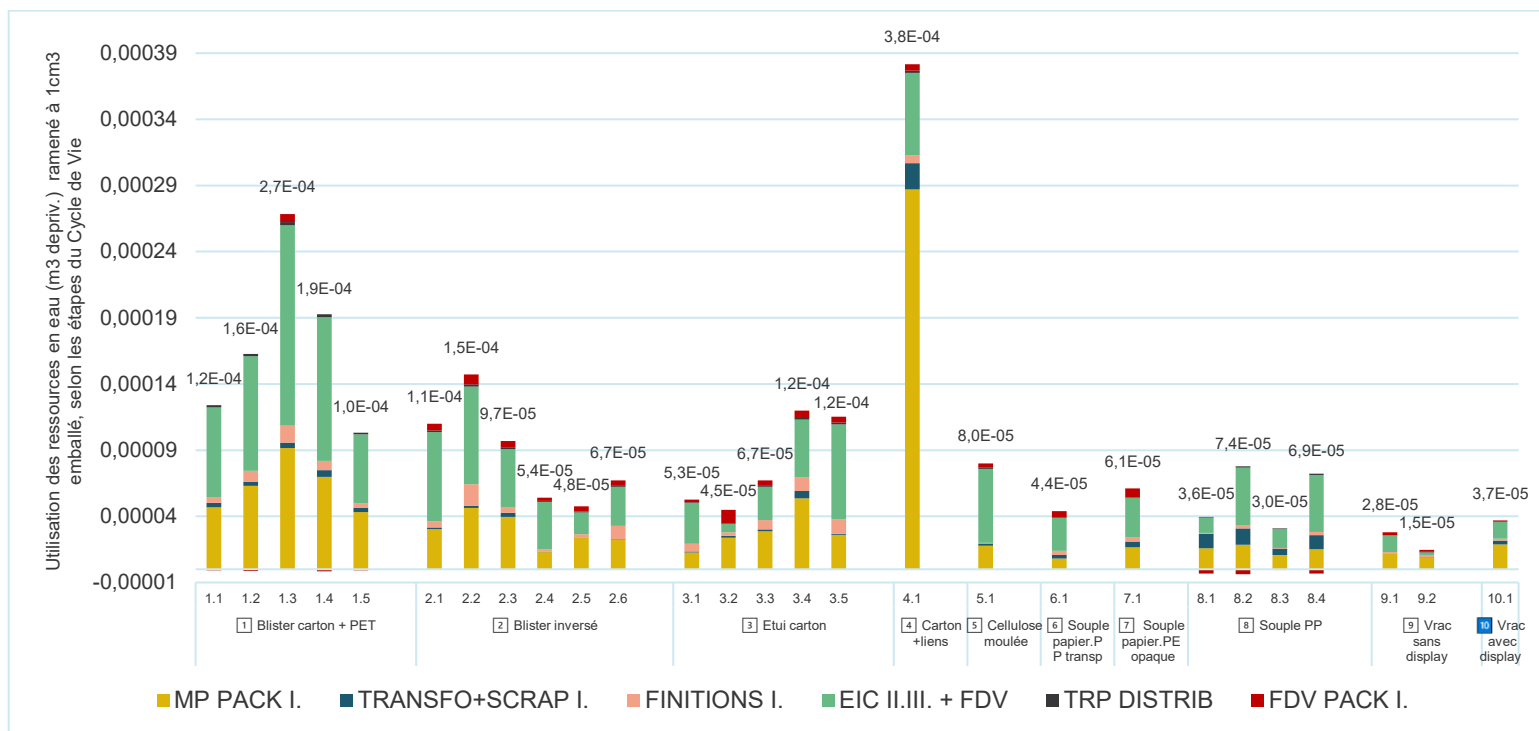


Figure 11 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur utilisation des ressources en eau (UF = 1cm³ emballé)

Interprétation des impacts sur cet indicateur :

Globalement, sur l'indicateur utilisation des ressources en eau, les alternatives étudiées sont moins impactantes que les références « 1. Blister PET/Carton ». En détail, nous observons que :

- Les catégories d'emballages **souples 6 (papier transparent), 7 (papier opaque), 8 (PP) et vrac 9 et 10** sont nettement moins impactantes que la référence. La réduction de l'impact observée est au minimum de -28% (emballage 1.5 contre 8.2) à -95% (emballage 1.3 contre 9.2). Ces emballages sont aussi les plus performants d'un point de vue de la masse utilisée par volume emballé (voir Figure 5), ce qui explique leur faible impact.
- Les catégories d'emballages individuels basées sur les **cartons 2 (blister inversé), 3 (étui), et 5 (cellulose)** sont globalement meilleures que la référence mais certains designs génèrent un gain environnemental limité (2.1, 2.2, 3.4 et 3.5) à cause d'un volume emballé faible. Le pire emballage (2.2) génère un impact 44% plus élevé que la meilleure référence (1.5) mais la réduction d'impact sur ces catégories peut aller jusqu'à 83%.
- La catégorie **4 carton avec lien** est d'impact supérieur à la référence mais il est difficile de conclure sur la non-pertinence de cet emballage qui n'est représenté que par un design et qui ne protège pas un volume défini (volume emballé = volume de l'objet, ce qui peut être indirectement sous-estimé)

Interprétation par étape du cycle de vie :

- Sur l'ensemble des scénarios étudiés les étapes qui contribuent le plus à l'impact en utilisation des ressources en eau sont les **matières premières** et les **EIC**.
 - Pour les **souples** (6 à 8) et pour certains designs de **blister, blister inversé et étuis**, les **EIC** sont les composants les plus contributeurs à l'impact du système. Ces composants ne doivent pas être négligés dans l'écoconception de nouvelles alternatives.

- Les **matières premières** ont un impact élevé pour les emballages à base de papier/carton. En effet, les procédés papetiers nécessitent beaucoup d'eau (eau pour pâte à papier, eau de rinçage des produits chimiques, évaporation de l'eau vers l'air, traitement des effluents, ...). A l'inverse, les matières plastiques sont peu consommatrices d'eau.
- La catégorie d'emballage **4. carton avec liens** est pénalisée par l'emploi d'un carton plat trop massif générant un impact important sur les **matières premières**. Ce carton est nécessaire car l'objet emballé est lourd et le carton doit être épais pour garantir la rigidité de l'emballage. Pour d'autres applications, le ration masse/volume de ce type d'emballage peut être amélioré.
- L'étape de **finition** a un impact non négligeable sur l'utilisation d'eau, notamment pour les solutions à base de carton individuel (**blisters 1. et 2., étuis 3.**). Ces typologies d'emballage ont tendance à avoir une surface imprimée plus importante.
- La **fin de vie** est une étape qui contribue faiblement pour les systèmes d'emballage étudiés. Les processus de recyclage du carton nécessitent de l'eau, ce qui explique la contribution de cette étape sur cet indicateur pour les emballages cartons recyclables à base de **carton** et à l'inverse qui contribue peu pour les emballages à base de **plastique**.
- Les étapes de **transformation des matières premières** (excepté pour les matières plastiques dont les processus de transformation nécessitent de l'eau notamment pour refroidir les machines) et de **transport** ont une faible contribution à l'impact.

4.2.1.7 Indicateur score unique

La Figure 12 montre la contribution de chaque étape du cycle de vie des emballages, selon l'indicateur « score unique ». Le vocabulaire et le périmètre associé au code couleur utilisé dans les graphiques de résultats est présenté Section 4.2.1. En complément du graphique présenté, le Tableau 49 détaille l'impact de chaque étape du cycle de vie pour tous les systèmes d'emballage sur l'indicateur « score unique » et est disponible en annexe.

NB : Cet indicateur est présenté ici à titre d'indication uniquement. En effet, il n'est pas recommandé de communiquer sur l'indicateur score unique. Cependant, le score unique a été utilisé dans cette étude pour sélectionner les indicateurs et permet de donner une indication au lecteur sur les enjeux environnementaux globaux du système étudié. En aucun cas les résultats en score unique ne doivent être communiqués seuls.

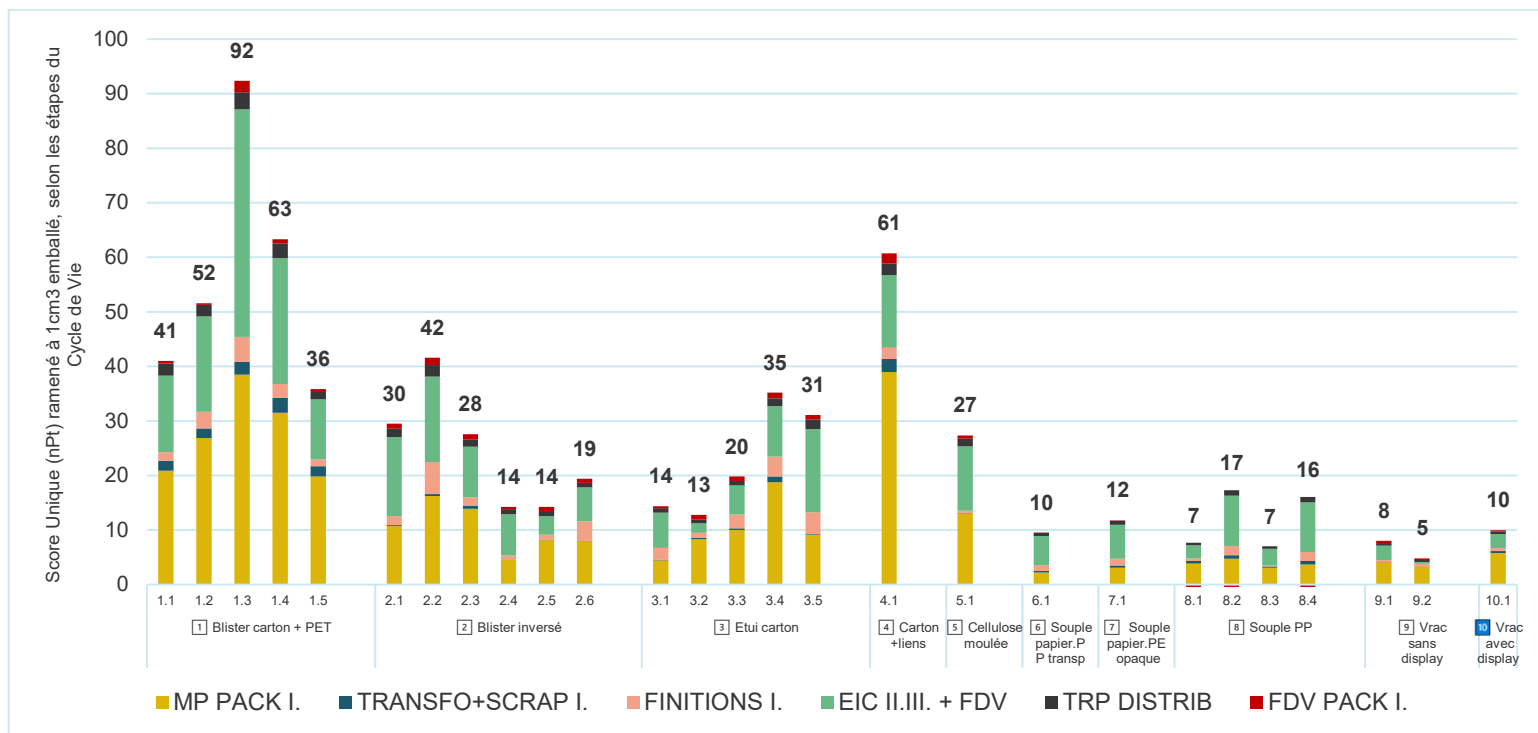


Figure 12 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur score unique (UF = 1cm³ emballé)

Interprétation des impacts sur cet indicateur :

Globalement, sur le score unique les alternatives étudiées sont moins impactantes que les références « 1. Blister PET/Carton ». En détail, nous observons que :

- Les catégories d'emballages **souples 6 (papier transparent), 7 (papier opaque), 8 (PP) et vrac 9 et 10** sont nettement moins impactantes que la référence. La réduction de l'impact observée est au minimum de -53% (emballage 1.5 contre 8.2) à -95% (emballage 1.3 contre 9.2). Ces emballages sont aussi les plus performants d'un point de vue de la masse utilisée par volume emballé (voir [Figure 5](#)), ce qui explique leur faible impact.
- Les catégories d'emballages individuels basées sur les **cartons 2 (blister inversé), 3 (étui), et 5 (cellulose)** sont globalement meilleures que la référence mais certains designs génèrent un gain environnemental limité (2.2, 3.4 et 3.5) à cause d'un volume emballé faible. Le pire emballage (2.2) génère un impact 16% plus élevé que la meilleure référence (1.5) mais la réduction d'impact sur ces catégories peut aller jusqu'à 86%.
- La catégorie **4 carton avec lien** est d'impact comparable voire supérieur à la référence mais il est difficile de conclure sur la non-pertinence de cet emballage qui n'est représenté que par un design et qui ne protège pas un volume défini (volume emballé = volume de l'objet, ce qui peut être indirectement sous-estimé)

Interprétation par étape du cycle de vie :

- Sur l'ensemble des scénarios étudiés les étapes qui contribuent le plus au score unique sont les **matières premières** et les **EIC**.
 - Les **EIC** qui sont les éléments les plus représentés en masse pour la plupart des systèmes d'emballage étudiés (voir [Figure 5](#)), cependant, ils ont un impact massif globalement moins impactant que les **matières premières** car ils génèrent moins de chutes de production, sont fait de matières moins impactantes et peuvent être réemployables (palettes).

- Pour les **souples** (6 à 8) et pour certains designs de **blister**, **blister inversé** et **étuis**, les **EIC** sont les composants les plus contributeur à l'impact du système. Ces composants ne doivent pas être négligés dans l'écoconception de nouvelles alternatives.
- la catégorie d'emballage **4. carton avec liens** est pénalisée par l'emploi d'un carton plat trop massif générant un impact important sur les **matières premières**. Ce carton est nécessaire car l'objet emballé est lourd et le carton doit être épais pour garantir la rigidité de l'emballage. Pour d'autres applications, le ration masse/volume de ce type d'emballage peut être amélioré.
- L'étape de **finition** a un impact non négligeable sur le score unique, notamment pour les solutions à base de carton individuel (**blisters 1. et 2., étuis 3.**). Ces typologies d'emballage ont tendance à avoir une surface imprimée plus importante.
- Les étapes de **fin de vie**, de **transformation des matières premières** et de **transport** ont une faible contribution à l'impact

4.2.1.8 Conclusions préliminaires sur les 6 indicateurs étudiés

De manière générale sur les indicateurs à l'étude nous observons que :

- Les catégories d'emballages **souples 6 (papier transparent), 7 (papier opaque), 8 (PP) et vrac 9 et 10** sont moins impactantes que la référence. La réduction de l'impact observée est variable entre les alternatives et les emballages de référence, pouvant aller de -28% à -96%, selon les indicateurs. Cela s'explique en partie par le fait que ces emballages sont les plus performants d'un point de vue de la masse utilisée par volume emballé (voir [Figure 5](#)), ce qui explique leur faible impact.
- Les catégories d'emballages individuels constituées essentiellement de cartons **2 (blister inversé), 3 (étui), et 5 (cellulose)** sont globalement meilleures que les emballages références.
- La catégorie **4 carton avec lien** présente des impacts globalement élevés sur les différents indicateurs, ce qui peut s'expliquer en partie par la notion de volume emballé qui est difficilement applicable à ce type d'emballage.

Concernant l'erreur de modélisation relevée par le panel de revue critique et évoquée dans la [Section 2.7](#), il est essentiel pour la transparence de l'étude d'étudier l'impact de cette dernière sur les résultats. En ce qui concerne les matériaux papiers et cartons cette erreur devrait être minime puisque ~0,9 kg de déchets est appelé pour 1kg de carton recyclé obtenu post recyclage. Cependant, pour les polymères, cette erreur de modélisation pourrait être légèrement plus impactante puisque ~1,17 kg de déchets HDPE appelé pour 1kg de rHDPE obtenu post recyclage.

4.2.2 COMPARAISON SUR LA BASE DES FONCTIONS SECONDAIRES, SUR LE CYCLE DE VIE COMPLET

Les fonctions secondaires sont présentées dans la section 2.2.1. Le [Tableau 24](#) est une version simplifiée du [Tableau 2](#) (pour plus de détail, s'y référer) et indique quelles sont les fonctions secondaires que chaque catégorie d'emballage satisfait. Dans cette partie, nous analyserons les résultats selon les différentes fonctions secondaires étudiées.

N°	Scénario	FS N°1: Transparence	FS N°2: Marketing	FS N°3: Lutte contre fraude
1	Blister carton + PET	Oui	Oui	Oui
2	Blister inversé	A nuancer	Oui	Oui
3	Etui carton	A nuancer	Oui	A nuancer
4	Carton + liens	Oui	Oui	Oui
5	Cellulose moulée	Oui	A nuancer	Oui
6	Souple papier.PP transp	A nuancer	Oui	Oui
7	Souple papier.PE opaque	Non	Oui	Oui
8	Souple PP	Oui	Oui	Oui
9	Vrac sans display	Oui	A nuancer	Non
10	Vrac avec display	Oui	Oui	Non

Tableau 24 Classification des catégories d'emballages en fonction de leur capacité à satisfaire les fonctions secondaires

Dans cette section nous invitons les metteurs en marché à comparer les différents emballages en tenant compte de leurs besoins spécifiques en emballage. En effet, la fonction d'un emballage n'est pas seulement de contenir un certain volume, puisqu'ils remplissent certaines fonctions secondaires détaillée dans le tableau précédent. Même si cette comparaison ne s'inscrit pas au sein d'un rapport ISO, l'ACV est une méthode se basant sur la prise en compte d'un maximum de paramètres, ce qui permet d'aboutir à un résultat éclairé et qui prend en compte les besoins des professionnels du secteur. C'est pourquoi, il est essentiel de tenir compte des fonctions secondaires inhérente à chaque emballage et de ne pas seulement se baser sur la performance environnementale comme présentée telle quelle dans cette ACV. D'autant que si un emballage n'est pas adapté au produit emballé, cela pourrait induire des pertes impliquant une forte augmentation des impacts du système {emballage + produit}, ce point ayant été développé dans le Tableau 3.

Pour illustrer cela, prenons l'exemple d'un professionnel qui aurait besoin d'emballer un objet tout en conservant les fonctions secondaires : transparence et lutte contre la fraude. Même si les familles vrac **9. avec display** ou **10. sans display** semble être des typologies d'emballage avec un faible impact environnemental, elles ne sont pas forcément pertinentes dans le cas présent. Les familles d'emballages remplissant ces deux fonctions secondaires sont les suivantes :

- Les emballages en **5. Cellulose moulée** sont les plus efficaces pour combiner ces deux fonctions, avec une empreinte écologique plus optimisée.
- Les emballages **souples (8)** constituent un compromis intéressant en intégrant une protection limitée contre la fraude tout en maintenant une transparence acceptable mais en permettant de limiter davantage l'impact environnemental du système d'emballage.

Ce type de réflexion peut s'appliquer à toutes les combinaisons de fonctions secondaires afin d'orienter la décision des professionnels vers le choix le plus adapté à leurs besoins et entraînant l'impact environnemental le plus faible.

4.2.3 COMPARAISON SUR LA BASE DE L'UNITE FONCTIONNELLE PRINCIPALE, FOCALISATION SUR L'EMBALLAGE PRIMAIRE UNIQUEMENT

Dans cette section, les impacts calculés seront seulement focalisés sur les emballages primaires. Les **EIC**, ainsi que le **transport**, sont exclues des résultats et des interprétations. Ces considérations permettent de n'étudier que le design de l'emballage primaire afin d'identifier les pistes et les leviers d'éco-conceptions spécifiques. De ce fait, les résultats sont affranchis de toutes contributions inhérentes aux pratiques liées à l'usage d' **EIC** et à la gestion des **transports**, propres à chaque clients.

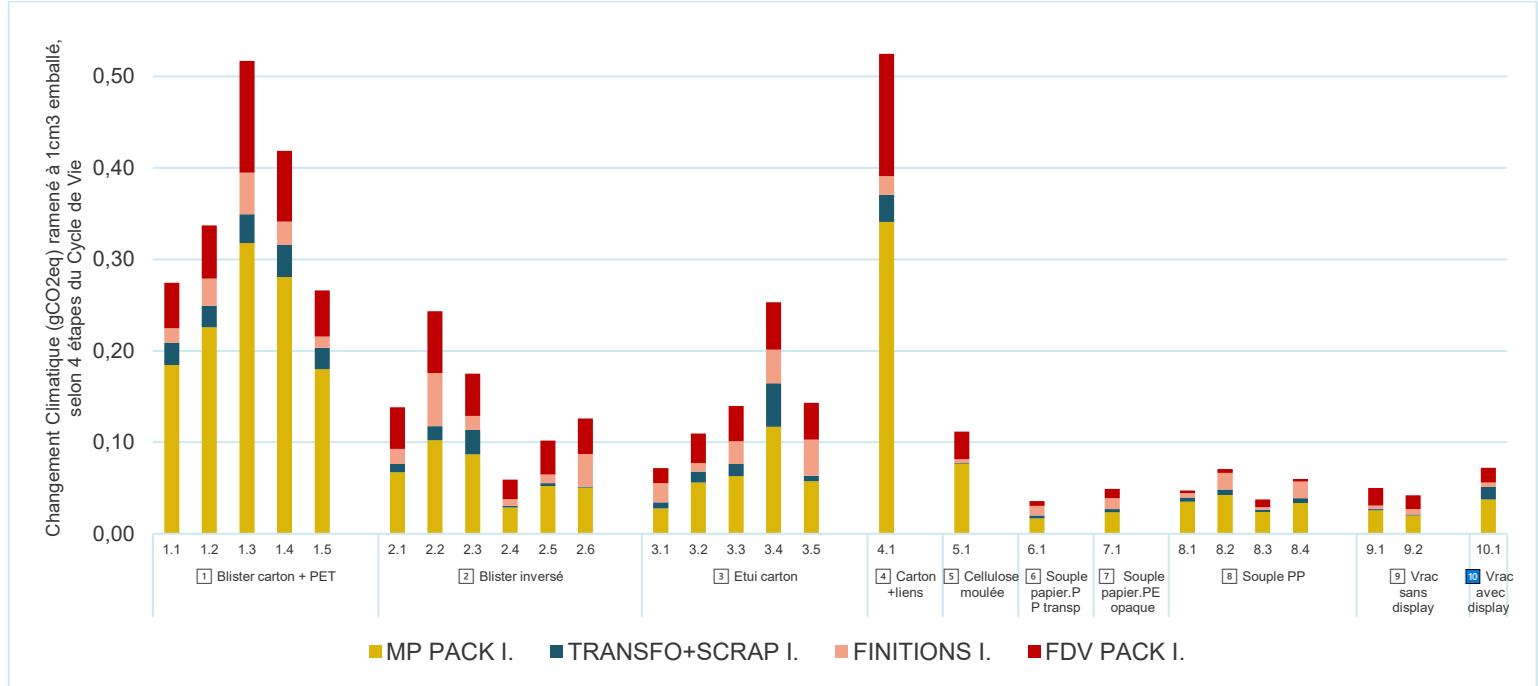
2460
2461
2462

2463
2464
2465
2466
2467
2468
2469
2470

Les tableaux contenant les résultats bruts sur les 6 indicateurs et le score unique, ayant servis à bâtir les graphiques de cette partie sont identiques à ceux de la [Section 4.2.1](#).

4.2.3.1 Indicateur changement climatique

La [Figure 13](#) montre la contribution de chaque étape du cycle de vie des emballages, selon l'indicateur « Changement Climatique », en se focalisant uniquement sur les emballages primaires. Le vocabulaire et le périmètre associé au code couleur utilisé dans les graphiques de résultats est présenté [Section 4.2.1](#). En complément du graphique présenté, le [Tableau 43](#) détaille l'impact de chaque étape du cycle de vie pour tous les systèmes d'emballage sur l'indicateur « Changement Climatique » et est disponible en annexe.



2472
2473

Figure 13 Comparaison des systèmes d'emballages, focalisation sur l'emballage primaire uniquement, selon l'indicateur changement climatique (UF = 1cm³ emballé)

2474
2475
2476
2477
2478
2479
2480
2481
2482
2483
2484
2485
2486
2487

Interprétation des impacts sur cet indicateur :

Globalement, sur le changement climatique, même en ne considérant que l'emballage primaire, les alternatives étudiées sont moins impactantes que les références « 1. Blister PET/Carton ». En détail, nous observons que :

- Les catégories d'emballages **souples 6 (papier transparent), 7 (papier opaque), 8 (PP) et vrac 9 et 10** sont nettement moins impactantes que la référence. La réduction de l'impact observée est au minimum de -73% (emballage 1.5 contre 8.2) à -93% (emballage 1.3 contre 8.3). Ces emballages sont aussi les plus performants d'un point de vue de la masse utilisée par volume emballé (voir [Figure 5](#)), ce qui explique leur faible impact.
- Les catégories d'emballages individuels basées sur les **cartons 2 (blister inversé), 3 (étui), et 5 (cellulose)** sont globalement meilleures que la référence mais certains designs génèrent un gain environnemental limité (2.2, 2.3, 3.4 et 3.5) à cause d'un volume emballé faible. Le pire emballage (3.4) génère sensiblement les mêmes impacts que la meilleure référence (1.5) mais la réduction d'impact sur ces catégories peut aller jusqu'à 89% (1.3 VS 2.4).

- La catégorie **4 carton avec lien** est d'impact comparable voire supérieur à la référence mais il est difficile de conclure sur la non-pertinence de cet emballage qui n'est représenté que par un design et qui ne protège pas un volume défini (volume emballé = volume de l'objet, ce qui peut être indirectement sous-estimé)

Interprétation par étapes du cycle de vie :

- Sur l'ensemble des scénarios étudiés, si on ne considère que l'emballage primaire, les étapes qui contribuent le plus à l'impact en changement climatique sont les **matières premières** et la **fin de vie**.
 - La **fin de vie** est une étape qui contribue grandement pour les emballages à base de **carton** et à l'inverse qui contribue peu pour les emballages à base de **plastique**. La justification est la suivante :
 - la modélisation de la fin de vie des cartons en CFF fait intervenir un processus de recyclage du carton qui est plus impactant que la matière vierge donc les impacts évités liés au recyclage sont doublement réduits (process de recyclage impactant et impact évité faible). Cela est notamment due à l'utilisation de co-déchets/co-produits de l'industrie forestière, la liqueur noire, utilisée comme source de chaleur et permettant d'éviter l'utilisation de ressources non renouvelables.
 - à l'inverse, pour les matières plastiques recyclées, le processus de recyclage est moins impactant que la matière vierge donc les impacts évités (bénéfices) liés au recyclage sont importants à deux niveaux (process de recyclage peu impactant et impact évité élevé).
- L'étape de **finition** a un impact non négligeable sur le changement climatique, notamment pour les solutions à base de carton individuel (**blisters 1. et 2., étuis 3.**). Ces typologies d'emballage ont tendance à avoir une surface imprimée plus importante.
- Les étapes de **transformation des matières premières** (excepté pour des designs impliquant un taux de chute de production élevé comme pour l'emballage 3.4 avec 45% de chutes liées à la découpe du carton) et de **transport** ont une faible contribution à l'impact sur cet indicateur.

4.2.3.2 Indicateur utilisation des ressources énergétiques

La Figure 14 montre la contribution de chaque étape du cycle de vie des emballages, selon l'indicateur « utilisation des ressources énergétiques », en se focalisant uniquement sur les emballages primaires. Le vocabulaire et le périmètre associé au code couleur utilisé dans les graphiques de résultats est présenté Section 4.2.1. En complément du graphique présenté, le Tableau 44 détaille l'impact de chaque étape du cycle de vie pour tous les systèmes d'emballage sur l'indicateur « utilisation des ressources énergétiques » et est disponible en annexe.

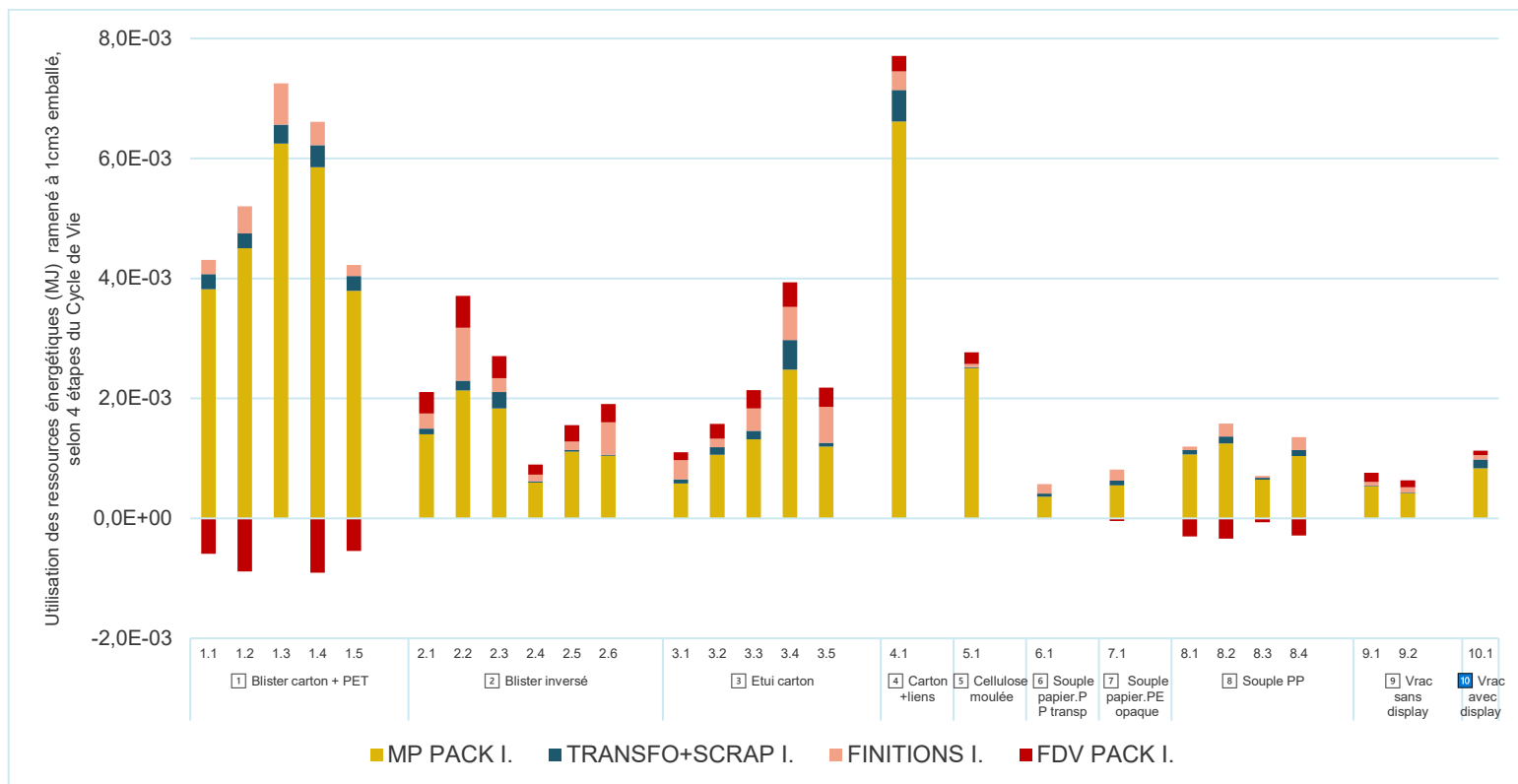


Figure 14 Comparaison des systèmes d'emballages, focalisation sur l'emballage primaire uniquement, selon l'indicateur utilisation des ressources énergétiques (UF = 1cm³ emballé)

Interprétation des impacts sur cet indicateur :

Globalement, sur l'indicateur utilisation des ressources énergétiques, les interprétations qui peuvent être faites sur les résultats sont semblables à celles réalisées pour l'indicateur changement climatique (voir justification 4.2.1.2), ainsi les alternatives étudiées sont aussi moins impactantes que les références « 1. Blister PET/Carton ». En détail, nous observons que :

- Les catégories d'emballages **souples 6 (papier transparent), 7 (papier opaque), 8 (PP) et vrac 9 et 10** sont nettement moins impactantes que la référence. La réduction de l'impact observée est au minimum de -66% (emballage 1.5 contre 8.2) à -92% (emballage 1.3 contre 6.1). Ces emballages sont aussi les plus performants d'un point de vue de la masse utilisée par volume emballé (voir Figure 5), ce qui explique leur faible impact.
- Les catégories d'emballages individuels basées sur les **cartons 2 (blister inversé), 3 (étui), et 5 (cellulose)** sont aussi meilleures que la référence mais certains designs ont des performances comparables voir inférieures aux blisters de référence les plus performants (1.1 et 1.5) comme les emballages 2.2 et 3.4 à cause d'un volume emballé faible. Pour ces emballages, la variation d'impact sur ces catégories va de 0% à -65% pour les **blister inversés (2.)**, de +5% à -86% pour les **étuis carton (3.)** et de +15% à -44% pour la **cellulose moulée (5.)**.
- La catégorie **4 carton avec lien** est d'impact comparable voire supérieur à la référence.

Interprétation par étape du cycle de vie :

- Sur l'ensemble des scénarios étudiés, si on ne considère que l'emballage primaire, les étapes qui contribuent le plus à l'impact en utilisation des ressources énergétiques sont les **matières premières** et les **finitions**.

- L'étape de **finition** a un impact non négligeable sur l'utilisation des ressources énergétiques, notamment pour les solutions à base de carton individuel (**blisters 1. et 2., étuis 3.**). Ces typologies d'emballage ont tendance à avoir une surface imprimée plus importante.
- La **fin de vie** est une étape qui contribue de manière non négligeable pour les emballages à base de **carton** et à l'inverse qui contribue négativement (bénéfique pour l'environnement) pour les emballages à base de **plastique**. La justification est la suivante :
 - la modélisation de la fin de vie des carton en CFF fait intervenir un processus de recyclage du carton qui est plus impactant que la matière vierge donc les impacts évités liés au recyclage sont doublement réduits (process de recyclage impactant et impact évité faible). Cela est notamment due à l'utilisation de co-déchets/co-produits de l'industrie forestière, la liqueur noire, utilisée comme source de chaleur et permettant d'éviter l'utilisation de ressources non renouvelables.
 - à l'inverse, pour les matières plastiques recyclées, le processus de recyclage est moins impactant que la matière vierge donc les impacts évités (bénéfices) liés au recyclage sont importants à deux niveaux (process de recyclage nécessitant peu de ressources énergétiques et permettant d'éviter de la matière vierge qui utilise beaucoup de ressources ce qui génère un impact évité élevé).
- Les étapes de **transformation des matières premières** (excepté pour des design impliquant un taux de chute de production élevé comme pour l'emballage 3.4 avec 45% de chutes lié à la découpe du carton).

4.2.3.3 Indicateur eutrophisation en eaux douces

La Figure 15 montre la contribution de chaque étape du cycle de vie des emballages, selon l'indicateur « eutrophisation en eaux douces », en se focalisant uniquement sur les emballages primaires, un indicateur prioritaire pour CITEO. Le vocabulaire et le périmètre associé au code couleur utilisé dans les graphiques de résultats est présenté Section 4.2.1. En complément du graphique présenté, le Tableau 45 détaille l'impact de chaque étape du cycle de vie pour tous les systèmes d'emballage sur l'indicateur « eutrophisation en eaux douces » et est disponible en annexe.

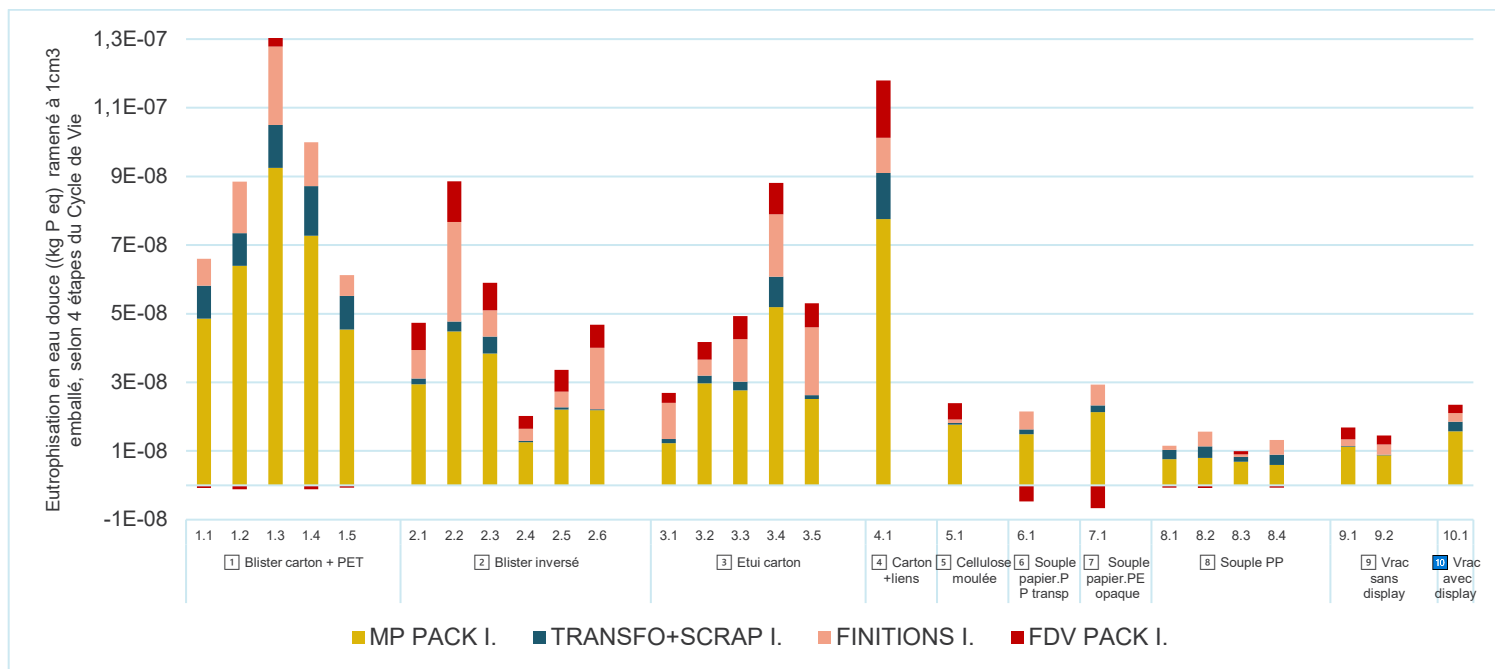


Figure 15 Comparaison des systèmes d'emballages, focalisation sur l'emballage primaire uniquement, selon l'indicateur eutrophisation en eaux douces (UF = 1cm³ emballé)

Interprétation des impacts sur cet indicateur :

Globalement, sur l'eutrophisation en eaux douces, les alternatives étudiées sont moins impactantes que les références « 1. Blister PET/Carton ». En détail, nous observons que :

- Les catégories d'emballages **souples 6 (papier transparent), 7 (papier opaque), 8 (PP) et vrac 9 et 10** sont nettement moins impactantes que la référence. La réduction de l'impact observée est au minimum de -63% (emballage 1.5 contre 7.1) à -92% (emballage 1.5 contre 8.3). Ces emballages sont aussi les plus performants d'un point de vue de la masse utilisée par volume emballé (voir Figure 5), ce qui explique leur faible impact.
- Les catégories d'emballages individuels basées sur les **cartons 2 (blister inversé) et 3 (étui)**, sont globalement meilleures que la référence mais certains designs génèrent un gain environnemental limité (2.1, 2.2, 2.3, 3.3, 3.4 et 3.5) à cause d'un volume emballé faible. Le pire emballage (2.2) génère un impact 46% plus élevé que la meilleure référence (1.5) mais la réduction d'impact sur ces catégories peut aller jusqu'à 84%.
- **Les catégories 5 (cellulose) et 4 (carton avec lien)** ont un impact supérieur aux blisters de référence.

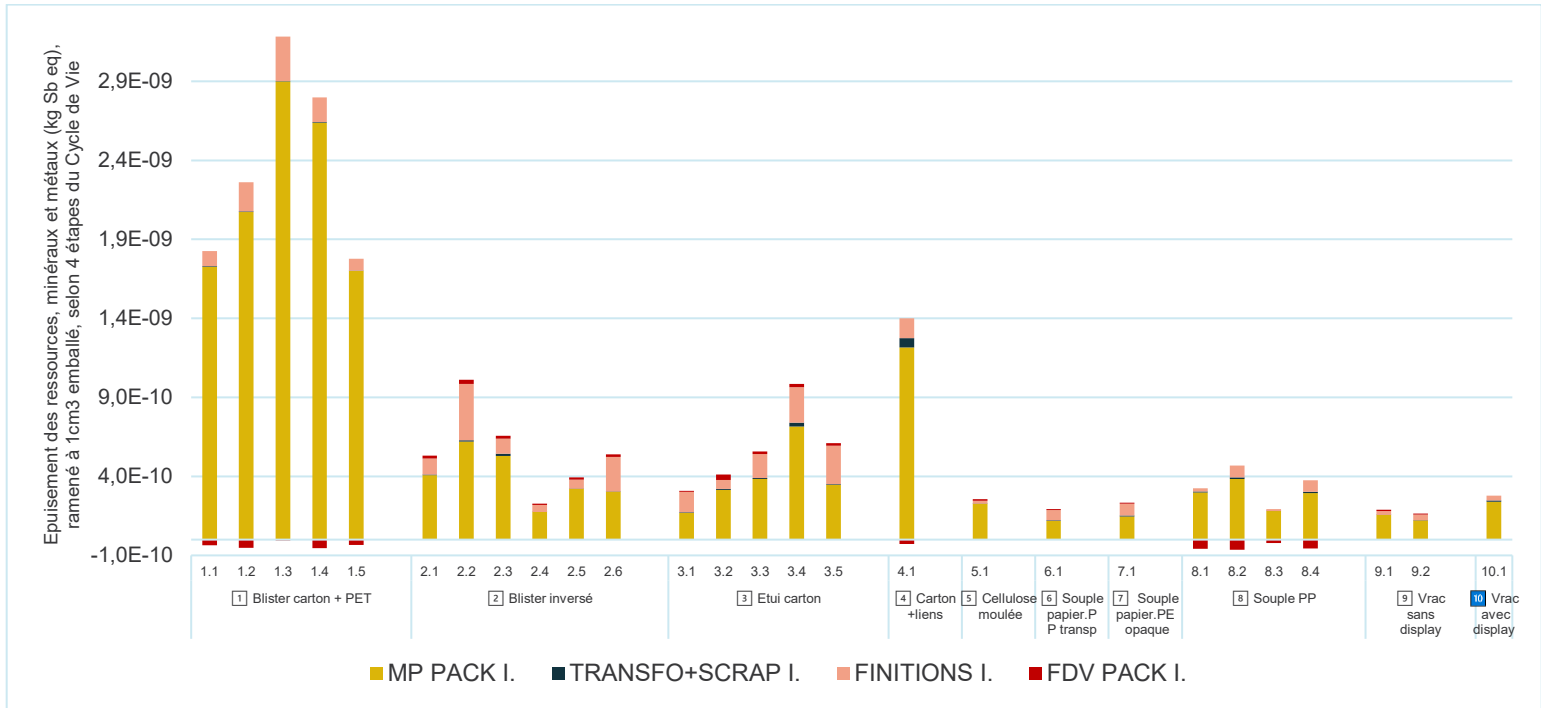
Interprétation par étape du cycle de vie :

- Sur l'ensemble des scénarios étudiés les étapes qui contribuent le plus à l'impact d'eutrophisation en eaux douces sont les **matières premières** et les **finitions**.
 - Les cartons plats et papiers, massivement utilisés dans les **matières premières** des emballages étudiés ici sont aussi impactants pour l'eutrophisation en eau douce. Ils génèrent tout de même deux fois moins d'impact ramené au kg que le carton ondulé car génèrent moins de cendres (énergie électrique privilégiée), et n'utilisent pas de colle ou d'amidon.
 - les **matières premières** plastiques génèrent moins d'impact sur l'eutrophisation que les matières à base de papier/carton, ce qui avantage les emballages **souples**.

- L'étape de **finition** a un impact non négligeable sur l'eutrophisation en eaux douces, notamment pour les solutions à base de carton individuel (**blisters 1. et 2., étuis 3.**). Ces typologies d'emballage ont tendance à avoir une surface imprimée plus importante.
- La **fin de vie** est une étape qui contribue faiblement à l'impact pour tous les scénarii.
- L'étapes de **transformation des matières premières** a une faible contribution à l'impact sur cet indicateur.

2621 4.2.3.1 Indicateur épuisement des ressources, minéraux et métaux

2622 La Figure 16 montre la contribution de chaque étape du cycle de vie des emballages, selon l'indicateur
 2623 « épuisement des ressources, minéraux et métaux », en se focalisant uniquement sur les emballages
 2624 primaires. Le vocabulaire et le périmètre associé au code couleur utilisé dans les graphiques de
 2625 résultats est présenté Section 4.2.1. En complément du graphique présenté, le Tableau 46 détaille
 2626 l'impact de chaque étape du cycle de vie pour tous les systèmes d'emballage sur l'indicateur
 2627 « épuisement des ressources, minéraux et métaux » et est disponible en annexe.
 2628



2630 **Figure 16 Comparaison des systèmes d'emballages, focalisation sur l'emballage primaire**
 2631 **uniquement, selon l'indicateur épuisement des ressources, minéraux et métaux (UF = 1cm³**
 2632 **emballé)**

2633 Interprétation des impacts sur cet indicateur :

2634 Sur l'indicateur épuisement des ressources minérales et métalliques les alternatives étudiées sont
 2635 toutes moins impactantes que les références « 1. Blister PET/Carton », même si **la catégorie 4**
 2636 **(carton avec lien)** a un impact proche des échantillons les plus performant de la catégorie de
 2637 référence. L'analyse par étape du cycle de vie permettra de donner les explications de ce résultats
 2638 contrasté.

2640 Interprétation par étape du cycle de vie :

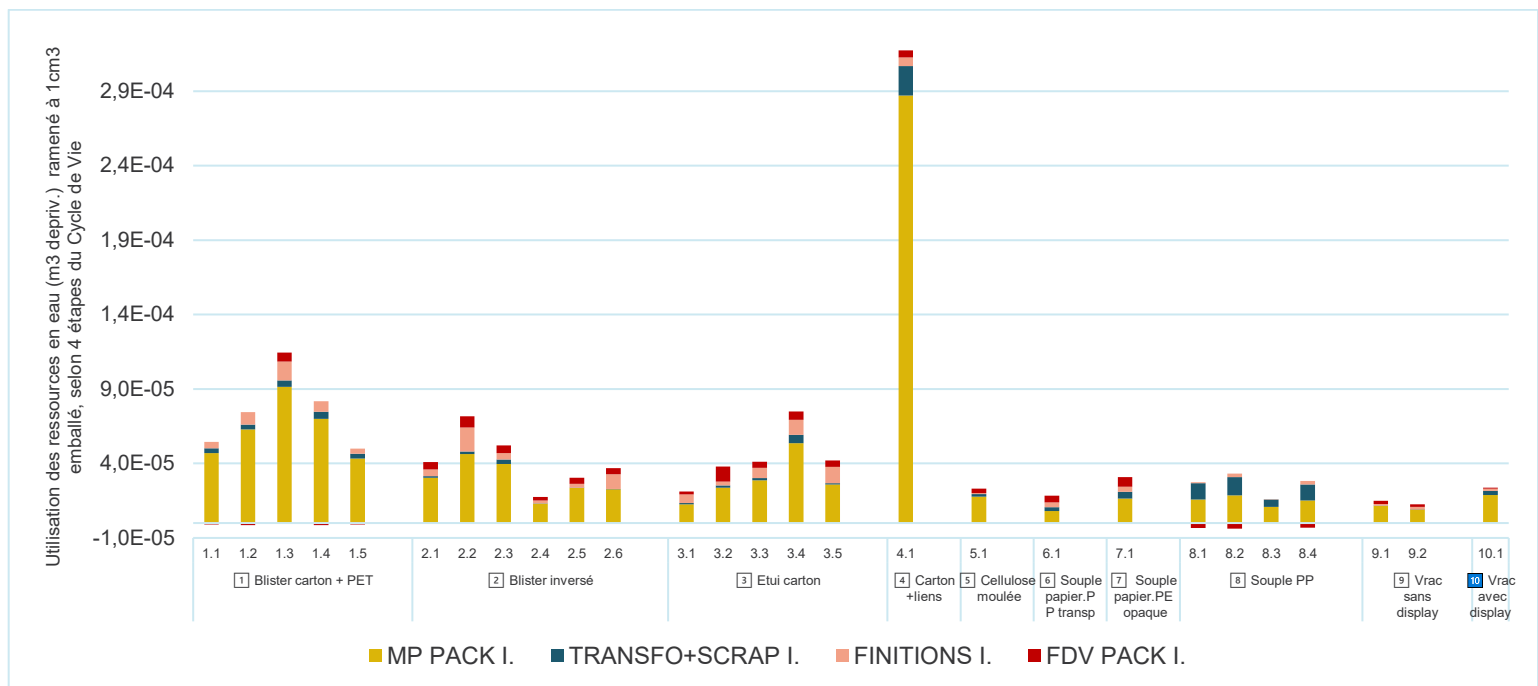
- Sur l'ensemble des scénarios étudiés les étapes qui contribuent le plus à l'impact en épuisement des ressources minérales et métalliques sont les **matières premières** et les **finitions**.
 - Les références blister ont un impact élevé à cause des **matières premières**, cela s'explique par l'utilisation de PET pour la coque. Ce PET utilise de l'acide téréphtalique (PTA) comme précurseur. Du cobalt, un élément métallique rare, est utilisé pour catalyser la synthèse du PTA, ce qui explique l'impact important des emballages à base de PET sur cet indicateur.
 - Le reste des impacts attribués aux **matières premières** sont dus à l'utilisation de métaux dans les installations industrielles.
 - L'étape de **finition** a un impact non négligeable sur l'épuisement des ressources minérales et métalliques, notamment pour les solutions à base de carton individuel (**blisters 1. et 2., étuis 3.**). Ces typologies d'emballage ont tendance à avoir une surface imprimée plus importante.
- La **fin de vie** et les étapes de **transformation des matières premières** ont une faible contribution à l'impact sur cet indicateur.

4.2.3.2 Indicateur utilisation des sols

Comme le montre la section 4.2.1.5, l'indicateur « utilisation des sols » n'est pas principalement due aux EIC, même si cette étape reste importante et ne doit pas être oubliée dans cette étude. Ainsi, il ne paraît pas très pertinent d'interpréter une nouvelle fois les résultats sur cet indicateur, d'autant que la phase de distribution du produit ne contribue quasiment pas à cet indicateur.

4.2.3.3 Indicateur utilisation des ressources en eau

La Figure 17 montre la contribution de chaque étape du cycle de vie des emballages, en se focalisant uniquement sur les emballages primaires, selon l'indicateur « utilisation des ressources en eau ». Le vocabulaire et le périmètre associé au code couleur utilisé dans les graphiques de résultats est présenté Section 4.2.1. En complément du graphique présenté, le Tableau 48 l'impact de chaque étape du cycle de vie pour tous les systèmes d'emballage sur l'indicateur « utilisation des ressources en eau » et est disponible en annexe.



2671 **Figure 17 Comparaison des systèmes d'emballages, focalisation sur l'emballage primaire**
 2672 **uniquement, selon l'indicateur utilisation des ressources en eau (UF = 1cm³ emballé)**

2673 **Interprétation des impacts sur cet indicateur :**

2674 Globalement, sur l'indicateur utilisation des ressources en eau, les alternatives étudiées sont moins
 2675 impactantes que les références « 1. Blister PET/Carton ». En détail, nous observons que :

- 2676 • Les catégories d'emballages **souples 6 (papier transparent), 7 (papier opaque), 8 (PP) et**
 2677 **vrac 9 et 10** sont moins impactantes que la référence. La réduction de l'impact observée est
 2678 au minimum de -40% (emballage 1.5 contre 8.2) à -89% (emballage 1.3 contre 9.2). Ces
 2679 emballages sont aussi les plus performants d'un point de vue de la masse utilisée par volume
 2680 emballé (voir [Figure 5](#)), ce qui explique leur faible impact.
- 2681 • Les catégories d'emballages individuels basées sur les **cartons 2 (blister inversé), 3 (étui),**
 2682 **et 5 (cellulose)** sont globalement meilleures que la référence mais certains designs génèrent
 2683 un gain environnemental limité (2.1, 2.2, 2.3, 3.3, 3.4 et 3.5) à cause d'un volume emballé
 2684 faible. Le pire emballage (2.2) génère un impact 45% plus élevé que la meilleure référence
 2685 (1.5) mais la réduction d'impact sur ces catégories peut aller jusqu'à 73%.
- 2686 • La catégorie **4 carton avec lien** est d'impact très largement supérieur à la référence mais il est
 2687 difficile de conclure sur la non-pertinence de cet emballage qui n'est représenté que par un
 2688 design et qui ne protège pas un volume défini (volume emballé = volume de l'objet, ce qui peut
 2689 être indirectement sous-estimé)

2691 **Interprétation par étape du cycle de vie :**

- 2692 • Sur l'ensemble des scénarios étudiés les étapes qui contribuent le plus à l'impact en utilisation
 2693 des ressources en eau sont les **matières premières** et les **finitions**.
 - 2694 • Les **matières premières** ont un impact élevé pour les emballages à base de
 2695 papier/carton. En effet, les procédés papetiers nécessitent beaucoup d'eau (eau pour
 2696 pâte à papier, eau de rinçage des produits chimiques, évaporation de l'eau vers l'air,
 2697 traitement des effluents, ...). A l'inverse, les matières plastiques sont peu
 2698 consommatrices d'eau.

- La catégorie d'emballage **4. carton avec liens** est pénalisée par l'emploi d'un carton plat trop massif générant un impact important sur les **matières premières**. Ce carton est nécessaire car l'objet emballé est lourd et le carton doit être épais pour garantir la rigidité de l'emballage. Pour d'autres applications, le ratio masse/volume de ce type d'emballage peut être amélioré.
- L'étape de **finition** a un impact non négligeable sur l'utilisation d'eau, notamment pour les solutions à base de carton individuel (**blisters 1. et 2., étuis 3.**). Ces typologies d'emballage ont tendance à avoir une surface imprimée plus importante.
- La **fin de vie** est une étape qui contribue faiblement pour les systèmes d'emballage étudiés. Les processus de recyclage du carton nécessitent de l'eau, ce qui explique la contribution de cette étape sur cet indicateur pour les emballages cartons recyclables à base de **carton** et à l'inverse qui contribue peu pour les emballages à base de **plastique**.
- Les étapes de **transformation des matières premières** (excepté pour les matières plastiques dont les processus de transformation nécessitent de l'eau notamment pour refroidir les machines) ont une faible contribution à l'impact.

4.2.3.4 Indicateur score unique

La Figure 18 montre la contribution de chaque étape du cycle de vie des emballages, en se focalisant uniquement sur les emballages primaires, selon l'indicateur « score unique ». Le vocabulaire et le périmètre associé au code couleur utilisé dans les graphiques de résultats est présenté Section 4.2.1. En complément du graphique présenté, le Tableau 49 l'impact de chaque étape du cycle de vie pour tous les systèmes d'emballage sur l'indicateur « score unique » et est disponible en annexe.

NB : Cet indicateur est présenté ici à titre d'indication uniquement. En effet, il n'est pas recommandé de communiquer sur l'indicateur score unique. Cependant, le score unique a été utilisé dans cette étude pour sélectionner les indicateurs et permet de donner une indication au lecteur sur les enjeux environnementaux globaux du système étudié. En aucun cas les résultats en score unique ne doivent être communiqués seuls.

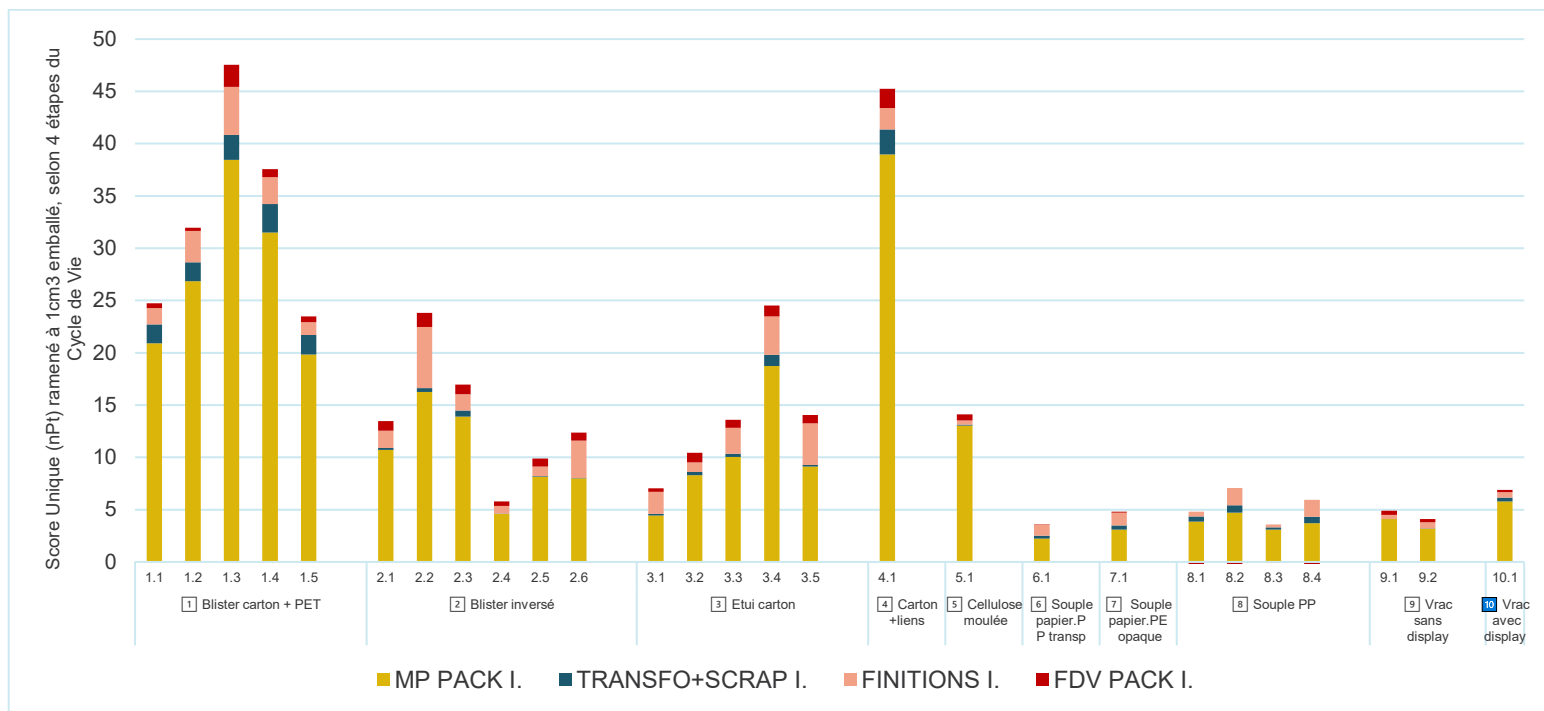


Figure 18 Comparaison des systèmes d'emballages, focalisation sur l'emballage primaire uniquement, selon l'indicateur score unique (UF = 1cm³ emballé)

Interprétation des impacts sur cet indicateur :

Globalement, sur le score unique les alternatives étudiées sont moins impactantes que les références « 1. Blister PET/Carton ». En détail, nous observons que :

- Les catégories d'emballages **souples 6 (papier transparent), 7 (papier opaque), 8 (PP) et vrac 9 et 10** sont nettement moins impactantes que la référence. La réduction de l'impact observée est au minimum de -71% (emballage 1.5 contre 10.1) à -93% (emballage 1.3 contre 8.3). Ces emballages sont aussi les plus performants d'un point de vue de la masse utilisée par volume emballé (voir [Figure 5](#)), ce qui explique leur faible impact.
- Les catégories d'emballages individuels basées sur les **cartons 2 (blister inversé), 3 (étui), et 5 (cellulose)** sont globalement meilleures que la référence mais certains designs génèrent un gain environnemental limité (2.2, 3.4 et 3.5) à cause d'un volume emballé faible. Le pire emballage (3.4) génère un impact 4% plus élevé que la meilleure référence (1.5) mais la réduction d'impact sur ces catégories peut aller jusqu'à 88%.
- La catégorie **4 carton avec liens** est d'impact comparable voire supérieur à la référence mais il est difficile de conclure sur la non-pertinence de cet emballage qui n'est représenté que par un design et qui ne protège pas un volume défini (volume emballé = volume de l'objet, ce qui peut être indirectement sous-estimé)

Interprétation par étape du cycle de vie :

- Sur l'ensemble des scénarios étudiés les étapes qui contribuent le plus au score unique sont les **matières premières** et les **finitions**.
 - La catégorie d'emballage **4. carton avec liens** est pénalisée par l'emploi d'un carton plat trop massif générant un impact important sur les **matières premières**. Ce carton est nécessaire car l'objet emballé est lourd et le carton doit être épais pour garantir la rigidité de l'emballage. Pour d'autres applications, le ratio masse/volume de ce type d'emballage peut être amélioré.

- L'étape de **finition** a un impact non négligeable sur le score unique, notamment pour les solutions à base de carton individuel (**blisters 1. et 2., étuis 3.**). Ces typologies d'emballage ont tendance à avoir une surface imprimée plus importante.
- Les étapes de **fin de vie** et de **transformation des matières premières** ont une faible contribution à l'impact.

4.2.4 COMPARAISON SUR LA BASE DE L'UNITÉ FONCTIONNELLE PRINCIPALE, FOCALISATION SUR LE VOLUME EMBALLÉ

Cette section présente en partie les mêmes résultats que dans les parties précédentes : la performance des 27 emballages sur l'indicateur « changement climatique », en la comparant au volume emballé par emballage. Pour se faire, « 3 classes » se distinguent par leur volume emballé :

- Les petits emballages avec un volume de moins de 150 cm³ (**orange** sur la [Figure 19](#))
- Les emballages moyens, ayant un volume compris entre 150 et 350 cm³ (**jaune** sur la [Figure 19](#))
- Les gros emballages embarquant un volume de plus de 350 cm³ (**vert** sur la [Figure 19](#))

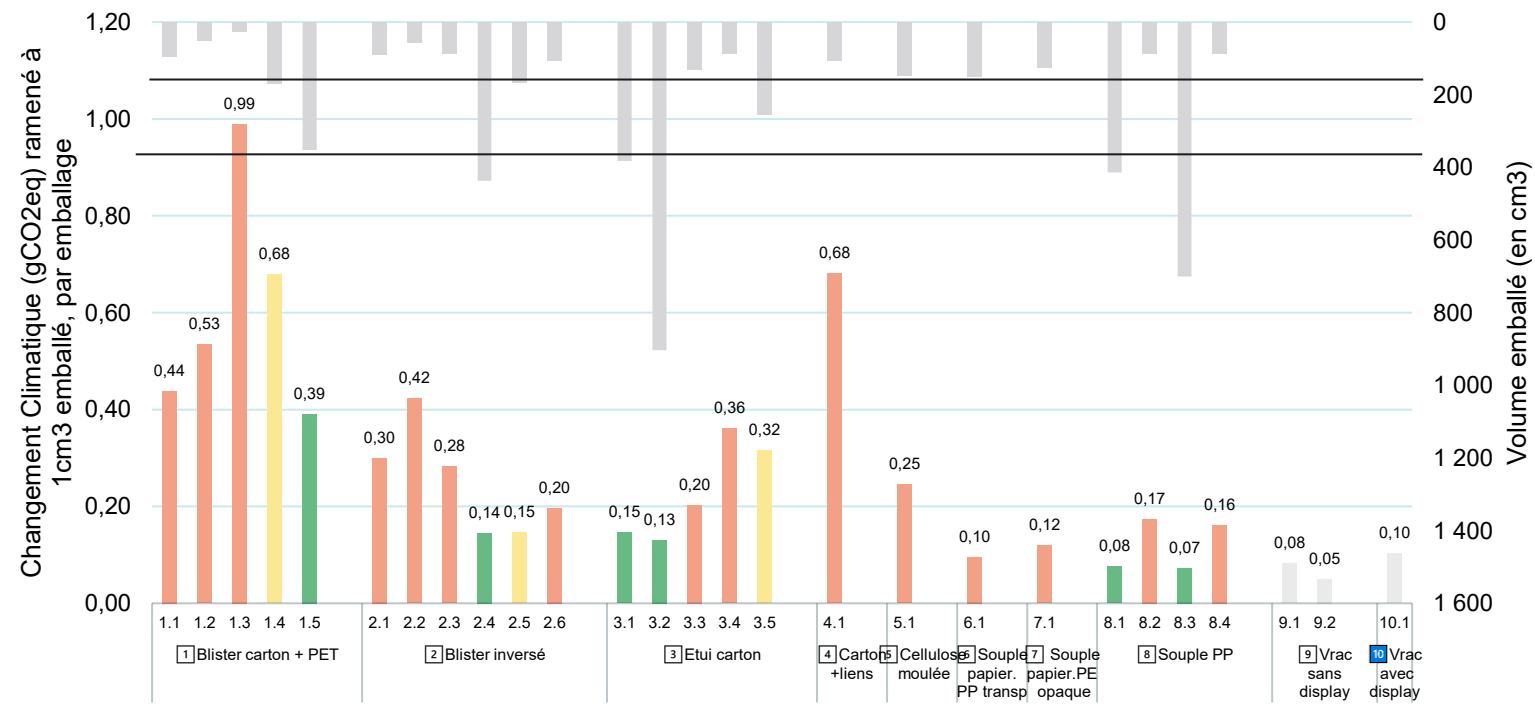


Figure 19 Comparaison des systèmes d'emballages, focalisation sur le volume emballé, selon l'indicateur changement climatique (UF = 1cm³ emballé)

La [Figure 19](#), compare tous les emballages sur l'indicateur changement climatique, ainsi que le volume emballé (**en gris**). Tout d'abord, nous observons qu'une grande diversité de volumes emballés sont représenté dans cette étude puisque qu'ils vont de 25.1 cm³ (emballage 1.5) à 902.7 cm³ (emballage 3.2) si les emballages vracs sont exclus puisque ce sont des cas particuliers (grisé dans la [Figure 19](#)). De manière générale, il n'est pas possible de corréler directement le volume emballé à son impact sur l'indicateur changement climatique, puisque les catégories **5 (cellulose)**, **6 (papier transparent)** et **7 (papier opaque)**, embarque un volume relativement faible et appartiennent à la catégorie des petits emballages. Pourtant ces derniers présentent un faible impact sur cet indicateur.

Néanmoins, en se focalisant sur une catégorie d'emballage à la fois, il est intéressant de noter que des tendances se dressent. En effet, pour les familles d'emballages ayant un nombre significatif

d'échantillon, il semblerait qu'un volume emballé faible implique une sous performance de l'emballage par rapport à l'impact moyen de la famille en question. Cette observation est valable pour les catégories **1 (blister PET/carton)**, **2 (blister inversé)**, **3 (étui)** et **8 (PP)**, pour lesquels la corrélation entre volume emballé et impact sur le changement climatique est systématique. En effet, le classement de la performance sur le changement climatique (le 1^{er} étant le meilleur) est exactement le même celui du volume emballé (le 1^{er} étant le plus grand en volume), pour ces 3 catégories d'emballages. De manière générale, les petits emballages ont un ratio [volume emballé/masse de l'emballage primaire] moins optimisé que pour les plus gros emballages. De ce fait les emballages plus gros sont avantagés.

Par ailleurs, la Figure 19 permet de comparer des emballages appartenant à des typologies d'emballage différentes mais ayant un volume emballé comparables (environ 170 cm³) comme les emballages 1.4, 2.5 et 3.3. Dans cet exemple, les alternatives en carton **2 (blister inversé)** et **3 (étui)**, génèrent des impacts environnementaux 3 fois moins important que la référence **1 (blister carton/PET)**. De la même manière, en se concentrant sur les emballages 2.3, 3.4 et 8.2 (ou 8.4), il est possible de déduire que pour des emballages ayant un volume comparable (environ 85 cm³), la famille **8 (PP)** présente une meilleure performance environnementale que les familles **2 (blister inversé)** et **3 (étui)**. Ce type d'observation permet de s'affranchir des effets d'échelles induits par les emballages embarquant un fort volume emballé et de comparer des emballages de tailles similaires.

Toutefois, il est important de garder en tête qu'il faut emballer une quantité raisonnable et adéquate de produit, au plus juste du besoin du consommateur. Emballer une grande quantité de produits qui, finalement, ne serait pas utilisée par le consommateur entraînerait un transfert d'impact par effet rebond et viendrait dégrader l'impact de l'emballage.

Les résultats présentés dans cette focalisation sur le volume emballé ont été mis en forme uniquement pour l'indicateur changement climatique. En répétant l'exercice d'interprétation par classe de volume sur les autres indicateurs, nous observons que les conclusions sont les mêmes que pour le changement climatique, c'est-à-dire que :

- Au sein de chaque famille d'emballage, les emballages les plus performant sont ceux qui disposent du volume le plus important (par exemple 1.5 pour la famille « blister carton + PET »),
- Entre famille d'emballages, à volume emballé comparable, les systèmes d'emballages ont un impact qui dépend de la famille d'emballage et non du volume. Les conclusions obtenues dans la section 4.2.1 restent les mêmes (par exemple pour des systèmes d'emballage ayant un volume emballé comparables (environ 170 cm³) comme les emballages 1.4, 2.5 et 3.3, les alternatives en **carton 2 (blister inversé)** et **3 (étui)**, génèrent des impacts environnementaux moins importants que la référence **1 (blister carton/PET)** pour tous les indicateurs étudiés.

4.3 ANALYSES DE SENSIBILITE

Cette partie aborde les analyses de sensibilités de l'étude. Le choix a été fait de se concentrer sur l'indicateur changement climatique afin de présenter les résultats de manière plus lisible. Néanmoins, les résultats bruts de chaque AS, sur les cinq autres indicateurs, sont présentés dans l'annexe 7.4.

4.3.1 AS N°1 : VARIATION DU TAUX DE MATIERE RECYCLEE ET INCORPOREE POUR CERTAINS MATERIAUX

Cette section traite d'un paramètre clé lié aux enjeux de l'utilisation de matière recyclée : le taux de matière recyclée et incorporée dans les emballages primaires. Ce dernier est fixé à 0% dans cette

étude mais il est augmenté ici à 50% afin d'étudier les changements que cela induit sur les résultats et sur les conclusions. Ici, l'étude se focalise sur le taux de matière recyclée incorporée pour les emballages primaires. Par ailleurs, ce taux de matière recyclée incorporé n'est pris en compte que pour les matériaux dont le recyclage (à l'échelle et en pratique) est possible. C'est le cas de toutes les matières dans cette ACV, hormis le nylon utilisé dans l'emballage 4.1). Ainsi, la modélisation est identique entre le scénario de base et l'analyse de sensibilité, à la différence des matières premières utilisées pour les emballages primaires. Les EIC quant à eux n'incorporent pas de matière recyclée dans cette analyse.

Cette analyse de sensibilité conduit donc à la Figure 20, présentant les résultats au travers de l'indicateur changement climatique pour chaque emballage pour le scénario de base, puis en incorporant 50% de matière recyclée pour les matériaux d'emballages primaires.

Le graphique se présente sous deux axes : le premier matérialisé par des histogrammes verts montrent les résultats bruts de l'indicateur changement climatique pour les 54 scénarii (27 emballages fois 2) et le deuxième en bleu présente l'écart relatif en pourcentage d'impact de ce même indicateur pour le scénario de base et la présente AS.

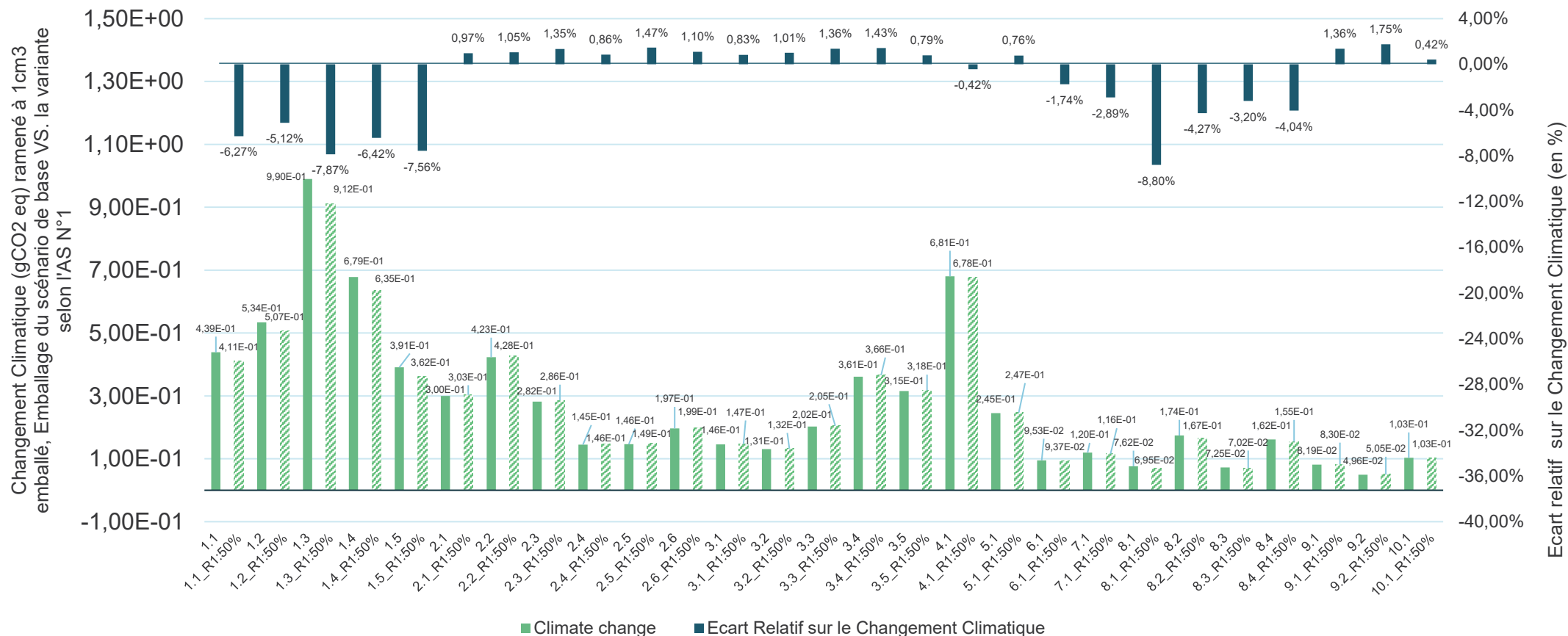


Figure 20 Impact sur l'indicateur changement climatique des différents emballages avec un taux de matière recyclée incorporée à 0% VS à 50% (UF = 1cm³ emballé)

La Figure 20, met en évidence que l'incorporation de 50% de matière recyclée permet de réduire l'impact sur le changement climatique de 2% à 9% pour les emballages primaires composés en partie ou entièrement en matière plastique : **1 (blister PET/carton)**, **6 (papier transparent)**, **7 (papier opaque)** et **8 (PP souples)**. Cependant, pour les autres familles, composées principalement du papier/carton, le constat est plus nuancé. En effet, pour ces catégories : **2 (blister inversé)**, **3 (étui)**, **5 (cellulose moulée)** **9** et **10 (vracs)**, l'incorporation de 50% de matière recyclé conduit à une légère augmentation des impacts sur le changement climatique de 0% à 2%.

Cette tendance peut s'expliquer en partie, par le fait que lors de la fabrication de papier à base de matière vierge ; un co-produit, la liqueur noire est utilisée à des fins de valorisation énergétique. Comme ce co-produit est issu de la biomasse, il contient du carbone biogénique, sa combustion conduit à un comptage en carbone biogénique 0/0, ce qui implique un impact nul sur la catégorie changement climatique et une production de chaleur plus avantageuse par rapport à du gaz ou du charbon. Or, lors de la fabrication de papier à partir de matière recyclée, il n'y a pas de production de cette liqueur noire et donc pas de production de chaleur à partir de co-produits de l'industrie forestière. Ainsi, sur la catégorie changement climatique, pour le papier/carton, dans une majorité des cas, il vaut mieux utiliser de la matière vierge plutôt que de la matière recyclée^{xx}.

Cette conclusion est à nuancer puisque sur toutes les cinq autres catégories d'impacts considérées pour cette étude, le scénario incorporant 50% de matière recyclée performe mieux que le scénario de base, comme le montrent le Tableau 50 et le Tableau 51. Ainsi, les fabricants doivent faire un compromis entre augmenter légèrement l'impact sur le changement climatique tout en le réduisant sur les autres indicateurs étudiés en intégrant du recycler ou diminuer légèrement l'impact sur le changement climatique et augmenter l'impact sur les autres indicateurs étudiés en n'intégrant pas de recyclé.

Pour aller plus loin, une ACV spécifique sur ce type de matière serait à mener, permettant de prendre en compte la diversité des paramètres pouvant influencer l'utilisation de papier vierges et recyclés : type et provenance des matières premières et des fibres, pratiques spécifiques de chaque fournisseur, variétés des technologies « Mill » pour la fabrication de la pâte à papier, entre autres.

4.3.2 AS N°2 : PROVENANCE ASIATIQUE DES EMBALLAGES PRIMAIRES

Cette section aborde la sensibilité des résultats quant à la provenance géographique des matériaux pour la production des emballages primaires. En effet, dans cette étude, les matériaux des emballages primaires sont produits en Europe mais dans cette analyse de sensibilité, une provenance Asiatique est considérée afin d'étudier si un tel changement implique des répercussions significatives sur les résultats.

Ce scénario considère un approvisionnement asiatique des matières premières d'emballage primaires (pas des EIC – ce qui constitue une limite de cette AS) et tient compte du transport des matériaux depuis l'Asie vers l'Europe avec un transport combiné de 12000 km en bateau et de 1000 km en camion (répartie en 500km en Europe et 500km en Asie). De plus, pour cette AS, les données « ROW » sont utilisées afin de modéliser la provenance des matières première en Asie puisque la base de données ecoinvent ne propose pas spécifiquement de donnée Asiatiques. Le détail des données d'inventaire spécifique à cette analyse de sensibilité n'est pas donné explicitement. Les données d'inventaire sont exactement les mêmes que pour le scénario de base, à la différence de la géographie : **les données d'arrière-plan pour les matières premières sont changées de RER vers RoW**. Seul l'échantillon 5.1 en cellulose moulée bénéficie du mix énergétique chinois (CN). La production et la fin de vie des emballages quant à elle, est toujours en Europe et en France, respectivement. Les résultats se présentent sous la même forme que pour la première analyse de sensibilité : 54 scénarii, 2 axes verticaux de résultats sur le changement climatique (1 en absolu, 1 en pourcentage d'écart relatif).

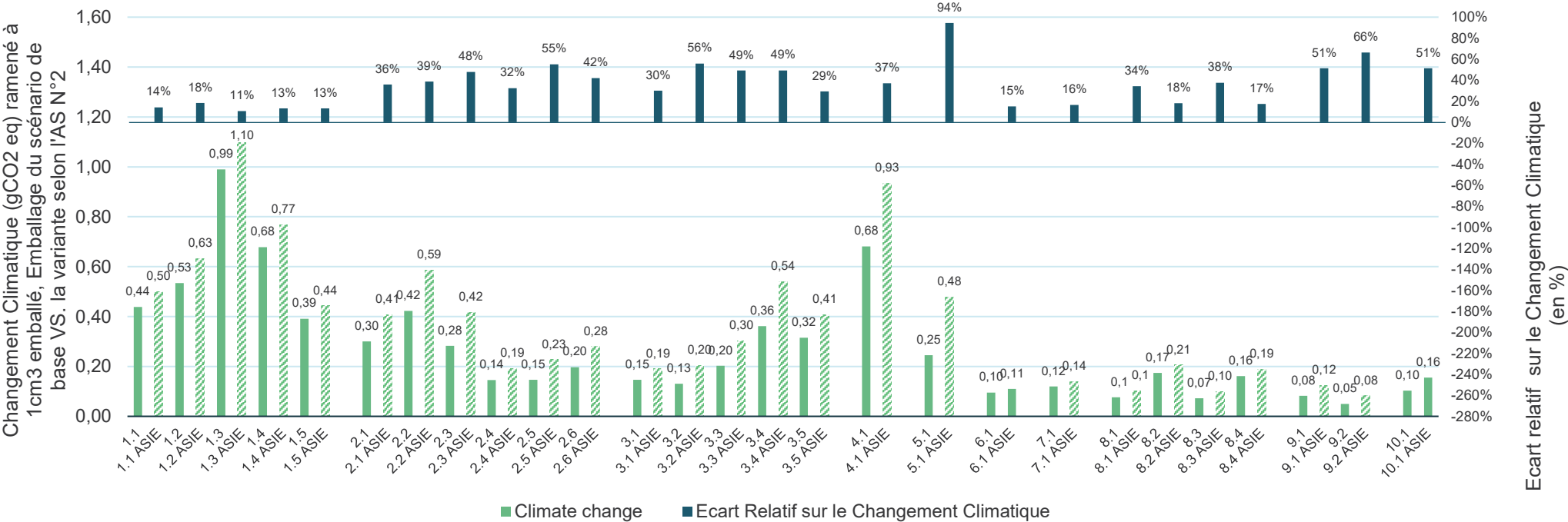


Figure 21 Impact selon le changement climatique des différents emballages avec des matériaux primaires provenant d'Europe VS Asie (UF = 1cm³ emballé)

La [Figure 21](#), illustre bien qu'un approvisionnement en matière première en Asie implique une très forte augmentation, sur tous les emballages, des impacts sur la catégorie changement climatique. Ces augmentations oscillent entre 14% et 68%, en fonction de l'emballage, et de la proportion en masse d'emballage primaire et d'EIC. Les emballages ayant ratio masse d'EIC/masse d'emballage primaire élevée sont les moins impacté par cette AS et l'inverse est vrai (voir [Figure 5](#)). Cette augmentation d'impact provient en grande majorité de la production de matière première en Asie. Le transport de matière première depuis leur production en Asie vers les usines de fabrications des emballages en Europe contribue faiblement à l'augmentation d'impacts sur le changement climatique.

Le [Tableau 52](#) et [Tableau 53](#), présente les résultats bruts de cette analyse de sensibilité. Globalement, l'approvisionnement asiatique engendre des impacts plus importants que le scénario de référence pour les 6 indicateurs à l'étude. Les conclusions observées sur les autres indicateurs sont donc alignées avec celles observées ici sur le changement climatique. Toutefois, il est possible d'observer que les familles **7 (papier opaque)** et **8 (PP souples)**, sur l'indicateur « consommation des ressources en eau », engendrent légèrement moins d'impacts : de -0% à -7%.

Ainsi, un approvisionnement en Europe est assurément plus pertinent environnementalement qu'un approvisionnement en Asie. Cela confirme que la géographie de production des matières premières est un enjeu clé dans la conception des alternatives aux blisters.

En ouverture sur cette analyse de sensibilité, si la production et l'approvisionnement des EIC, ainsi que la production des composants primaires, avaient été réalisés sur le territoire asiatique, l'augmentation des impacts aurait été encore plus importante, par un mix énergétique plus carboné pour les pays asiatiques.

4.3.3 AS N°3 : VARIATION DU VOLUME EMBALLE POUR LES BLISTERS PET/CARTON

Cette partie aborde l'analyse de sensibilité portant sur la variation du volume que les blisters PET/carton pourraient théoriquement emballer tout en conservant toutes les fonctionnalités secondaires. En effet, cette famille d'emballage n'embarque pas le volume maximal théoriquement possible puisque la coque PET est thermoformée aux dimensions exactes du produit emballé afin de le maintenir en place. Cette caractéristique, propre à cette famille, induit potentiellement un biais dans les résultats de la performance environnementale de cette catégorie d'emballage. C'est pourquoi dans cette analyse de sensibilité le volume maximal théorique est mesuré et les résultats d'ACV sont recalculés.

4.3.3.1 Protocole

Pour mesurer, ce volume, il a été considéré une section trapézoïdale isocèle afin de conserver des angles de dépouillement (angle permettant de démouler la pièce plus facilement) sur le volume final, pour conserver une forme compatible avec le procédé de mise en forme par thermoformage. Cette section théorique est mesurée sur les dimensions maximales de l'objet tout en conservant la fonctionnalité secondaire associée au marketing, c'est-à-dire en considérant un espace libre pour imprimer des éléments graphiques. Le volume est ensuite calculé en multipliant par la longueur maximale de l'objet. La [Figure 22](#) illustre la manière dont est mesurée la section trapézoïdale par rapport aux dimensions de l'objet.

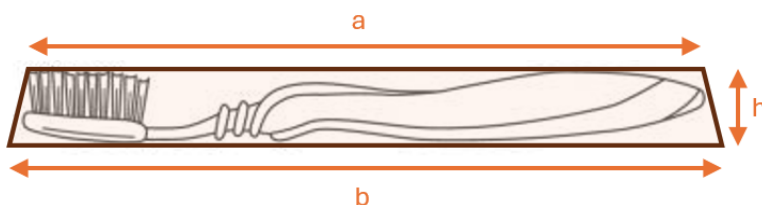


Figure 22 Schéma méthodologie mesure de la section trapézoïdale pour l'AS3

Ces mesures permettent d'aboutir à l'aire de la section grâce à la formule suivante :

2946

2947

2948

$$\frac{(a + b) \times h}{2}$$

La mesure de la dimension restante permet d’aboutir aux volumes maximaux théoriques, présentés dans le Tableau 25 :

Scénario	N° produit	Volume emballé (cm3)	Volume théorique maximal (cm3)	Gain volumique maximal
Blister carton + PET	1.1	95,3	115,6	21%
	1.2	50,0	75,5	51%
	1.3	25,1	26,9	7%
	1.4	168,6	287,7	71%
	1.5	352,0	437,0	24%

Tableau 25 Volume emballé VS volume théorique maximal pour les blisters PET/carton

4.3.3.2 Résultats

Avec un nouveau volume théorique maximal pour les blisters PET/carton, la Figure 23 présente les résultats de cette analyse de sensibilité :

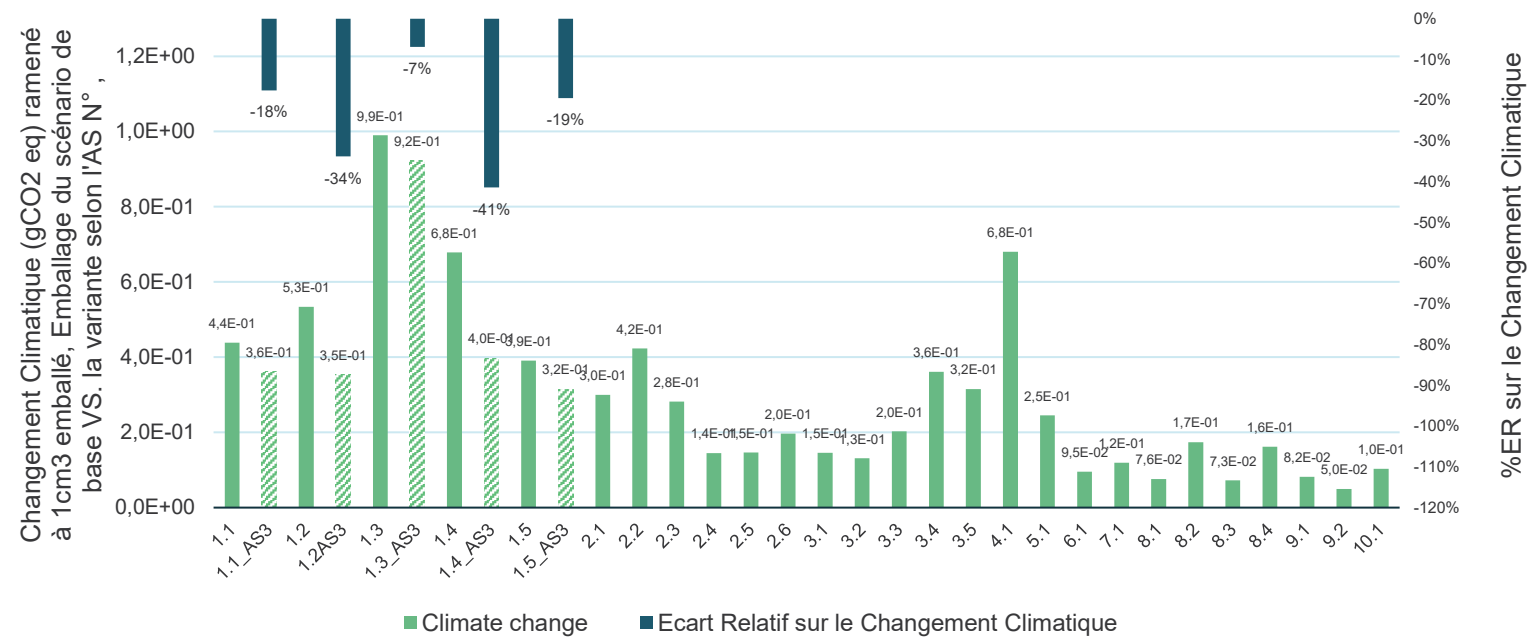


Figure 23 Graphique présentant les résultats de l’AS N°3 (UF = 1cm³ emballé)

De manière général, cette augmentation de volume emballé fait diminuer l’impact associé à chaque blister PET/carton sur l’indicateur changement climatique. Cette diminution dépend de l’augmentation du volume emballé, ces deux paramètres suivent quasiment une loi proportionnelle, l’un par rapport à l’autre.

Cependant, malgré ce gain en performance sur l’indicateur changement climatique, les conclusions de l’étude quant à la pertinence environnementale des familles d’emballages **6 (papier transparent)**, **7 (papier opaque)**, **8 (souple PP)**, **9** et **10 (vrac)** ne changent pas. Néanmoins, les familles **2 (blister)**

inversé), 3 (étui carton) et 4 (cellulose moulée) ne sont plus forcément meilleurs que le scénario de référence, même si globalement elles restent plus intéressantes (hors famille 4).

Par ailleurs, cette analyse de sensibilité engendre la même diminution (en écart relatif) sur les 5 autres indicateurs comme le présente les Tableau 54 et Tableau 55. En effet, l'augmentation du volume emballé permet de diminuer le ratio masse/volume, un paramètre clé dans cette étude. Les conclusions observées sur les autres indicateurs sont donc alignées avec celles observées ici sur le changement climatique.

En outre, cette AS ne change pas les conclusions de l'étude et il est bon de préciser qu'elle se base sur un volume maximal théorique qui est idéal, donc pas forcément réaliste. En effet, ce volume est certes plus grand mais ne permet pas de maintenir le produit emballé en place, ce qui peut le détériorer, cela va dépendre des contraintes de chaque client, et de chaque couple produit/emballage. Le taux de rebut/perte associé devrait être pris en compte dans certains cas, ce qui ferait augmenter les impacts environnementaux.

Par ailleurs, ces résultats pourraient pousser les metteurs en marché à emballer un plus grand volume de produit par UVC afin de diminuer les impacts associés à l'emballage. Cet axe d'écoconception est en partie pertinent, néanmoins il est bon de noter que cela pourrait pousser le consommateur à consommer plus que son besoin initial, induisant donc un effet rebond et un transfert d'impact de l'emballage vers le produit consommé.

4.3.4 AS N°4 : COSIDERATION DU BAC PRESENT EN RAYON POUR LA VENTE DE VRAC SANS DIPLAY

Cette section porte sur l'analyse de sensibilité étudiant l'impact induit par la prise en compte d'un bac permettant la mise en rayons des produits conditionnés dans les emballages vracs sans display (famille 9). En effet, ce système d'emballage nécessite des infrastructures spécifiques pour que le produit soit mis en rayon et à disposition du consommateur. Pour cela une caisse en plastique est incluse dans le système à l'étude. Les produits sont directement disposés dans ce récipient/présentoir et est réutilisé plusieurs fois. Cette AS se concentre uniquement sur le produit 9.1 dont certaines données sont disponibles et ont permis d'effectuer les calculs d'attribution qui s'appliquent entre la caisse et l'emballage primaire. La référence commerciale de la caisse est donnée ici^{xxi} et sont en livres d'accès.

4.3.4.1 Données pour la modélisation

Données sur la caisse en plastique :

- Masse : 0,3 kg
- Matériaux : Polystyrène (GLO)
- Procédé : Moulage par injection (hypothèse)
- Capacité : 3,8L (3800 cm³)
- Garantie : G=3 ans (considéré comme durée de vie de la boîte)
- Fin de vie selon le scénario CITEO 2030.

Nombre d'utilisations d'une boîte et facteur d'attribution par cm³ emballé :

En se basant sur le volume de vente annuel du produit (noté P), son prix unitaire (noté T), le nombre de magasin types hypermarché en France (noté M) et sur l'hypothèse qu'il y a une boîte par rayon (noté B), il est possible de déterminer la fraction de caisse allouée à la vente d'un seul produit. Cette dernière est calculée par le biais de la formule suivante :

3007

$$\frac{P \times G}{T \times M \times B} = 3823$$

3008

3009

3010

3011

3012

3013

Ainsi, sur toute la durée de vie de la caisse (hypothèse 3 ans : garantie produit), la caisse permet de mettre en rayon 3823 produits. Puisque cette dernière pèse 0,3 kg, qu'il y a 12 produits par emballage primaire et que l'emballage 9.1 fait 1120cm³, alors il est possible d'allouer : $\frac{1}{3823} \times \frac{12 \times 300}{1120} = 8.10^{-4} g$ de PS par cm³, pour cet emballage. Cette attribution constitue une première approche aboutissant à un ordre de grandeur cohérent. Pour la modélisation de ce système, la matières premières, la mise en forme et la fin de vie de la caisse en PS sont pris en compte.

3014

4.3.4.2 Résultats et interprétations

3015

3016

Le Tableau 26 présente les résultats sur les 6 indicateurs sélectionnés, ainsi que l'augmentation qui en résulte :

Catégorie d'impact	Unité	9.1	9.1 AS Caisse
Changement Climatique	gCO2 eq	8,2E-02	8,5E-02
Eutrophisation Eau Douce	kg P eq	3,2E-08	3,3E-08
Utilisation et Usage des Sols	Pt	5,4E-03	5,4E-03
Consommation des Ressources en Eau	m3 depriv.	2,8E-05	2,9E-05
Utilisation de ressources; Fossiles	MJ	1,2E-03	13E-03
Utilisation de ressources; Minéraux et Métaux	kg Sb eq	3,1E-10	3,3E-10
Ecart Relatif sur le Changement Climatique	-	+4%	
Ecart Relatif sur l'Eutrophisation Eau Douce	-	+2%	
Ecart Relatif sur l'Utilisation et l'Usage des Sols	-	0%	
Ecart Relatif sur la Consommation des Ressources en Eau	-	+3%	
Ecart Relatif sur l'Utilisation de ressources; Fossiles	-	+5%	
Ecart Relatif sur l'Utilisation de ressources; Minéraux et Métaux	-	+5%	

3017

3018

Tableau 26 : Impacts sur les 6 indicateurs pour l'emballage 9.1 avec et sans caisse destinée à la mise en rayon

3019

3020

3021

3022

3023

3024

3025

Sur tous les indicateurs sélectionnés (hors « Utilisation et Usage des Sols»), la prise en compte de cette caisse en plastique induit une augmentation des impacts. Cette augmentation peut aller jusqu'à +5% sur les indicateurs « Utilisation de ressources; Fossiles » et « Utilisation de ressources; Minéraux et Métaux ». en ce qui concerne l'indicateur « Changement Climatique », une augmentation de 4% est observée. L'augmentation sur les indicateurs observés sont dû à la production de matière polymères pétrosourcés pour produire la caisse en plastique.

3026

3027

3028

3029

3030

Néanmoins ces résultats sont à nuancer. Tout d'abord, ils ne changent pas les interprétations quant à la comparaison avec les familles **1 (blister PET/carton)**, **2 (blister inversé)** et **3 (étui)**. En effet, même en considérant cette caisse en plastique, l'échantillon 9.1 est 39% moins impactant que le meilleur emballage de ces catégories (3.2) sur l'indicateur « Changement Climatique ».

3031

3032

3033

De plus, les calculs d'attribution de la caisse en plastique se basent sur une approche au premier ordre ainsi que sur des hypothèses. De ce fait, les données sur lesquels se basent cette analyse sont moins fiables que celles utilisées dans le scénario de base de cette étude. Par ailleurs, il est bon de noter

que pour cette AS, il faudrait déduire les impacts associés au crochet en acier permettant de suspendre les différents produits par leur trou européen. En effet, ici les produits sont directement placés dans la caisse, il faut donc considérer le fait qu'une partie de l'infrastructure de mise en rayon traditionnelle n'est plus nécessaire.

Pour conclure, l'analyse des emballages vrac dans le scénario de base de cette étude est moins robuste que pour le reste des systèmes. Ceci constitue donc une limitation et doit être pris en compte lors des interprétations.

4.3.5 AUTRES PERSPECTIVES D'AS

4.3.5.1 Dimension de l'unité fonctionnelle (2D vs 3D)

Afin d'affiner les interprétations de cette étude, il aurait été intéressant d'étudier la sensibilité des résultats quant à la dimension (2D ou 3D) de l'unité fonctionnelle. En effet, cette dernière se base sur le volume emballé, néanmoins elle aurait pu reposer sur la masse emballée ou bien la surface présentée au consommateur. Cette UF surfacique aurait pu être intéressante afin de comparer la performance environnementale de chaque emballage quant à leur capacité à présenter 1 cm² de produit au consommateur.

Cependant, cette notion d'affichage est déjà prise en compte de manière qualitative dans la fonction secondaire associée au marketing. Cette fonction repose sur la capacité d'un emballage à afficher des éléments graphiques permettant d'influer sur le comportement du consommateur. Ainsi, pour que cette fonction soit remplie, il faut que l'emballage dispose d'une surface suffisamment grande et optimisée pour afficher la bonne quantité d'information.

De plus, les résultats de cette potentielle AS pourraient induire un biais d'éco-conception en poussant les metteurs en marché à optimiser leurs emballages afin de maximiser cette surface d'affichage tout en emballant un volume identique de produit. Cela augmenterait les impacts rapportés au volume emballé, ce qui serait contreproductif. Par ailleurs, les produits plats qui affichent un ratio surface/volume élevé seraient très largement avantagés par cette nouvelle UF puisque la surface d'emballage affichée au consommateur serait maximisée.

De manière pratique, il serait possible de réaliser cette analyse puisqu'il suffit de mesurer la surface d'affichage de chaque échantillon qui a été reçu par EVEA. Cependant, tous les emballages à l'étude n'ont pas été fournis : sur les 27 produits à l'étude, 20 échantillons ont été envoyés à EVEA. Ainsi, pour les produits manquants, il faudrait approximer cette donnée puisqu'elle n'a pas été collectée auprès des producteurs.

4.3.5.2 Recyclabilité des EIC traités par les industriels sur la chaîne de valeur

Comme suggéré dans la [Section 3.7.2](#) sur la recyclabilité, un taux de recyclage faible a été considéré pour certains EIC faute de données. En effet, certains EIC comme les films de palettisation sont traités par les industriels au cours de la chaîne de valeur. De bonnes pratiques de tri et de recyclage sont mises en place pour traiter les matières de ce type alors que les taux de CITEO utilisés dans cette étude sont relatifs aux emballages ménagers. Une analyse de sensibilité supplémentaire avec des taux de recyclabilité plus élevés sur les EIC serait pertinente pour une prochaine étude.

3076 5 CONCLUSIONS

3077 5.1 CONCLUSIONS GÉNÉRALES SUR LES RÉSULTATS ET LES 3078 INTERPRÉTATIONS

3079 Au regard des différents résultats et analyses de sensibilité, l'évaluation ACV comparative des
3080 systèmes d'emballages de type blister carton/PET et de neuf familles d'alternatives utilisées par les
3081 clients de CITEO, chaque alternative étudiée présente des avantages et des inconvénients en fonction
3082 des indicateurs environnementaux évalués et des fonctions secondaires considérées. Les conclusions
3083 qui peuvent être dressées à partir de l'interprétation des résultats sont les suivantes :

- 3084
3085 • Toutes les alternatives étudiées présentent un impact plus faible et dans le pire des cas
3086 comparable à la référence. La seule exception à cette généralité est :
 - 3087 ○ La catégorie **4. carton + liens** qui présente des impacts potentiels supérieurs ou
3088 comparables à la référence. Un metteur sur le marché d'emballage de ce type doit
3089 s'assurer d'optimiser la masse et la surface de carton utilisée pour garantir une
3090 réduction de l'impact environnemental.
- 3091 • Les emballages **souples (6. papier.PP transp, 7. papier.PE opaque et 8. PP)** et les solutions
3092 de **vrac (9. avec display et 10. sans display)** se démarquent par des impacts
3093 environnementaux réduits sur l'ensemble des indicateurs étudiés. Ces emballages permettent
3094 d'optimiser l'utilisation des matériaux et de limiter la quantité de matière nécessaire par unité
3095 de volume emballé. Cependant, ces solutions présentent des limites, notamment en termes de
3096 lutte contre la fraude et d'affichage marketing. De plus, ces emballages ne sont pas forcément
3097 adaptés à tous les produit. Il faut donc tenir compte des besoins en emballage propre à chaque
3098 produit.
- 3099 • À l'inverse, les **emballages rigides en carton (2. Blister inversé, 3. Etui carton et 5.**
3100 **Cellulose moulée)** offrent une meilleure protection du produit et un support optimisé pour la
3101 communication marketing, mais au prix d'un impact environnemental potentiel plus important
3102 par rapport aux autres familles cités dans le point précédent. Le rapport masse/volume et les
3103 finitions appliquées (impression, vernis) augmentent significativement leur impact. Ces
3104 solutions utilisent principalement du carton comme emballage pour leur emballage primaire et
3105 ont un impact plus important que les autres sur l'indicateur « utilisation des sols ». L'intégration
3106 de matière recyclée dans l'emballage et l'augmentation du taux de recyclabilité sont deux
3107 paramètres clés pour réduire l'impact de ces catégories d'emballage sur cet indicateur. A noter
3108 aussi que les systèmes d'emballage rigides qui disposent d'un ratio masse/volume réduit sont
3109 aussi performant que les systèmes d'emballage souple et vrac.

3110
3111 Aucun système d'emballage ne répond parfaitement à l'ensemble des enjeux évalués. Le choix final
3112 doit donc intégrer des compromis en fonction des exigences spécifiques du produit et des stratégies
3113 du metteur sur le marché.

3114
3115 En effet, les différents points cités ci-dessous font office d'ouverture à garder en tête pour tous les
3116 lecteurs de ce rapport, afin de prendre du recul sur la conclusion :

- 3117 • Pour une même typologie d'emballage, le volume emballé est un paramètre clé sur l'impact
3118 environnemental potentiel. De manière générale, plus ce volume est grand et plus l'impact
3119 environnemental potentiel est faible comme étudié en Section 4.2.4 (AS n°3). Il vaut mieux

donc privilégier des emballages contenant un grand volume pour diminuer les impacts. Attention, il faut être vigilant à l'effet rebond que cela pourrait entraîner et au déplacement d'impact induit (par exemple ; pour le secteur du bricolage, proposer 5000 clous alors qu'un client particulier n'en aurait potentiellement besoin que de 500, à contrario d'un professionnel qui pourrait justement avoir un besoin plus cohérent avec la quantité de clous proposés)

- L'incorporation de matière recyclée est de manière générale bénéfique sur la performance environnemental (voir Section 4.3.1, AS n°1).
- La zone géographique d'approvisionnement est un facteur clé : une provenance asiatique des matières premières est environnementalement préjudiciable (voir Section 4.3.2, AS n°2).

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

Pour les systèmes d'emballage étudiés, les principaux impacts sur l'environnement proviennent de deux **étapes du cycle de vie** :

- **Matières premières de l'emballage primaire**
- **EIC nécessaire au transport vers les lieux de vente**

Pour la majorité des indicateurs et des systèmes d'emballages étudiés, les **Matières premières de l'emballage primaire** est le principal contributeur aux impacts environnementaux. Cela est d'autant plus vrai si les emballages ont beaucoup de matière par rapport au volume emballé, à contrario d'autres emballages qui seraient beaucoup plus légers (les souples) où les EIC auraient une part plus importante, relativement parlant par rapport aux emballages primaires. Les principaux paramètres qui influencent l'impact des matières sont les suivants :

- Optimisation du ratio masse/volume pour réduire la masse de matière première pour emballer un même produit.
- Optimisation des chutes de production, notamment les chutes liées à la découpe des emballages en papier/carton.
- En complément de l'enjeu globalisé du « changement climatique », les enjeux spécifiques liés aux matières premières utilisées :
 - Pour les matières premières papier/carton ce sont les indicateurs « utilisation des sols », « eutrophisation des ressources en eau » et « utilisation des ressources en eau » qui peuvent être spécifiquement étudiés. Une meilleure gestion de l'amont forestier, des process de production et de leurs effluents peuvent entraîner une réduction de l'impact non analysé ici et qui nécessiterait des données spécifiques complémentaires.
 - Pour les matières plastiques ce sont les indicateurs « utilisation des ressources énergétiques » et « utilisation des ressources, minéraux et métaux » qui peuvent être spécifiquement étudiés. L'intégration de matière recyclée ou d'agents de polymérisation (dans le cas de catalyseurs du PET par exemple) moins impactants sont pertinents.
- L'intégration de matière recyclé permet de réduire l'impact global pour les matières première (excepté pour le papier/carton sur le « changement climatique ») (voir AS n°1).
- La provenance des matières premières a une importance, les metteurs sur le marché doivent privilégier une provenance européenne des matières premières plutôt qu'asiatique pour ne pas entraîner une augmentation de l'impact environnemental potentiel. Cela est vrai si le marché final est le marché français ou européen.

En deuxième lieu, les **Emballages Industriels et Commerciaux, nécessaires au transport vers les lieux de vente** contribuent considérablement à l'impact environnemental potentiel des emballages, notamment pour les emballages nécessitant des protections supplémentaires pour le transport comme les emballages souples. Ces composants ne doivent pas être négligés dans l'écoconception de nouvelles alternatives, ils font partie du système d'emballage complet pour répondre à l'unité fonctionnelle définie. Les enjeux environnementaux des EIC sont les mêmes que les matières premières papier/carton mentionnés ci-dessus. L'augmentation du nombre d'emballage primaire par palette et la réduction de la masse des cartons secondaires (sans pertes notable de la solidité) sont les deux principaux axes de réduction de l'impact (entraînant également à réduction de l'impact sur l'étape de **transport des emballages du site de conditionnement au lieu de vente**).

L'étape de **finition** des emballages a un impact non négligeable sur les indicateurs de changement climatique et de ressources (énergétiques, eau, minéraux et métaux), notamment pour les solutions à base de carton individuel (**blisters 1. et 2., étuis 3.**). Ces typologies d'emballage ont tendance à avoir une surface imprimée plus importante.

Pour finir, l'étape de **Fin de vie des emballages primaires** notamment relié avec les enjeux de recyclabilité cités en début de rapport, n'est pas une étape majoritairement contributrice pour les emballages étudiés. Cependant, cette étape génère un impact non négligeable pour les emballages **blisters 1. et 2., étuis 3.** pour les indicateurs « changement climatique » et « utilisation de ressources énergétiques. A l'inverse, le caractère recyclable de ces emballages leur confère un bénéfice important sur l'indicateur « utilisation des sols » en permettant d'éviter la production de carton vierge.

5.3 PRINCIPALES LIMITES DE L'ETUDE

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, et aux conclusions que peuvent prendre les metteurs sur le marché d'emballages et sur de futurs choix de conception.

Les conclusions sont entre autres, basées sur la qualité et l'exhaustivité des données partagées par CITEO et ses clients. Il est risqué d'un point de vue véracité et pertinence d'appliquer ces conclusions sur d'autres emballages qui n'auraient pas été évaluées dans le rapport. Cependant, l'étude a montré les principaux enjeux environnementaux associés aux emballages de type blister et ses alternatives 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 étudiés ici. **Le Tableau 3 reprend les différents critères d'exclusion et limites de l'études.**

Par ailleurs, il est important de tenir compte du fait que chaque résultat associé à un emballage résulte d'une collecte spécifique à un produit donné, donc à un fournisseur en particulier. Ainsi, les déductions faites pour une famille donnée doivent être mis en perspective avec le nombre d'échantillon représentant cette dernière. De plus, certains emballages, identifiées dans la section 1.1, sont des prototypes. Même si leur développement est à un stade avancé, caractériser l'impact environnemental potentiel de ce type de produit, conduit à des résultats légèrement moins robustes qu'avec des produits complètement finis et mis en marché.

Une limite de l'étude qui semble primordial de rappeler, est que cette étude compare de nombreux emballages, qui emballent des produits qui sont différents (papeterie, bricolage, hygiène buccale). Quand bien même une approche par fonctions secondaires a été développée de manière non exhaustive, les cahiers des charges fonctionnels auxquels doivent répondre chacun des emballages en fonction du couple [produit emballé/emballage] est bien plus complexe. **Un des messages clé à retenir de cette étude pour les clients et industriels est le suivant : l'AAP de CITEO qui suivra cette étude ACV permettra, entre autres, de mettre en place des ACV comparatives sur des emballages qui doivent emballer le même produit, permettant de renforcer les comparaisons qui sont faites et renforcer la prise de décision. Ces ACV sur un même produit permettront entre autres de tenir compte des besoins spécifiques en emballage et de dissocier les emballages souples et rigides.**

De plus, une erreur de modélisation (au niveau du périmètre de la CFF) estimée par EVEA comme ayant un faible impact sur les résultats a été mentionnée dans la Section 4.2.1.8. Il est jugé par EVEA qu'elle ne devrait pas affecter l'interprétation et les conclusions. Néanmoins, pour des raisons de transparence, il est crucial de le mentionner ici afin d'inviter les lecteurs à prendre connaissance de la section concernée et à garder en mémoire que de prochaines études devraient corriger cela.

Même si les différentes analyses de sensibilité, réalisée dans le cadre cette étude, permettent de couvrir une large partie des limitations, il paraît pertinent de rappeler que certaines AS pourraient permettre d'étayer et affiner certaines interprétations. Parmi ces dernières figurent les suivantes :

- Analyse de sensibilité sur la prise en compte du transport domicile/ lieux de vente du consommateur, exclue des résultats de l'étude jusqu'à présent
- Analyse de sensibilité sur le taux de recyclage des EIC
- Analyse de sensibilité sur la prise en compte du rayon pour toutes les catégories d'emballages (pas seulement sur le vrac) afin de considérer le système dans son ensemble.

5.4 RECOMMANDATIONS D'ECOCONCEPTION (LISTE NON EXHAUSTIVE)

Ce dernier paragraphe a pour but de reprendre les recommandations d'éco-conception, pour les systèmes d'emballages analysés, faisant suite aux résultats, interprétations et conclusions de cette étude. Ces recommandations sont sous forme de liste, non exhaustive. Attention cependant à ne pas amener des transferts d'impacts non souhaités lors de l'application de ces recommandations.

- ❖ Optimiser la forme des emballages protégeant les produits, afin de réduire le ratio masse/volume :
 - En réduisant la masse des emballages primaires, secondaires et tertiaires, les étapes de **matières premières**, de **transformation**, **Transport** ainsi que les **EIC** verront leur impact diminué, de manière plus ou moins significative en fonction de la réduction apportée.
 - En augmentant le volume contenu dans un emballage pour augmenter le nombre de produits qu'il peut contenir (les emballages vrac sont un bon exemple d'optimisation à ce niveau-là) tout en veillant à optimiser la palettisation des **EIC**, et à ne pas amener d'effets rebonds non désirés.
 - En réduisant les chutes notamment liées à la découpe des papier/cartons.

- ❖ Utiliser des matériaux à faible impact environnemental, notamment recyclés en étant vigilant aux transferts d'impacts.
- ❖ Dans le cas du marché français ou européen, privilégier un approvisionnement en matière première en Europe plutôt qu'en Asie quand le choix se présente.
- ❖ Réduire le taux de couverture et la surface des impressions.
- ❖ Concevoir des emballages qui soient le plus adaptés aux filières de recyclage actuelles, et celles à venir dans un futur proche
 - En termes de choix de matériaux et de conception produit.
- ❖ Optimiser le transport vers les lieux de vente
 - A travers un plan de palettisation le plus optimisé possible.
 - A travers un scénario logistique où la distance de transport est réduite.
- ❖ Communiquer sur les gestes à adopter, notamment sur la fin de vie
 - La communication sur les gestes de tri dans le bac jaune, notamment l'importance de vider les emballages ménagers avant le tri, est une étape clé au recyclage d'un emballage, qui peut avoir un fort impact quand mis en place de façon claire et précise.
- ❖ Explorer le réemploi des **EIC**
 - A travers des caisses réutilisables
 - A travers des housses (ou autres éléments similaires) de palettes réutilisables
 - En étant vigilant sur les impacts des sous-étapes de lavage et de reconditionnement s'il y'en a
 - En optimisant le « Pour Combien », le nombre de produits dans un carton, et par extension, limiter l'utilisation des « Consommables » associés comme les papiers bulles
- ❖ Sur cette ACV Comparative en particulier :
 - Etoffer l'étude en ajoutant d'autres familles d'emballages qui auraient pu être intégrées dans l'étude, par exemple :
 - Un blister/double coque 100% plastique.
 - Un blister papier carton avec une architecture interne en papier prédécoupé qui permettrait d'épouser la forme du produit afin de figer le produit tout en permettant de le voir

6 AVIS DE REVUE CRITIQUE

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

7 ANNEXES

7.1 REVUE CRITIQUE RAPPORT FINAL

Déclaration de revue critique pour l'étude
ÉVALUATION COMPARATIVE DES CYCLES DE VIE
D'EMBALLAGES BLISTERS ET ALTERNATIVES
VFinale du 20/06/2025

Commanditaire : CITEO

Préparé par : Quantis International, Paris, France

Relecteur : Colin JURY (Quantis – Présidence) ; Christophe Morin (Packagile – Expert packaging) ;
Gonzalo Huaroc (Pôle éco-conception – Expert ACV)

Références

- ISO 14040 (2006) : Management environnemental – Analyse du cycle de vie – Principes et cadre
- ISO 14044 (2006) : Management environnemental – Analyse du cycle de vie – Exigences et lignes directrices
- ISO/TS 14071 (2014) : Management environnemental – Analyse du cycle de vie — Processus de revue critique et compétences des réviseurs : exigences et lignes directrices supplémentaires à l'ISO 14044:2006

Portée de la revue critique

Les réviseurs ont eu pour mission d'évaluer si :

- les méthodes utilisées pour réaliser l'ACV sont conformes aux normes internationales ISO 14040 (2006) et ISO 14044 (2006),
- les méthodes utilisées sont scientifiquement et techniquement valides,
- les données utilisées sont appropriées et raisonnables par rapport à l'objectif de l'étude,
- les interprétations reflètent les limites identifiées et les objectifs de l'étude, et
- le rapport d'étude est transparent et cohérent.

L'analyse des jeux de données individuels et la revue des modèles ACV utilisés pour calculer les résultats ne faisaient pas partie du périmètre de cette revue. Il est important de noter que le comité de revue n'a eu accès qu'au rapport final ; aucun fichier de modélisation, de calcul ou de projet ACV sous logiciel n'a été fourni.

Processus de revue

La revue critique peut être considérée comme une enquête « a posteriori », ayant eu lieu en phase finale de l'étude. Elle a été réalisée conformément aux normes ISO 14044 (2006) et ISO/TS 14071 (2014), entre mars et juin 2025. Le processus a débuté en mars 2025 par une réunion durant laquelle les méthodologies appliquées ainsi que les premiers résultats ont été présentés aux relecteurs. A l'issue de cette réunion, les relecteurs ont proposé des améliorations de l'étude. Ensuite, deux cycles de revue rigoureuse ont été réalisés et conclu par une dernière revue pour valider la version finale du rapport.

Lors de la première revue (Mars/Avril), le réviseur a formulé 102 commentaires (généralistes, techniques, éditoriaux ou de transparence). Le praticien a intégré ces commentaires dans une nouvelle version du rapport. La deuxième revue (Mai) a examiné cette version avec un focus sur la prise en compte des commentaires initiaux et a ajouté 8 nouveaux commentaires. Après traitement, une version finale a été évaluée lors de la troisième revue (Juin), qui n'a pas apporté de nouveau commentaire. Le praticien a intégré les remarques restantes et transmis la version finale vfinale (Juin), approuvée par les réviseurs.

Cette déclaration de revue concerne le rapport daté de novembre 2022 (reçu le 09.11.2022 ; "ÉVALUATION COMPARATIVE DES CYCLES DE VIE D'EMBALLAGES BLISTERS ET ALTERNATIVES RAPPORT VFinal du 20/06/2025") et se réfère aux annexes suivantes :

- ANNEXE A : Liste de vérification de conformité aux normes ISO 14040-44 du rapport final
- ANNEXE B : Commentaires de la revue et réponses associées

Remarques générales

Cette étude vise à réaliser une ACV comparative entre différents types d'emballage de produits de papeterie, de bricolage ou de brosse à dent. Les types d'emballage visés sont des blisters PET/carton, blister inversé, étui carton, carton plus lien, cellulose moulée, flowpack souple papier opaque et transparent, flowpack souple PP transparent ainsi que du vrac en display et sans display. Les limites du système choisies sont du type « du berceau à la tombe », intégrant la majorité des étapes du cycle de vie, de l'extraction des ressources jusqu'à la gestion de fin de vie. Cela est cohérent avec les objectifs de l'étude.

Le modèle ACV n'applique pas de seuils d'exclusion ni d'allocations pour les coproduits dans le modèle de premier plan. Pour les données de fond, les allocations définies dans Ecoinvent 3.10 ont été utilisées. L'ensemble des fins de vie ont été modélisées avec la formule CFF issue du PEF. L'évaluation des impacts s'appuie sur la méthode EF 3.1. Elle inclut également une normalisation et pondération pour produire un score unique.

L'étude repose majoritairement sur des données primaires fournies par les clients de CITEO (metteurs sur le marché) ou bien les fabricants/fournisseurs d'emballages des clients de CITEO, concernant les caractéristiques des emballages étudiés pour leur composition ainsi que leur propre emballage lors des différentes phases (usine de fabrication jusqu'à l'usine de conditionnement puis vers les lieux de vente). La fabrication et l'assemblage en tant que tel sont basés sur des données génériques. Les éventuelles pertes de produit emballé lors des différentes phases de distribution et le transport du lieu de vente jusqu'à chez le client n'ont pas été incluses, ce qui représente parmi les principales limitations de l'étude. Les étapes matières premières et fin de vie sont modélisées à partir de données

secondaires de la base ecoinvent, sélectionnées pour leur adéquation avec l'objectif du projet et adaptées conformément à la CFF.

Il a été conclu que les données utilisées sont globalement adéquates et conformes à l'objectif et au périmètre de l'étude. Le panel de relecteur interpelle néanmoins le lecteur de l'étude à considérer l'erreur de modélisation sur la fin de vie lors de l'application de la CFF (Cf. chapitre 2.7). Evea juge que cette erreur ne devrait pas amener de changement significatif dans les conclusions de l'étude, ce que le panel ne peut pas valider.

L'étude intègre une évaluation de la qualité des données ainsi que des analyses de sensibilité notamment pour traiter les incertitudes associées à certaines hypothèses ou données. La robustesse des résultats est bien discutée et contextualisée pour la prise de décision. Les exclusions, choix méthodologique et hypothèses ainsi que les limitations de l'étude sont dûment reportées. Le rapport est structuré et globalement bien rédigé.

Le rapport reconnaît les principales limitations de l'étude, rappelées ci-dessous :

- Comparaison sur la base d'un volume théorique et non pas d'un volume réel associé à un produit
- Absence de prise en compte des pertes produits qui peuvent varier en fonction des emballages
- Absence de prise en compte du transport du lieu de vente chez le particulier
- Nombre d'échantillon non homogène entre les différentes catégories d'emballage et nombre d'échantillon trop petit pour certain emballage
- Erreur de modélisation lors de l'application de la CFF

Le rapport liste les études supplémentaires à réaliser pour améliorer la robustesse et la pertinence des comparaisons, rappelées ci-dessous :

- Réaliser des études sur des produits spécifiques
- Réaliser des analyses de sensibilité supplémentaires (e.g., transport du lieu de vente au domicile, taux de recyclage des EIC, prise en compte des infrastructures de mise en rayon)
- Correction de la modélisation de la CFF

Le rapport fournit des éléments pour adapter les conclusions à des cas plus spécifiques et structurer une communication transparente au titre desquels :

- Liste des fonctions secondaires qui pourraient influencer les types d'emballages comparé en fonction de besoin spécifique
- Liste de l'ensemble des résultats

Conclusions :

Le panel de revue critique estime que la transparence du rapport sur la méthodologie appliquée, les données utilisées et les limitations de l'étude ainsi que la précaution employée pour tirer les conclusions et les recommandations faites pour améliorer la pertinence des comparaisons sont conformes aux normes ISO 14040 et 14044.

Néanmoins, le panel de revue critique alerte fortement sur le risque de comparer des familles d'emballages de façon trop générique, c'est-à-dire sans considérer un produit ou une famille de produit en particulier. Cette approche revient à comparer des volumes emballés théoriques et non pas réels (ceci-dit le chapitre 4.2.4 permet une comparaison plus juste). En outre, cette approche ne

3292

3293

Quantis

permet pas d'estimer l'influence de la perte de produit emballé en fonction des types d'emballage, comme cela est mentionné dans l'étude.

Il est donc fortement recommandé de réitérer l'étude sur des produits plus précis de façon à tirer des conclusions plus représentatives et robustes.

Il est également recommandé de prendre la plus grande précaution au moment de la communication des résultats en rappelant les principales limitations aux comparaisons apportées dans l'étude, comme cela a été fait dans le rapport.

Enfin, le panel de revue souligne l'ouverture et la collaboration constructive de l'équipe EVEA et de CITEO pour améliorer la qualité de l'étude.

20 Juin, 2025



Colin JURY

20 Juin, 2025



Christophe Morin

20 Juin, 2025



Gonzalo Huaroc

3294

Annex A: Liste de vérification de la conformité aux normes ISO 14040-44 du rapport final

Cette liste de vérification pour revue critique a été élaborée afin de garantir que les résultats de la revue critique soient conformes aux lignes directrices des normes ISO 14040-44. La compilation de cette liste a été réalisée par Colin JURY, Christophe Morin et Gonzalo Huaroc, le panel de relecteurs.

Cette liste comprend trois sections :

- Section 1 : correspond à la section 5.1 de la norme ISO 14044 et traite des exigences générales de reporting, applicables à toutes les études d'ACV.
- Section 2 : concerne des exigences supplémentaires de reporting, applicables lorsque les résultats de l'ACV doivent être communiqués à un tiers – c'est-à-dire à toute personne ou organisation intéressée autre que le commanditaire ou le praticien de l'étude.
- Section 3 : contient les exigences spécifiques applicables lorsque la communication à un tiers inclut ce que les normes ISO appellent une assertion comparative, destinée à être rendue publique. Une assertion comparative est définie (voir 3.5 de la norme ISO 14044) comme une « affirmation environnementale concernant la supériorité ou l'équivalence d'un produit par rapport à un produit concurrent remplissant la même fonction. »

SECTION 1 : Exigences générales de reporting et considérations

Les colonnes (ou les cases) situées à gauche sont cochées pour indiquer « oui » et laissées non cochées lorsque l'exigence ne semble pas avoir été respectée.

	Exigences	Commentaire	Réponse	Problème résolu (O/N)
X	Les résultats et conclusions de l'ACV sont-ils rapportés de manière complète et précise, sans biais, pour le public visé ?			
X	Les résultats, données, méthodes, hypothèses et limites sont-ils transparents et présentés avec suffisamment de détails pour permettre au lecteur de comprendre les complexités et les compromis inhérents à l'ACV ?			
X	Le rapport permet-il une utilisation des résultats et de l'interprétation en accord avec les objectifs de l'étude ?			

SECTION 2 : Exigences lorsque les résultats doivent être communiqués à des tiers

	Exigences	Commentaire	Réponse	Problème résolu (O/N)
	a) Aspects généraux : ☒ Commanditaire de l'ACV, praticien de l'ACV (interne ou externe) ☒ Date du rapport ☒ Déclaration indiquant que l'étude a été menée conformément aux exigences de la norme ISO 14044			
	b) Objectif de l'étude : ☒ Raisons de la réalisation de l'étude ☒ Applications prévues ☒ Publics cibles ☒ Déclaration précisant si l'étude vise à soutenir des assertions comparatives destinées à être rendues publiques			
	c) Périmètre de l'étude : Fonction : ☒ Déclaration des caractéristiques de performance			

Exigences	Commentaire	Réponse	Problème résolu (O/N)
☒ Indication de toute omission de fonctions supplémentaires dans les comparaisons Unité fonctionnelle : ☒ Cohérence avec l'objectif et le périmètre ☒ Définition ☒ Résultat de l'évaluation des performances Frontières du système : ☒ Omission d'étapes du cycle de vie, de processus ou de besoins en données ☒ Quantification des intrants et extrants en énergie et en matières ☒ Hypothèses concernant la production d'électricité Critères de coupure pour l'inclusion initiale des intrants et extrants : ☒ Description des critères de coupure et des hypothèses associées ☒ Effet de la sélection sur les résultats ☒ Inclusion des critères de coupure relatifs à la masse, à l'énergie et à l'environnement			
d) Analyse de l'inventaire du cycle de vie : ☒ Procédures de collecte des données ☒ Description qualitative et quantitative des processus unitaires ☒ Sources bibliographiques utilisées ☒ Méthodes de calcul utilisées Validation des données : ☒ Évaluation de la qualité des données ☒ Traitement des données manquantes ☒ Analyse de sensibilité pour affiner les frontières du système Principes et procédures d'allocation : ☒ Documentation et justification des procédures d'allocation ☒ Application uniforme des procédures d'allocation			
e) Évaluation des impacts du cycle de vie (LCIA) : ☒ Procédures LCIA, calculs et résultats de l'étude ☒ Limitations des résultats LCIA par rapport à l'objectif et au périmètre définis de l'ACV ☒ Lien entre les résultats LCIA et l'objectif/périmètre définis (voir clause 4.2 de la norme 14044) ☒ Lien entre les résultats LCIA et les résultats de l'inventaire (voir clause 4.4 de la norme 14044) ☒ Catégories d'impact et indicateurs considérés, avec justification du choix et source de référence ☒ Description ou référence à tous les modèles de caractérisation, facteurs de caractérisation et méthodes utilisés, y compris toutes les hypothèses et limitations ☒ Description ou référence à tous les choix de valeurs utilisés pour les catégories d'impact, les modèles et facteurs de caractérisation, la normalisation, le regroupement, la pondération, etc., ainsi qu'une justification de leur utilisation et de leur influence sur les résultats, les conclusions et les recommandations ☒ Déclaration précisant que les résultats de la LCIA sont des expressions relatives et ne prédisent pas les impacts sur les points finaux, le dépassement de seuils, les marges de sécurité ou les risques			

3297

3298

Exigences	Commentaire	Réponse	Problème résolu (O/N)
De nouvelles catégories d'impact, indicateurs ou modèles de caractérisation ont-ils été utilisés dans la LCIA ? ☒ NON (Passer à la section f) Interprétation du cycle de vie) ☐ OUI (SI OUI, compléter les points suivants) ☐ Description et justification de la définition et de la description de toute nouvelle catégorie d'impact, indicateur ou modèle de caractérisation utilisé dans la LCIA ☐ Déclaration et justification de tout regroupement des catégories d'impact ☐ Autres procédures de transformation des résultats d'indicateurs et justification des références, facteurs de pondération, etc. ☐ Toute analyse des résultats d'indicateurs, par exemple analyse de sensibilité ou d'incertitude, ou l'utilisation de données environnementales, y compris toute implication sur les résultats ☐ Les données et résultats d'indicateurs obtenus avant toute normalisation, regroupement ou pondération doivent être rendus disponibles avec les résultats normalisés, regroupés ou pondérés			
f) Interprétation du cycle de vie : ☒ Résultats ☒ Hypothèses et limitations associées à l'interprétation des résultats, tant sur le plan méthodologique que sur les données ☒ Évaluation de la qualité des données ☒ Transparence complète sur les choix de valeurs, justifications et jugements d'experts			
g) Revue critique : ☒ Nom et affiliation des réviseurs ☒ Rapport de revue critique ☒ Réponses aux commentaires/recommandations			

SECTION 3 : Exigences pour les Assertions Comparatives destinées à être rendues publiques

Exigences	Commentaire	Réponse	Problème résolu (O/N)
X Évaluation de la précision, de l'exhaustivité et de la représentativité des données utilisées			
X Description de l'équivalence des systèmes comparés conformément à la section 4.2.3.6 de la norme ISO 14044			
X Description du processus de revue critique			
X Évaluation de l'exhaustivité de l'évaluation des impacts du cycle de vie (LCIA)			
X Déclaration sur l'existence ou non d'une reconnaissance internationale des indicateurs de catégorie sélectionnés et justification de leur utilisation			
X Justification de la validité scientifique et technique, ainsi que de la pertinence environnementale des indicateurs de catégorie utilisés dans l'étude			
X Résultats des analyses d'incertitude et de sensibilité			
X Évaluation de la signification des différences observées			
X Évaluation de la précision, de l'exhaustivité et de la représentativité des données utilisées			
Le regroupement est-il inclus dans l'ACV ?			

Exigences	Commentaire	Réponse	Problème résolu (O/N)
☐ NON (La liste de vérification est complète) ☒ OUI (SI OUI, compléter les éléments ci-dessous) ☒ Procédure et résultats utilisés pour le regroupement ☐ Déclaration selon laquelle les conclusions et recommandations issues du regroupement reposent sur des choix de valeurs ☐ Justification des critères de coupure utilisés pour la normalisation et le regroupement (ceux-ci peuvent être des choix de valeur personnels, organisationnels ou nationaux) ☐ Déclaration selon laquelle "la norme ISO 14044 ne spécifie aucune méthodologie particulière ni ne soutient les choix de valeurs sous-jacents utilisés pour regrouper les catégories d'impact" ☐ Déclaration selon laquelle "les choix de valeurs et jugements dans les procédures de regroupement relèvent exclusivement de la responsabilité du commanditaire de l'étude (par exemple, gouvernement, collectivité, organisation, etc.)"			

Annex B : Commentaires du panel et réponses

Les commentaires ne peuvent pas être annexés au rapport de revue pour des raisons de mise en page. Ils sont disponibles sur demande auprès du commanditaire de l'étude.

7.2 COMPLEMENTS A L'INVENTAIRE DU CYCLE DE VIE : MATÉRIAUX, PROCÉDÉS DE FABRICATION ET FINITIONS SPÉCIFIQUES

7.2.1 POLYETHYLENE TEREPHTHALATE AMORPHE AVEC UN CONTENU EN RECYCLE

Le aPET recyclé (**Polyethylene terephthalate amorphous recycled 50% {RER} market | EVEA CFF - v3.10**) n'existe pas en tant que processus avec la formule CFF. Par conséquent, une nouvelle donnée a été créée sur la base de « *Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {RER} | polyethylene terephthalate production, granulate, amorphous | Cut-off, S* » et la méthode CFF.

Le Tableau 27 ci-dessous présente les données d'inventaire pour le aPET X% recyclé {RER}. Seules les entrées de matières provenant de la technosphère sont présentées ici. Les autres intrants provenant de la nature et de la technosphère, et les extrants de la technosphère, ainsi que les émissions, ne sont pas présentés ici en raison du manque de données.

Matériau créé par EVEA	
Polyethylene terephthalate amorphous recycled X% {RER} market EVEA CFF - v3.10	
Inputs	Quantity (kg)
Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous {RER} polyethylene terephthalate production, granulate, amorphous Cut-off, S [2]	$(1-R1) + (R1*(1-A) * Q_{Sin}/Q_p)$
Polyethylene terephthalate, granulate, amorphous, recycled {Europe without Switzerland} polyethylene terephthalate production, granulate, amorphous, recycled Cut-off, S [1]	$R1*A$
Transport, freight train {GLO} market group for transport, freight train Cut-off, S	$0,2887*[(1-R1)+(R1*(1-A) * Q_{Sin}/Q_p)]$ (tkm)

Transport, freight, sea, container ship {GLO} market for transport, freight, sea, container ship Cut-off, S	$0,5248 * [(1-R1) + (R1 * (1-A) * Q_{Sin}/Q_p)]$ (tkm)
Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, S	$0,4504 * [(1-R1) + (R1 * (1-A) * Q_{Sin}/Q_p)]$ (tkm)
Transport, freight train {Europe without Switzerland} market for transport, freight train Cut-off, U	$0,30672 * R1 * A$ (tkm)
Transport, freight, lorry, unspecified {RER} market for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U	$0,47231 * R1 * A$ (tkm)

Tableau 27 ICV pour Polyethylene terephthalate amorphous recycled X% {RER}| market | EVEA CFF - v3.10 – 1 kg

Hypothèse :

- [1] Matériau recyclé
- [2] Matière vierge

Paramètres : R1 = X qui varie en fonction du pourcentage de matière première recyclée, A = 0,5 ; Q_{sin}/Q_p = 0,9 (extrait des paramètres de la COMMISSION EUROPÉENNE. Annexe C.)

7.2.2 CARTON ONDULE AVEC UN % DE CONTENU RECYCLE {RER}

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

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

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

Pour la partie cannelure ondulée :

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

Pour les parties feuilles cartonnées :

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

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.

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, **recyclé** | 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*".

3357
3358
3359
3360
3361

Le Tableau 28 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.

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

3362
3363

Tableau 28 Inventaire des données pour la boîte en carton ondulé {RER}| Production de recyclage | Cut-Off, U



3364
3365
3366
3367
3368
3369
3370
3371
3372
3373
3374
3375
3376
3377
3378
3379
3380
3381
3382
3383
3384
3385
3386
3387
3388
3389
3390
3391
3392
3393
3394
3395
3396
3397
3398

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

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

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

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

- Pour les parties feuilles cartonnées :
- Le procédé équivalent vierge disponible est la donnée "Containerboard, linerboard {RER}| production de carton pour conteneurs, linerboard, **kraftliner**"
 - Le processus de recyclage disponible est la donnée "Containerboard, linerboard {RER}| containerboard production, linerboard, **testliner**".

Ainsi, 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.

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, **semichemical** | Cut-off, S" et la donnée "Containerboard, linerboard {RER}| market containerboard, linerboard| Cut-off, U" par "Containerboard, linerboard {RER}| containerboard production, linerboard, **kraftliner** | Cut-off, S".

Le [Tableau 29](#) ci-dessous présente les données d'inventaire pour la **production vierge de boîte en carton ondulé {RER}**. Seuls les intrants et les extrants de la technosphère sont présentés ici, les autres intrants provenant de la nature et des émissions restent inchangés. **En gras**, les modifications apportées par EVEA au processus ecoinvent.

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

Tableau 29 Inventaire des données pour la boîte en carton ondulé {RER}| Production vierge | Cut-Off, U

7.2.2.3 Carton ondulé avec un pourcentage de recyclé {RER}

Les données de production pour le carton ondulé vierge et recyclé étant maintenant créées, il est possible d'appliquer la CFF pour obtenir les **Corrugated cardboard recycled 0% {RER}| market | EVEA CFF - v3.10** et **Corrugated cardboard recycled 50% {RER}| market | EVEA CFF - v3.10**, utilisés dans l'ICV des emballages primaires et des EIC.

Le Tableau 30 ci-dessous présente les données d'inventaire pour le **Corrugated cardboard recycled R1= [X] % EVEA CFF** avec R1 le pourcentage de matière recyclée contenu dans le carton.

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]	$R1*A$
Transport, freight train {RER} market group for transport, freight train Cut-off, S	$0,026 * ((1-R1) + R1*(1-A)*Q_{sin}/Q_p)$ (tkm)
Transport, freight, inland waterways, barge {RER} market for transport, freight, inland waterways, barge Cut-off, S	$0,0025 * ((1-R1) + R1*(1-A)*Q_{sin}/Q_p)$ (tkm)

Transport, freight, lorry, unspecified {RER}| market for transport, freight, lorry, unspecified | Cut-off, S

$0,19 * ((1-R1) + R1*(1-A)*Q_{sin}/Q_p)$
(tkm)

Tableau 30 ICV pour Corrugated cardboard recycled R1= [X]% EVEA CFF – 1 kg

NB : Pour ce matériau, la donnée équivalente en market à la matière recyclée incorporée dans la base de données ecoinvente ne contient pas de transport (simple mélange de donnée production pour modéliser la donnée market). De ce fait, aucun transport n'a été associé à cette matière recyclée.

Hypothèse :

[1] Matériau recyclé

[2] Matière vierge

Paramètres : R1 = X qui varie en fonction du pourcentage de matière première recyclée, A = 0,2 ; Q_{sin}/Q_p = 0,85 (extrait des paramètres de la COMMISSION EUROPÉENNE. *Annexe C.*)

7.2.3 CARTON PLAT AVEC UN CONTENU EN RECYCLE

Le carton plat 50 % recyclé (**Flat cardboard recycled 50% {RER}| market | EVEA CFF - v3.10**) n'existe pas en tant que processus avec la formule CFF. Par conséquent, une nouvelle donnée a été créée sur la base de « *Solid bleached and unbleached board carton {RER}| solid bleached and unbleached board carton production | Cut-off, S* » et la méthode CFF.

Le Tableau 31 ci-dessous présente les données d'inventaire pour le carton plat X% recyclé {RER}. Seules les entrées de matières provenant de la technosphère sont présentées ici. Les autres intrants provenant de la nature et de la technosphère, et les extrants de la technosphère, ainsi que les émissions, ne sont pas présentés ici en raison du manque de données.

Matériau créé par EVEA	
Flat cardboard recycled X% {RER} market EVEA CFF - v3.10	
Inputs	Quantity (kg)
Solid bleached and unbleached board carton {RER} solid bleached and unbleached board carton production Cut-off, S [2]	$(1-R1) + (R1*(1-A) * Q_{sin}/Q_p)$
White lined chipboard carton {RER} white lined chipboard carton production Cut-off, S [1]	$R1*A$
Transport, freight train {RER} market group for transport, freight train Cut-off, S	$0,025*((1-R1)+R1*(1-A)*Q_{sin}/Q_p)$ (tkm)
Transport, freight, inland waterways, barge {RER} market for transport, freight, inland waterways, barge Cut-off, S	$0,0018*((1-R1)+R1*(1-A)*Q_{sin}/Q_p)$ (tkm)
Transport, freight, lorry, unspecified {RER} market for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, S	$0,19*((1-R1)+R1*(1-A)*Q_{sin}/Q_p)$ (tkm)
Transport, freight train {RER} market group for transport, freight train Cut-off, U	$0,025*R1*A$ (tkm)
Transport, freight, inland waterways, barge {RER} market for transport, freight, inland waterways, barge Cut-off, U	$0,0018*R1*A$ (tkm)
Transport, freight, lorry, unspecified {RER} market for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U	$0,19*R1*A$ (tkm)

Tableau 31 ICV pour Flat cardboard recycled X% {RER}| market | EVEA CFF - v3.10 – 1 kg

Hypothèse :

[1] Matériau recyclé

[2] Matière vierge

Paramètres : R1 = X qui varie en fonction du pourcentage de matière première recyclée, A = 0,2 ; Q_{sin}/Q_p = 0,85 (extrait des paramètres de la COMMISSION EUROPÉENNE. *Annexe C.*)



3438

3439 7.2.4 CELLULOSE MOULEE VIERGE ET AVEC UN CONTENU EN RECYCLE

3440 La cellulose moulée vierge ou recyclée (**Cellulose R1=0% EVEA ou Cellulose R1=50% EVEA**)
3441 n'existe pas en tant que processus avec la formule CFF. Par conséquent, une nouvelle donnée a été
3442 créée sur la base de « *Sulfate pulp, unbleached {RER}| market for sulfate pulp, unbleached | Cut-off,*
3443 *S* » et la méthode CFF.

3444

3445 Pour l'emballage 5.1, une donnée de matière première vierge et recyclée était nécessaire. Le client de
3446 CITEO qui met en œuvre ce type de matière a été en mesure de nous transmettre :

- 3447 • les matières premières entrantes pour 1 kg,
3448 • la consommation électrique pour 1 kg de cellulose moulée,
3449 • la consommation d'eau pour 1 kg de cellulose moulée,
3450 • les chutes de production pour 1 kg de cellulose moulée, (F)

3451

3452 Le Tableau 32 ci-dessous présente les données d'inventaire pour le papier X% recyclé {RER}. Seules
3453 les entrées de matières provenant de la technosphère sont présentées ici. Les autres intrants
3454 provenant de la nature et de la technosphère, et les extrants de la technosphère, ainsi que les
3455 émissions, ne sont pas présentés ici en raison du manque de données.

3456

Matériau créé par EVEA	
Cellulose R1=X% EVEA	
Inputs	Quantity (kg)
Sulfate pulp, unbleached {RER} market for sulfate pulp, unbleached Cut-off, S	$(1-R1) + (R1*(1-A) * Q_{Sin}/Q_p)$
Graphic paper, 100% recycled {RER} graphic paper production, 100% recycled Corrigé Cut-off, S [5]	$R1*A$
Tap water {RER} market group for tap water Cut-off, S	2,5
Electricity, medium voltage {FR} electricity voltage transformation, residual mix, from high to medium voltage Cut-off, S	$5/(1-\text{taux_chute})$ (kWh)
Transport, freight train {RER} market group for transport, freight train Cut-off, S [4]	$0,026* R1*A$
Transport, freight, inland waterways, barge {RER} market for transport, freight, inland waterways, barge Cut-off, S [4]	$0,0025* R1*A$
Transport, freight, lorry, unspecified {RER} market for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, S [4]	$0,19* R1*A$

3457

Tableau 32 ICV pour Cellulose R1=X% EVEA – 1 kg

3458 **Hypothèse :**

- 3459 [1] Matériau recyclé
3460 [2] Matière vierge
3461 [3] Fiche modifiée par EVEA pour donner suite à l'identification d'une confusion entre des m3 et
3462 des L par EVEA puis confirmé par Ecoinvent
3463 [4] Le transport de « Graphic paper, 100% recycled {RER}| graphic paper production, 100%
3464 recycled Corrigé | Cut-off, S » est approximé à partir de celui de « Kraft paper recycled 100%
3465 {RER}| market | EVEA CFF - v3.10 ». Le calcul détaillé dans la deuxième colonne permet de
3466 tenir compte de la masse transportée (produit en croix).

3467

3468 **Paramètres :** R1 = X qui varie en fonction du pourcentage de matière première recyclée,
3469 taux_chute=1%, A = 0,2 ; Qsin/Qp = 0,85 (extrait des paramètres de la COMMISSION EUROPÉENNE.
3470 *Annexe C.*)



3471
3472
3473
3474
3475
3476
3477
3478

7.2.5 POLYETHYLENE BASSE DENSITE AVEC CONTENU EN RECYCLE

Les données de PEBD recyclé mécanique sur ecoinvent ne permettent pas d’avoir un pourcentage spécifique de contenu en matières recyclées, et ne suivent pas la CFF. Une donnée spécifique a été créée pour répondre à ce besoin.

L’ICV d’une matière PEBD avec X% de recyclé est expliqué dans le Tableau 33.

Matériel créé par EVEA	
PEBD POLYETHYLENE LOW DENSITY 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]	$(1-R1) + (R1*(1-A) *QSin/Qp) = 0,5+0,188 = 0,688$
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	$0,2887*[(1-R1)+(R1*(1-A) *QSin/Qp)]$ (tkm)
Transport, freight, sea, container ship {GLO} market for transport, freight, sea, container ship Cut-off, S	$0,5248*[(1-R1)+(R1*(1-A) *QSin/Qp)]$ (tkm)
Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, S	$0,4504*[(1-R1)+(R1*(1-A) *QSin/Qp)]$ (tkm)
Transport, freight train {Europe without Switzerland} market for transport, freight train Cut-off, U	$0,30672*R1*A$ (tkm)
Transport, freight, lorry, unspecified {RER} market for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, U	$0,47231*R1*A$ (tkm)

Tableau 33 ICV pour Polyethylene low density recycled X% {RER}| market | EVEA CFF - v3.10 – 1 kg

- Hypothèse :
- [1] Matériau recyclé
 - [2] Matière vierge

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

7.2.6 PAPIER AVEC UN CONTENU EN RECYCLE

Le papier recyclé (**Kraft paper recycled 50% {RER}| market | EVEA CFF - v3.10**) n'existe pas en tant que processus avec la formule CFF. Par conséquent, une nouvelle donnée a été créée sur la base de « *Kraft paper {RER}| kraft paper production | Cut-off, S* » et la méthode CFF.

Le Tableau 34 ci-dessous présente les données d'inventaire pour le papier X% recyclé {RER}. Seules les entrées de matières provenant de la technosphère sont présentées ici. Les autres intrants provenant de la nature et de la technosphère, et les extrants de la technosphère, ainsi que les émissions, ne sont pas présentés ici en raison du manque de données.

Matériau créé par EVEA
Kraft paper recycled X% {RER} market EVEA CFF - v3.10



Inputs	Quantity (kg)
Kraft paper {RER} kraft paper production Cut-off, S [6]	$(1-R1) + (R1*(1-A) * Q_{sin}/Q_p)$
Graphic paper, 100% recycled {RER} graphic paper production, 100% recycled Corrigé Cut-off, S [5]	$R1*A$
Transport, freight train {RER} market group for transport, freight train Cut-off, S	$0,025702908*((1-R1) + R1*(1-A)*Q_{sin}/Q_p)$ (tkm)
Transport, freight, inland waterways, barge {RER} market for transport, freight, inland waterways, barge Cut-off, S	$0,002513537*((1-R1) + R1*(1-A)*Q_{sin}/Q_p)$ (tkm)
Transport, freight, lorry, unspecified {RER} market for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, S	$0,187760335*((1-R1) + R1*(1-A)*Q_{sin}/Q_p)$ (tkm)

Tableau 34 ICV pour Kraft paper recycled X% {RER}| market | EVEA CFF - v3.10 – 1 kg

NB : Pour ce matériau, il n'existe pas de donnée équivalente en market à la matière recyclée incorporée dans la base de données ecoinvent. De ce fait, aucun transport n'a été associé à cette matière.

Hypothèse :

[5] Matériau recyclé

[6] Matière vierge

Paramètres : R1 = X qui varie en fonction du pourcentage de matière première recyclée, A = 0,2 ; Q_{sin}/Q_p = 0,85 (extrait des paramètres de la COMMISSION EUROPÉENNE. *Annexe C.*)

7.2.7 POLYPROPYLENE AVEC UN CONTENU EN RECYCLE

Le PP recyclé (**Polypropylene recycled 50% {RER}| market | EVEA CFF - v3.10**) n'existe pas en tant que processus avec la formule CFF. Par conséquent, une nouvelle donnée a été créée sur la base de « *Polypropylene, granulate {RER}| polypropylene production, granulate | Cut-off, S* » et la méthode CFF.

Le Tableau 35 ci-dessous présente les données d'inventaire pour le PP X% recyclé {RER}. Seules les entrées de matières provenant de la technosphère sont présentées ici. Les autres intrants provenant de la nature et de la technosphère, et les extrants de la technosphère, ainsi que les émissions, ne sont pas présentés ici en raison du manque de données.

Matériau créé par EVEA	
Polypropylene recycled X% {RER} market EVEA CFF - v3.10	
Inputs	Quantity (kg)
Polypropylene, granulate {RER} polypropylene production, granulate Cut-off, S [2]	$(1-R1) + (R1*(1-A) * Q_{sin}/Q_p)$
Polyethylene, high density, granulate, recycled {Europe without Switzerland} polyethylene production, high density, granulate, recycled Cut-off, S [1]	$R1*A$
Transport, freight train {GLO} market group for transport, freight train Cut-off, S	$0,2887*[(1-R1)+(R1*(1-A) * Q_{sin}/Q_p)]$ (tkm)
Transport, freight, sea, container ship {GLO} market for transport, freight, sea, container ship Cut-off, S	$0,5248*[(1-R1)+(R1*(1-A) * Q_{sin}/Q_p)]$ (tkm)
Transport, freight, lorry, unspecified {GLO} market group for transport, freight, lorry, unspecified Cut-off, S	$0,4504*[(1-R1)+(R1*(1-A) * Q_{sin}/Q_p)]$ (tkm)
Transport, freight train {Europe without Switzerland} market for transport, freight train Cut-off, U	$0,30672*R1*A$ (tkm)

Transport, freight, lorry, unspecified {RER}| market for transport, freight, lorry, unspecified | Cut-off, U

0,47231*R1*A (tkm)

Tableau 35 ICV pour Polypropylene recycled X% {RER}| market | EVEA CFF - v3.10 – 1 kg

Hypothèse :

[1] Matériau recyclé

[2] Matière vierge

Paramètres : R1 = X qui varie en fonction du pourcentage de matière première recyclée, A = 0,5 ; Qsin/Qp = 0,9 (extrait des paramètres de la COMMISSION EUROPÉENNE. *Annexe C.*)

7.2.8 FLOWPACKAGE

Aucun client de CITEO n'a été en mesure de nous fournir d'inventaire lié au processus de flowpackage (**Flowpackage {RER} EVEA**) de sachets en plastique/papier. Nous nous sommes donc appuyés sur les données de consommation électrique d'une conditionneuse automatique FLOWPACK FPFM 400^{xvii}.

Les intrants de ce procédé sont présentés Tableau 36. La conditionneuse soude les sachets des deux côtés et un taux de chute générique 2% est appliqué.

Procédé créé par EVEA	
Flowpackage {RER} EVEA	
Inputs	Quantity (kWh)
Electricity, medium voltage {FR} electricity voltage transformation, residual mix, from high to medium voltage Cut-off, S	2,3

Tableau 36 ICV pour Flowpackage {RER} EVEA – 6000 pièces

7.2.9 LAMINATION

Le procédé de lamination sans liant (**Lamination {RER} (sans binder) EVEA**) n'existe pas dans ecoinvent. Le liant étant connu spécifiquement dans cette étude, nous voulons appliquer uniquement le procédé de lamination seul sans liant. La fiche ecoinvent "*Laminating service, foil, with acrylic binder {RER}| laminating service, foil, with acrylic binder | Cut-off, S*" a donc été adaptée pour supprimer le liant utilisé « *Acrylic binder, with water, in 54% solution state {RER}| market for acrylic binder, with water, in 54% solution state | Cut-off, S* ». Cette modification est présentée Tableau 37.

Procédé créé par EVEA	
Lamination {RER} (sans binder) EVEA	
Inputs	Quantity
Laminating service, foil, with acrylic binder {RER} laminating service, foil, with acrylic binder Cut-off, S	1 (m²)
Acrylic binder, with water, in 54% solution state {RER} market for acrylic binder, with water, in 54% solution state Cut-off, S	-0,0014 (kg)

Tableau 37 ICV pour Lamination {RER} (sans binder) EVEA – 1 m²

7.2.10 IMPRESSION OFFSET

Les données relatives à l'impression offset (**Impression offset RER EVEA**) ne sont pas présentes dans la base de données ecoinvent. Cependant, il existe une donnée pour le papier imprimé en offset (*Printed paper, offset {CH}| offset printing, per kg printed paper | Cut-off, S*). Nous avons donc modifié

3550 l'inventaire des données relatives au papier imprimé en offset afin de supprimer le papier et de ne
3551 conserver que l'inventaire associé à l'encre et au processus d'impression en offset. L'électricité a été
3552 adaptée elle aussi pour convenir à la géographie Europe.
3553

3554 7.2.11 IMPRESSION EN FLOXOGRAPHIE

3555 Le processus d'impression flexographie est basé sur un document Ecoemballage. Un jeu de données
3556 EVEA a ensuite été construit à partir des éléments de ce rapport^{xxiii}.
3557

Procédé créé par EVEA (sourcé écoemballage)	
Impression en flexographie {GLO} (source écoemballages) EVEA	
Inputs	Quantity
Printing ink, rotogravure, without solvent, in 55% toluene solution state {RoW} market for printing ink, rotogravure, without solvent, in 55% toluene solution state Cut-off, S	2,9 (g)
mix solvant pour encre flexographie {GLO}	3,6 (g)
Electricity, low voltage {GLO} market group for electricity, low voltage Cut-off, S	24 (Wh)
Heat, district or industrial, natural gas {GLO} market group for heat, district or industrial, natural gas Cut-off, S	43 (Wh)
Tap water {GLO} market group for tap water Cut-off, S	0,002 (kg)

3558 **Tableau 38 Impression en flexographie {GLO} (source ecoemballages) – 1m²**

3559 7.2.12 ELECTRICITY, MEDIUM VOLTAGE {FR}| MARKET FOR ELECTRICITY, MEDIUM
3560 VOLTAGE - SCÉNARIO 2030 – EVEA

3561 La donnée “Electricity, high voltage {FR}| market for | cut off, U” est présente par défaut dans ecoinvent,
3562 cependant elle ne prend pas en compte des prospections de mix électrique français en 2030.
3563

Mix énergétique Ecoinvent	
Electricity, high voltage {FR} market for cut off, U – 1 KWH	
Inputs	Quantity (kWh)
Electricity, high voltage {FR} electricity production, deep geothermal Cut-off, U	2,23E-04
Electricity, high voltage {FR} electricity production, hard coal Cut-off, U	6,44E-03
Electricity, high voltage {FR} electricity production, hydro, reservoir, alpine region Cut-off, U	6,34E-05
Electricity, high voltage {FR} electricity production, hydro, run-of-river Cut-off, U	3,33E-04
Electricity, high voltage {FR} electricity production, natural gas, combined cycle power plant Cut-off, U	6,95E-02
Electricity, high voltage {FR} electricity production, natural gas, conventional power plant Cut-off, U	1,34E-02
Electricity, high voltage {FR} electricity production, nuclear, pressure water reactor Cut-off, U	7,30E-01
Electricity, high voltage {FR} electricity production, oil Cut-off, U	5,68E-03
Electricity, high voltage {FR} electricity production, wind, <1MW turbine, onshore Cut-off, U	7,73E-04
Electricity, high voltage {FR} electricity production, wind, >3MW turbine, onshore Cut-off, U	4,97E-05
Electricity, high voltage {FR} electricity production, wind, 1-3MW turbine, offshore Cut-off, U	7,33E-06

Electricity, high voltage {FR} electricity production, wind, 1-3MW turbine, onshore Cut-off, U	1,20E-02
Electricity, high voltage {FR} electricity, high voltage, residual mix Cut-off, U	3,11E-02
Electricity, high voltage {FR} heat and power co-generation, biogas, gas engine Cut-off, U	2,68E-03
Electricity, high voltage {FR} heat and power co-generation, natural gas, conventional power plant, 100MW electrical Cut-off, U	3,26E-02
Electricity, high voltage {FR} heat and power co-generation, oil Cut-off, U	7,64E-05
Electricity, high voltage {FR} heat and power co-generation, wood chips, 6667 kW, state-of-the-art 2014 Cut-off, U	7,66E-03
Electricity, high voltage {RER} electricity, high voltage, European attribute mix Cut-off, U	1,17E-01
Electricity, high voltage {RoW} heat and power co-generation, hard coal Cut-off, U	1,15E-03

Tableau 39 ICV pour Electricity, high voltage {FR}| market for | cut off, U – 1 KWH

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

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

Pour tous les scénarios de fin de vie, lié à l'incinération et à la revalorisation énergétique, le scénario de mix électrique français 2030 a été utilisé.

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

7.3 AUTRES GRAPHIQUES

3579 7.4 TABLEAUX DE RESULTATS

Catégorie de dommages	Unité	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1	8.2	8.3	8.4	9.1	9.2	10.1
Total Score Unique	nPt	4,1E+01	5,2E+01	9,2E+01	6,3E+01	3,6E+01	3,0E+01	4,2E+01	2,8E+01	1,4E+01	1,4E+01	1,9E+01	1,4E+01	1,3E+01	2,0E+01	3,5E+01	3,1E+01	6,1E+01	2,7E+01	9,5E+00	1,2E+01	7,1E+00	1,7E+01	6,9E+00	1,6E+01	8,0E+00	4,8E+00	1,0E+01
Climate change	nPt	1,2E+01	1,5E+01	2,8E+01	1,9E+01	1,1E+01	8,4E+00	1,2E+01	7,9E+00	4,0E+00	4,1E+00	5,5E+00	4,1E+00	3,7E+00	5,6E+00	1,0E+01	8,8E+00	1,9E+01	6,8E+00	2,7E+00	3,3E+00	2,1E+00	4,9E+00	2,0E+00	4,5E+00	2,3E+00	1,4E+00	2,9E+00
Ozone depletion	nPt	7,4E-01	7,6E-01	1,5E+00	1,2E+00	7,8E-01	9,7E-03	1,4E-02	9,4E-03	4,6E-03	4,9E-03	6,8E-03	4,9E-03	4,4E-03	7,0E-03	1,3E-02	1,0E-02	1,6E-02	4,8E-02	2,9E-03	3,5E-03	2,9E-03	7,2E-03	2,6E-03	6,8E-03	2,7E-03	1,7E-03	3,5E-03
Ionising radiation	nPt	3,3E-01	4,8E-01	9,7E-01	5,2E-01	2,7E-01	4,7E-01	7,3E-01	5,0E-01	2,1E-01	2,6E-01	3,7E-01	2,4E-01	2,3E-01	3,8E-01	6,8E-01	4,9E-01	8,1E-01	1,9E+00	1,3E-01	1,6E-01	5,8E-02	1,6E-01	8,8E-02	1,6E-01	1,4E-01	1,0E-01	1,8E-01
Photochemical ozone formation	nPt	1,9E+00	2,4E+00	4,2E+00	2,9E+00	1,6E+00	1,4E+00	2,0E+00	1,3E+00	6,6E-01	6,5E-01	9,3E-01	6,9E-01	5,9E-01	9,3E-01	1,6E+00	1,5E+00	2,7E+00	1,1E+00	4,6E-01	5,8E-01	4,2E-01	1,0E+00	3,6E-01	9,8E-01	3,7E-01	2,3E-01	4,6E-01
Particulate matter	nPt	3,1E+00	3,9E+00	6,7E+00	4,6E+00	2,6E+00	2,4E+00	3,4E+00	2,3E+00	1,1E+00	1,2E+00	1,6E+00	1,2E+00	1,1E+00	1,7E+00	2,9E+00	2,5E+00	4,8E+00	1,5E+00	6,6E-01	7,9E-01	4,1E-01	1,1E+00	5,0E-01	9,9E-01	6,8E-01	4,4E-01	8,1E-01
Human toxicity, non-cancer	nPt	6,9E-01	8,7E-01	1,5E+00	1,1E+00	6,0E-01	5,2E-01	7,0E-01	4,5E-01	2,5E-01	2,2E-01	3,2E-01	2,5E-01	2,1E-01	3,2E-01	5,6E-01	5,5E-01	7,6E-01	3,7E-01	1,7E-01	2,1E-01	1,0E-01	2,9E-01	1,1E-01	2,7E-01	1,3E-01	6,8E-02	1,5E-01
Human toxicity, cancer	nPt	1,8E+00	2,4E+00	4,1E+00	2,7E+00	1,5E+00	1,3E+00	1,7E+00	1,1E+00	6,3E-01	5,9E-01	7,8E-01	6,2E-01	5,4E-01	8,0E-01	1,4E+00	1,3E+00	2,0E+00	9,6E-01	4,4E-01	5,1E-01	3,3E-01	7,9E-01	3,1E-01	7,0E-01	3,4E-01	2,0E-01	4,1E-01
Acidification	nPt	1,9E+00	2,4E+00	4,3E+00	2,9E+00	1,7E+00	1,4E+00	2,0E+00	1,3E+00	6,6E-01	6,5E-01	9,4E-01	6,9E-01	5,9E-01	9,4E-01	1,7E+00	1,5E+00	2,9E+00	9,6E-01	4,5E-01	5,4E-01	2,7E-01	6,9E-01	2,9E-01	6,4E-01	3,7E-01	2,2E-01	4,5E-01
Eutrophication, freshwater	nPt	2,5E+00	3,1E+00	5,8E+00	4,0E+00	2,1E+00	2,3E+00	3,1E+00	1,9E+00	1,1E+00	9,4E-01	1,4E+00	1,1E+00	9,0E-01	1,4E+00	2,4E+00	2,4E+00	3,4E+00	1,6E+00	8,1E-01	1,0E+00	4,2E-01	1,2E+00	4,6E-01	1,1E+00	5,5E-01	2,8E-01	6,6E-01
Eutrophication, marine	nPt	7,9E-01	1,0E+00	1,7E+00	1,2E+00	6,7E-01	6,6E-01	8,7E-01	5,6E-01	3,2E-01	2,7E-01	4,0E-01	3,1E-01	2,6E-01	3,9E-01	6,9E-01	6,9E-01	1,3E+00	5,1E-01	2,2E-01	2,6E-01	1,2E-01	3,5E-01	1,4E-01	3,3E-01	1,6E-01	8,2E-02	1,9E-01
Eutrophication, terrestrial	nPt	8,7E-01	1,1E+00	1,9E+00	1,4E+00	7,5E-01	7,4E-01	1,0E+00	6,5E-01	3,6E-01	3,3E-01	4,6E-01	3,5E-01	3,0E-01	4,6E-01	8,2E-01	7,7E-01	1,4E+00	5,6E-01	2,4E-01	2,9E-01	1,4E-01	3,7E-01	1,5E-01	3,5E-01	1,9E-01	1,0E-01	2,3E-01
Ecotoxicity, freshwater	nPt	1,0E+00	1,4E+00	2,4E+00	1,6E+00	8,2E-01	7,2E-01	9,6E-01	6,0E-01	3,5E-01	2,9E-01	4,4E-01	3,5E-01	2,8E-01	4,2E-01	7,4E-01	7,7E-01	1,1E+00	5,3E-01	2,8E-01	2,9E-01	1,4E-01	5,0E-01	1,6E-01	4,2E-01	1,7E-01	8,5E-02	2,0E-01
Land use	nPt	1,6E+00	2,6E+00	2,7E+00	2,4E+00	1,2E+00	1,8E+00	2,4E+00	1,7E+00	8,5E-01	9,1E-01	1,1E+00	7,8E-01	7,8E-01	1,2E+00	2,1E+00	1,7E+00	2,8E+00	1,2E+00	4,3E-01	5,4E-01	1,9E-01	5,8E-01	3,3E-01	5,7E-01	5,2E-01	3,1E-01	5,9E-01
Water use	nPt	9,1E-01	1,2E+00	2,0E+00	1,4E+00	7,6E-01	8,2E-01	1,1E+00	7,2E-01	4,0E-01	3,5E-01	5,0E-01	3,9E-01	3,3E-01	5,0E-01	8,9E-01	8,6E-01	2,8E+00	5,9E-01	3,3E-01	4,5E-01	2,7E-01	5,5E-01	2,2E-01	5,1E-01	2,1E-01	1,1E-01	2,7E-01
Resource use, fossils	nPt	7,8E+00	9,3E+00	1,8E+01	1,2E+01	7,0E+00	5,5E+00	7,9E+00	5,3E+00	2,6E+00	2,8E+00	3,7E+00	2,7E+00	2,5E+00	3,8E+00	6,9E+00	5,7E+00	1,3E+01	7,8E+00	1,7E+00	2,2E+00	1,7E+00	3,4E+00	1,4E+00	3,1E+00	1,5E+00	9,8E-01	2,0E+00
Resource use, minerals and metals	nPt	2,9E+00	3,6E+00	6,4E+00	4,4E+00	2,6E+00	1,4E+00	2,0E+00	1,3E+00	6,6E-01	6,6E-01	9,6E-01	7,0E-01	5,9E-01	9,4E-01	1,7E+00	1,5E+00	2,3E+00	9,1E-01	5,0E-01	6,0E-01	4,5E-01	9,5E-01	3,6E-01	8,4E-01	3,7E-01	2,3E-01	4,7E-01

3580 Tableau 40 Contribution au score unique en absolue, de chaque système d’emballage, sur chaque indicateur pour 1 cm³ emballé

3581
3582
3583



Catégorie de dommages	Unité	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1	8.2	8.3	8.4	9.1	9.2	10.1
Climate change	kg CO2 eq	4,4E-04	5,3E-04	9,9E-04	6,8E-04	3,9E-04	3,0E-04	4,2E-04	2,8E-04	1,4E-04	1,5E-04	2,0E-04	1,5E-04	1,3E-04	2,0E-04	3,6E-04	3,2E-04	6,8E-04	2,5E-04	9,5E-05	1,2E-04	7,6E-05	1,7E-04	7,3E-05	1,6E-04	8,2E-05	5,0E-05	1,0E-04
Ozone depletion	kg CFC11 eq	6,1E-10	6,3E-10	1,3E-09	9,6E-10	6,5E-10	8,0E-12	1,2E-11	7,8E-12	3,8E-12	4,1E-12	5,7E-12	4,0E-12	3,7E-12	5,8E-12	1,0E-11	8,6E-12	1,3E-11	3,9E-11	2,4E-12	2,9E-12	2,4E-12	6,0E-12	2,1E-12	5,6E-12	2,2E-12	1,4E-12	2,9E-12
Ionising radiation	kBq U-235 eq	2,8E-05	4,0E-05	8,2E-05	4,4E-05	2,3E-05	3,9E-05	6,2E-05	4,2E-05	1,8E-05	2,2E-05	3,1E-05	2,0E-05	1,9E-05	3,2E-05	5,8E-05	4,1E-05	6,8E-05	1,6E-04	1,1E-05	1,4E-05	4,9E-06	1,4E-05	7,4E-06	1,3E-05	1,2E-05	8,5E-06	1,5E-05
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	1,6E-06	2,1E-06	3,6E-06	2,5E-06	1,4E-06	1,2E-06	1,7E-06	1,1E-06	5,6E-07	5,6E-07	8,0E-07	5,9E-07	5,0E-07	7,9E-07	1,4E-06	1,3E-06	2,3E-06	9,2E-07	3,9E-07	5,0E-07	3,6E-07	8,9E-07	3,1E-07	8,4E-07	3,1E-07	1,9E-07	3,9E-07
Particulate matter	disease inc.	2,0E-11	2,6E-11	4,5E-11	3,1E-11	1,7E-11	1,6E-11	2,3E-11	1,5E-11	7,6E-12	8,2E-12	1,1E-11	7,7E-12	7,1E-12	1,1E-11	1,9E-11	1,7E-11	3,2E-11	1,0E-11	4,4E-12	5,3E-12	2,7E-12	7,0E-12	3,3E-12	6,6E-12	4,5E-12	2,9E-12	5,4E-12
Human toxicity, non-cancer	CTUh	4,8E-12	6,1E-12	1,1E-11	7,6E-12	4,2E-12	3,6E-12	4,9E-12	3,1E-12	1,8E-12	1,6E-12	2,2E-12	1,8E-12	1,5E-12	2,2E-12	3,9E-12	3,9E-12	5,3E-12	2,6E-12	1,2E-12	1,5E-12	7,2E-13	2,0E-12	7,8E-13	1,9E-12	9,1E-13	4,8E-13	1,1E-12
Human toxicity, cancer	CTUh	1,5E-12	1,9E-12	3,3E-12	2,2E-12	1,2E-12	1,0E-12	1,4E-12	9,3E-13	5,1E-13	4,8E-13	6,3E-13	5,0E-13	4,4E-13	6,5E-13	1,1E-12	1,1E-12	1,6E-12	7,7E-13	3,6E-13	4,1E-13	2,7E-13	6,4E-13	2,5E-13	5,7E-13	2,8E-13	1,6E-13	3,4E-13
Acidification	mol H+ eq	1,7E-06	2,1E-06	3,9E-06	2,6E-06	1,5E-06	1,2E-06	1,8E-06	1,1E-06	5,9E-07	5,8E-07	8,5E-07	6,1E-07	5,3E-07	8,4E-07	1,5E-06	1,3E-06	2,6E-06	8,6E-07	4,0E-07	4,9E-07	2,4E-07	6,2E-07	2,6E-07	5,7E-07	3,3E-07	2,0E-07	4,0E-07
Eutrophication, freshwater	kg P eq	1,4E-07	1,8E-07	3,3E-07	2,3E-07	1,2E-07	1,3E-07	1,8E-07	1,1E-07	6,3E-08	5,4E-08	8,3E-08	6,4E-08	5,2E-08	8,0E-08	1,4E-07	1,4E-07	1,9E-07	9,1E-08	4,7E-08	5,8E-08	2,4E-08	6,7E-08	2,7E-08	6,4E-08	3,2E-08	1,6E-08	3,8E-08
Eutrophication, marine	kg N eq	5,2E-07	6,7E-07	1,1E-06	8,2E-07	4,5E-07	4,3E-07	5,8E-07	3,7E-07	2,1E-07	1,8E-07	2,6E-07	2,1E-07	1,7E-07	2,6E-07	4,6E-07	4,6E-07	8,9E-07	3,4E-07	1,4E-07	1,7E-07	7,8E-08	2,3E-07	9,0E-08	2,2E-07	1,1E-07	5,4E-08	1,3E-07
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	4,2E-06	5,3E-06	9,3E-06	6,5E-06	3,6E-06	3,5E-06	4,8E-06	3,1E-06	1,7E-06	1,6E-06	2,2E-06	1,7E-06	1,4E-06	2,2E-06	3,9E-06	3,7E-06	6,5E-06	2,7E-06	1,1E-06	1,4E-06	6,5E-07	1,8E-06	7,4E-07	1,7E-06	9,0E-07	4,9E-07	1,1E-06
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	3,0E-03	4,2E-03	7,1E-03	4,6E-03	2,4E-03	2,1E-03	2,8E-03	1,8E-03	1,0E-03	8,5E-04	1,3E-03	1,0E-03	8,2E-04	1,2E-03	2,2E-03	2,3E-03	3,1E-03	1,6E-03	8,2E-04	8,4E-04	4,2E-04	1,5E-03	4,6E-04	1,3E-03	5,1E-04	2,5E-04	5,9E-04
Land use	Pt	1,7E-02	2,7E-02	2,8E-02	2,5E-02	1,2E-02	1,8E-02	2,4E-02	1,8E-02	8,8E-03	9,3E-03	1,1E-02	8,0E-03	8,0E-03	1,2E-02	2,2E-02	1,8E-02	2,8E-02	1,2E-02	4,5E-03	5,6E-03	2,0E-03	6,0E-03	3,4E-03	5,9E-03	5,4E-03	3,2E-03	6,1E-03
Water use	m3 depriv.	1,2E-04	1,6E-04	2,7E-04	1,9E-04	1,0E-04	1,1E-04	1,5E-04	9,7E-05	5,4E-05	4,8E-05	6,7E-05	5,3E-05	4,5E-05	6,7E-05	1,2E-04	1,2E-04	3,8E-04	8,0E-05	4,4E-05	6,1E-05	3,6E-05	7,4E-05	3,0E-05	6,9E-05	2,8E-05	1,5E-05	3,7E-05
Resource use, fossils	MJ	6,1E-03	7,3E-03	1,4E-02	9,3E-03	5,4E-03	4,3E-03	6,1E-03	4,2E-03	2,0E-03	2,2E-03	2,9E-03	2,1E-03	1,9E-03	3,0E-03	5,4E-03	4,5E-03	9,9E-03	6,1E-03	1,4E-03	1,7E-03	1,3E-03	2,6E-03	1,1E-03	2,4E-03	1,2E-03	7,6E-04	1,6E-03
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	2,42E-09	2,99E-09	5,40E-09	3,74E-09	2,22E-09	1,15E-09	1,70E-09	1,07E-09	5,57E-10	5,55E-10	8,06E-10	5,93E-10	5,00E-10	7,95E-10	1,40E-09	1,27E-09	1,96E-09	7,68E-10	4,22E-10	5,04E-10	3,79E-10	8,02E-10	3,07E-10	7,11E-10	3,09E-10	1,92E-10	3,97E-10

3584

Tableau 41 Impact de chaque système d'emballage sur chaque indicateur pour 1 cm³ emballé

3585

3586

3587

3588

3589

3590

3591

3592

3593



Catégorie d'impact	Unité	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1	8.2	8.3	8.4	9.1	9.2	10.1
Score unique	µPt	4,1E+01	5,2E+01	9,2E+01	6,3E+01	3,6E+01	3,0E+01	4,2E+01	2,8E+01	1,4E+01	1,4E+01	1,9E+01	1,4E+01	1,3E+01	2,0E+01	3,5E+01	3,1E+01	6,1E+01	2,7E+01	9,5E+00	1,2E+01	7,1E+00	1,7E+01	6,9E+00	1,6E+01	8,0E+00	4,8E+00	1,0E+01
Changement climatique	kg CO2 eq	4,4E-04	5,3E-04	9,9E-04	6,8E-04	3,9E-04	3,0E-04	4,2E-04	2,8E-04	1,4E-04	1,5E-04	2,0E-04	1,5E-04	1,3E-04	2,0E-04	3,6E-04	3,2E-04	6,8E-04	2,5E-04	9,5E-05	1,2E-04	7,6E-05	1,7E-04	7,3E-05	1,6E-04	8,2E-05	5,0E-05	1,0E-04
Appauvrissement de la couche d'ozone	kg CFC11 eq	6,1E-10	6,3E-10	1,3E-09	9,6E-10	6,5E-10	8,0E-12	1,2E-11	7,8E-12	3,8E-12	4,1E-12	5,7E-12	4,0E-12	3,7E-12	5,8E-12	1,0E-11	8,6E-12	1,3E-11	3,9E-11	2,4E-12	2,9E-12	2,4E-12	6,0E-12	2,1E-12	5,6E-12	2,2E-12	1,4E-12	2,9E-12
Rayonnement ionisant	kBq U-235 eq	2,8E-05	4,0E-05	8,2E-05	4,4E-05	2,3E-05	3,9E-05	6,2E-05	4,2E-05	1,8E-05	2,2E-05	3,1E-05	2,0E-05	1,9E-05	3,2E-05	5,8E-05	4,1E-05	6,8E-05	1,6E-04	1,1E-05	1,4E-05	4,9E-06	1,4E-05	7,4E-06	1,3E-05	1,2E-05	8,5E-06	1,5E-05
Formation d'ozone photochimique	kg NMV OC eq	1,6E-06	2,1E-06	3,6E-06	2,5E-06	1,4E-06	1,2E-06	1,7E-06	1,1E-06	5,6E-07	5,6E-07	8,0E-07	5,9E-07	5,0E-07	7,9E-07	1,4E-06	1,3E-06	2,3E-06	9,2E-07	3,9E-07	5,0E-07	3,6E-07	8,9E-07	3,1E-07	8,4E-07	3,1E-07	1,9E-07	3,9E-07
Particules fines	disease inc.	2,0E-11	2,6E-11	4,5E-11	3,1E-11	1,7E-11	1,6E-11	2,3E-11	1,5E-11	7,6E-12	8,2E-12	1,1E-11	7,7E-12	7,1E-12	1,1E-11	1,9E-11	1,7E-11	3,2E-11	1,0E-11	4,4E-12	5,3E-12	2,7E-12	7,0E-12	3,3E-12	6,6E-12	4,5E-12	2,9E-12	5,4E-12
Toxicité humaine. non cancérigène	CTUh	4,8E-12	6,1E-12	1,1E-11	7,6E-12	4,2E-12	3,6E-12	4,9E-12	3,1E-12	1,8E-12	1,6E-12	2,2E-12	1,8E-12	1,5E-12	2,2E-12	3,9E-12	3,9E-12	5,3E-12	2,6E-12	1,2E-12	1,5E-12	7,2E-13	2,0E-12	7,8E-13	1,9E-12	9,1E-13	4,8E-13	1,1E-12
Toxicité humaine. cancer	CTUh	1,5E-12	1,9E-12	3,3E-12	2,2E-12	1,2E-12	1,0E-12	1,4E-12	9,3E-13	5,1E-13	4,8E-13	6,3E-13	5,0E-13	4,4E-13	6,5E-13	1,1E-12	1,1E-12	1,6E-12	7,7E-13	3,6E-13	4,1E-13	2,7E-13	6,4E-13	2,5E-13	5,7E-13	2,8E-13	1,6E-13	3,4E-13
Acidification	mol H+ eq	1,7E-06	2,1E-06	3,9E-06	2,6E-06	1,5E-06	1,2E-06	1,8E-06	1,1E-06	5,9E-07	5,8E-07	8,5E-07	6,1E-07	5,3E-07	8,4E-07	1,5E-06	1,3E-06	2,6E-06	8,6E-07	4,0E-07	4,9E-07	2,4E-07	6,2E-07	2,6E-07	5,7E-07	3,3E-07	2,0E-07	4,0E-07
Eutrophisation. eau douce	kg P eq	1,4E-07	1,8E-07	3,3E-07	2,3E-07	1,2E-07	1,3E-07	1,8E-07	1,1E-07	6,3E-08	5,4E-08	8,3E-08	6,4E-08	5,2E-08	8,0E-08	1,4E-07	1,4E-07	1,9E-07	9,1E-08	4,7E-08	5,8E-08	2,4E-08	6,7E-08	2,7E-08	6,4E-08	3,2E-08	1,6E-08	3,8E-08
Eutrophisation. marine	kg N eq	5,2E-07	6,7E-07	1,1E-06	8,2E-07	4,5E-07	4,3E-07	5,8E-07	3,7E-07	2,1E-07	1,8E-07	2,6E-07	2,1E-07	1,7E-07	2,6E-07	4,6E-07	4,6E-07	8,9E-07	3,4E-07	1,4E-07	1,7E-07	7,8E-08	2,3E-07	9,0E-08	2,2E-07	1,1E-07	5,4E-08	1,3E-07
Eutrophisation. terrestre	mol N eq	4,2E-06	5,3E-06	9,3E-06	6,5E-06	3,6E-06	3,5E-06	4,8E-06	3,1E-06	1,7E-06	1,6E-06	2,2E-06	1,7E-06	1,4E-06	2,2E-06	3,9E-06	3,7E-06	6,5E-06	2,7E-06	1,1E-06	1,4E-06	6,5E-07	1,8E-06	7,4E-07	1,7E-06	9,0E-07	4,9E-07	1,1E-06
Ecotoxicité. eau douce	CTUe	3,0E-03	4,2E-03	7,1E-03	4,6E-03	2,4E-03	2,1E-03	2,8E-03	1,8E-03	1,0E-03	8,5E-04	1,3E-03	1,0E-03	8,2E-04	1,2E-03	2,2E-03	2,3E-03	3,1E-03	1,6E-03	8,2E-04	8,4E-04	4,2E-04	1,5E-03	4,6E-04	1,3E-03	5,1E-04	2,5E-04	5,9E-04
Utilisation des sols	Pt	1,7E-02	2,7E-02	2,8E-02	2,5E-02	1,2E-02	1,8E-02	2,4E-02	1,8E-02	8,8E-03	9,3E-03	1,1E-02	8,0E-03	8,0E-03	1,2E-02	2,2E-02	1,8E-02	2,8E-02	1,2E-02	4,5E-03	5,6E-03	2,0E-03	6,0E-03	3,4E-03	5,9E-03	5,4E-03	3,2E-03	6,1E-03
Utilisation de l'eau	m3 depriv.	1,2E-04	1,6E-04	2,7E-04	1,9E-04	1,0E-04	1,1E-04	1,5E-04	9,7E-05	5,4E-05	4,8E-05	6,7E-05	5,3E-05	4,5E-05	6,7E-05	1,2E-04	1,2E-04	3,8E-04	8,0E-05	4,4E-05	6,1E-05	3,6E-05	7,4E-05	3,0E-05	6,9E-05	2,8E-05	1,5E-05	3,7E-05
Utilisation des ressources. fossiles	MJ	6,1E-03	7,3E-03	1,4E-02	9,3E-03	5,4E-03	4,3E-03	6,1E-03	4,2E-03	2,0E-03	2,2E-03	2,9E-03	2,1E-03	1,9E-03	3,0E-03	5,4E-03	4,5E-03	9,9E-03	6,1E-03	1,4E-03	1,7E-03	1,3E-03	2,6E-03	1,1E-03	2,4E-03	1,2E-03	7,6E-04	1,6E-03
Utilisation des ressources. minéraux et métaux	kg Sb eq	2,42E-09	2,992E-09	5,406E-09	3,74E-09	2,222E-09	1,15E-09	1,70E-09	1,07E-09	5,57E-10	5,55E-10	8,06E-10	5,93E-10	5,00E-10	7,95E-10	1,40E-09	1,27E-09	1,96E-09	7,68E-10	4,22E-10	5,04E-10	3,79E-10	8,02E-10	3,07E-10	7,11E-10	3,09E-10	1,92E-10	3,97E-10

3595 **Tableau 42 Impact de chaque système d’emballage sur chaque indicateur pour 1 cm³ emballé, avec le code couleur : du rouge le plus**
3596 **impactant au vert le moins impactant**

3597

3598



FAMILLE	EMBAL LAGE	Total	MP PACK I.	TRANS FO+SC RAP I.	FINITIO NS I.	EIC II.III. + FDV	TRP DISTRIB	FDV PACK I.
1.Blister carton + PET	1.1	0,44	0,18	0,02	0,02	0,14	0,02	0,05
	1.2	0,53	0,23	0,02	0,03	0,17	0,02	0,06
	1.3	0,99	0,32	0,03	0,05	0,44	0,03	0,12
	1.4	0,68	0,28	0,04	0,03	0,23	0,03	0,08
	1.5	0,39	0,18	0,02	0,01	0,11	0,02	0,05
2.Blister inversé	2.1	0,30	0,07	0,01	0,02	0,14	0,02	0,05
	2.2	0,42	0,10	0,02	0,06	0,16	0,02	0,07
	2.3	0,28	0,09	0,03	0,02	0,09	0,02	0,05
	2.4	0,14	0,03	0,00	0,01	0,08	0,01	0,02
	2.5	0,15	0,05	0,00	0,01	0,03	0,01	0,04
	2.6	0,20	0,05	0,00	0,04	0,06	0,01	0,04
3.Etui carton	3.1	0,15	0,03	0,01	0,02	0,06	0,01	0,02
	3.2	0,13	0,06	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
	3.3	0,20	0,06	0,01	0,02	0,05	0,01	0,04
	3.4	0,36	0,12	0,05	0,04	0,09	0,02	0,05
	3.5	0,32	0,06	0,01	0,04	0,15	0,02	0,04
4.Carton+liens	4.1	0,68	0,34	0,03	0,02	0,13	0,02	0,13
5.Cellulose moulée	5.1	0,25	0,08	0,00	0,00	0,12	0,02	0,03
6.Souple papier.PP transp	6.1	0,10	0,02	0,00	0,01	0,05	0,01	0,01
7.Souple papier.PE opaque	7.1	0,12	0,02	0,00	0,01	0,06	0,01	0,01
8.Souple PP	8.1	0,08	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
	8.2	0,17	0,04	0,01	0,02	0,09	0,01	0,00
	8.3	0,07	0,02	0,00	0,00	0,03	0,01	0,01
	8.4	0,16	0,03	0,01	0,02	0,09	0,01	0,00
9.Vrac sans display	9.1	0,08	0,03	0,00	0,00	0,03	0,01	0,02
	9.2	0,05	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02
10.Vrac avec display	10.1	0,10	0,04	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02

Tableau 43 Comparaison des systèmes d’emballages, par étape du cycle de vie, selon l’indicateur changement climatique (g CO₂ eq.)

3600
3601

3602
3603
3604
3605
3606
3607
3608
3609
3610

FAMILLE	EMBAL LAGE	Total	MP PACK I.	TRANS FO+SC RAP I.	FINITIO NS I.	EIC II.III. + FDV	TRP DISTRIB	FDV PACK I.
1.Blister carton + PET	1.1	6,1E-03	4,0E-03	2,5E-04	2,4E-04	1,8E-03	3,7E-04	-5,9E-04
	1.2	7,3E-03	4,8E-03	2,4E-04	4,5E-04	2,3E-03	3,6E-04	-8,8E-04
	1.3	1,4E-02	6,8E-03	3,1E-04	6,9E-04	6,2E-03	5,2E-04	-8,3E-07
	1.4	9,3E-03	6,1E-03	3,7E-04	3,9E-04	3,0E-03	4,5E-04	-9,0E-04
	1.5	5,4E-03	3,9E-03	2,5E-04	1,8E-04	1,4E-03	2,3E-04	-5,5E-04
2.Blister inversé	2.1	4,3E-03	1,4E-03	9,3E-05	2,5E-04	1,8E-03	2,6E-04	3,6E-04
	2.2	6,1E-03	2,2E-03	1,6E-04	8,8E-04	2,0E-03	3,6E-04	5,4E-04
	2.3	4,2E-03	1,9E-03	2,7E-04	2,3E-04	1,2E-03	2,3E-04	3,7E-04
	2.4	2,0E-03	6,2E-04	1,9E-05	1,1E-04	9,7E-04	1,6E-04	1,7E-04
	2.5	2,2E-03	1,1E-03	3,0E-05	1,4E-04	4,4E-04	1,6E-04	2,8E-04
	2.6	2,9E-03	1,1E-03	1,4E-05	5,4E-04	7,9E-04	1,4E-04	3,1E-04
3.Etui carton	3.1	2,1E-03	6,0E-04	6,7E-05	3,2E-04	8,4E-04	1,4E-04	1,3E-04
	3.2	1,9E-03	1,1E-03	1,2E-04	1,4E-04	2,2E-04	1,1E-04	2,5E-04
	3.3	3,0E-03	1,4E-03	1,4E-04	3,8E-04	6,8E-04	1,5E-04	3,0E-04
	3.4	5,4E-03	2,5E-03	4,9E-04	5,5E-04	1,2E-03	2,4E-04	4,1E-04
	3.5	4,5E-03	1,2E-03	6,3E-05	6,0E-04	2,0E-03	3,0E-04	3,2E-04
4.Carton+liens	4.1	9,9E-03	6,7E-03	5,3E-04	3,1E-04	1,7E-03	3,6E-04	2,6E-04
5.Cellulose moulée	5.1	6,1E-03	4,1E-03	1,4E-05	5,0E-05	1,5E-03	2,4E-04	2,0E-04
6.Souple papier.PP transp	6.1	1,4E-03	3,7E-04	6,6E-05	1,6E-04	6,8E-04	9,9E-05	-1,2E-05
7.Souple papier.PE opaque	7.1	1,7E-03	5,6E-04	9,7E-05	1,8E-04	8,1E-04	1,2E-04	-4,3E-05
8.Souple PP	8.1	1,3E-03	1,1E-03	7,8E-05	5,8E-05	3,1E-04	7,4E-05	-3,0E-04
	8.2	2,6E-03	1,3E-03	1,4E-04	2,2E-04	1,2E-03	1,7E-04	-3,4E-04
	8.3	1,1E-03	6,5E-04	3,3E-05	3,4E-05	3,9E-04	7,9E-05	-6,5E-05
	8.4	2,4E-03	1,0E-03	1,3E-04	2,1E-04	1,2E-03	1,6E-04	-2,9E-04
9.Vrac sans display	9.1	1,2E-03	5,5E-04	1,2E-05	6,0E-05	3,4E-04	7,9E-05	1,5E-04
	9.2	7,6E-04	4,3E-04	9,2E-06	9,0E-05	4,9E-05	6,4E-05	1,2E-04
10.Vrac avec display	10.1	1,6E-03	8,5E-04	1,4E-04	7,7E-05	3,5E-04	8,2E-05	7,1E-05

Tableau 44 Comparaison des systèmes d’emballages, par étape du cycle de vie, selon l’indicateur utilisation des ressources énergétiques (MJ)

FAMILLE	EMBAL LAGE	Total	MP PACK I.	TRANS FO+SC RAP I.	FINITIO NS I.	EIC II.III. + FDV	TRP DISTRIB	FDV PACK I.
1.Blister carton + PET	1.1	1,4E-07	4,9E-08	9,6E-09	7,8E-09	7,6E-08	1,7E-09	-7,8E-10
	1.2	1,8E-07	6,4E-08	9,5E-09	1,5E-08	9,2E-08	1,7E-09	-1,1E-09
	1.3	3,3E-07	9,2E-08	1,2E-08	2,3E-08	1,9E-07	2,5E-09	1,0E-08
	1.4	2,3E-07	7,3E-08	1,4E-08	1,3E-08	1,3E-07	2,1E-09	-1,2E-09
	1.5	1,2E-07	4,5E-08	9,7E-09	6,1E-09	6,1E-08	1,1E-09	-7,3E-10
2.Blister inversé	2.1	1,3E-07	2,9E-08	1,7E-09	8,2E-09	8,1E-08	1,2E-09	7,9E-09
	2.2	1,8E-07	4,5E-08	2,9E-09	2,9E-08	8,7E-08	1,7E-09	1,2E-08
	2.3	1,1E-07	3,8E-08	4,9E-09	7,7E-09	5,1E-08	1,1E-09	8,1E-09
	2.4	6,3E-08	1,3E-08	3,3E-10	3,6E-09	4,2E-08	7,4E-10	3,7E-09
	2.5	5,4E-08	2,2E-08	6,4E-10	4,6E-09	1,9E-08	7,4E-10	6,3E-09
	2.6	8,3E-08	2,2E-08	2,5E-10	1,8E-08	3,5E-08	6,4E-10	6,7E-09
3.Etui carton	3.1	6,4E-08	1,2E-08	1,2E-09	1,1E-08	3,6E-08	6,5E-10	2,9E-09
	3.2	5,2E-08	3,0E-08	2,2E-09	4,7E-09	9,3E-09	5,2E-10	5,2E-09
	3.3	8,0E-08	2,8E-08	2,5E-09	1,2E-08	3,0E-08	6,9E-10	6,7E-09
	3.4	1,4E-07	5,2E-08	8,9E-09	1,8E-08	5,1E-08	1,1E-09	9,1E-09
	3.5	1,4E-07	2,5E-08	1,1E-09	2,0E-08	8,5E-08	1,4E-09	7,0E-09
4.Carton+liens	4.1	1,9E-07	7,8E-08	1,3E-08	1,0E-08	7,5E-08	1,7E-09	1,7E-08
5.Cellulose moulée	5.1	9,1E-08	1,8E-08	4,7E-10	1,0E-09	6,6E-08	1,1E-09	4,8E-09
6.Souple papier.PP transp	6.1	4,7E-08	1,5E-08	1,3E-09	5,2E-09	2,9E-08	4,7E-10	-4,7E-09
7.Souple papier.PE opaque	7.1	5,8E-08	2,1E-08	1,9E-09	6,1E-09	3,5E-08	5,6E-10	-6,7E-09
8.Souple PP	8.1	2,4E-08	7,6E-09	2,7E-09	1,2E-09	1,3E-08	3,5E-10	-7,2E-10
	8.2	6,7E-08	8,0E-09	3,4E-09	4,3E-09	5,1E-08	7,9E-10	-8,2E-10
	8.3	2,7E-08	6,9E-09	1,5E-09	6,7E-10	1,6E-08	3,7E-10	9,6E-10
	8.4	6,4E-08	6,0E-09	3,0E-09	4,2E-09	5,1E-08	7,7E-10	-7,1E-10
9.Vrac sans display	9.1	3,2E-08	1,1E-08	2,1E-10	2,0E-09	1,5E-08	3,7E-10	3,4E-09
	9.2	1,6E-08	8,8E-09	1,7E-10	3,0E-09	1,3E-09	3,0E-10	2,6E-09
10.Vrac avec display	10.1	3,8E-08	1,6E-08	2,8E-09	2,5E-09	1,4E-08	3,8E-10	2,4E-09

Tableau 45 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur eutrophisation en eau douce (kg P eq.)

FAMILLE	EMBAL LAGE	Total	MP PACK I.	TRANS FO+SC RAP I.	FINITIO NS I.	EIC II.III. + FDV	TRP DISTRIB	FDV PACK I.
1.Blister carton + PET	1.1	2,4E-09	1,7E-09	4,1E-12	9,6E-11	5,6E-10	6,9E-11	-3,6E-11
	1.2	3,0E-09	2,1E-09	3,3E-12	1,8E-10	7,2E-10	6,7E-11	-5,3E-11
	1.3	5,4E-09	2,9E-09	3,9E-12	2,8E-10	2,1E-09	9,8E-11	-5,4E-12
	1.4	3,7E-09	2,6E-09	4,9E-12	1,6E-10	9,1E-10	8,4E-11	-5,5E-11
	1.5	2,2E-09	1,7E-09	3,3E-12	7,5E-11	4,4E-10	4,2E-11	-3,3E-11
2.Blister inversé	2.1	1,1E-09	4,1E-10	4,9E-12	1,0E-10	5,7E-10	4,9E-11	1,9E-11
	2.2	1,7E-09	6,2E-10	8,5E-12	3,6E-10	6,2E-10	6,6E-11	2,8E-11
	2.3	1,1E-09	5,3E-10	1,5E-11	9,4E-11	3,7E-10	4,2E-11	1,9E-11
	2.4	5,6E-10	1,7E-10	9,8E-13	4,4E-11	3,0E-10	2,9E-11	8,7E-12
	2.5	5,6E-10	3,2E-10	3,9E-13	5,6E-11	1,3E-10	3,0E-11	1,4E-11
	2.6	8,1E-10	3,0E-10	7,3E-13	2,2E-10	2,4E-10	2,5E-11	1,6E-11
3.Etui carton	3.1	5,9E-10	1,7E-10	3,5E-12	1,3E-10	2,6E-10	2,6E-11	6,7E-12
	3.2	5,0E-10	3,1E-10	6,9E-12	5,7E-11	6,9E-11	2,1E-11	3,3E-11
	3.3	8,0E-10	3,8E-10	7,4E-12	1,5E-10	2,1E-10	2,7E-11	1,6E-11
	3.4	1,4E-09	7,1E-10	2,6E-11	2,2E-10	3,7E-10	4,4E-11	2,1E-11
	3.5	1,3E-09	3,5E-10	3,4E-12	2,4E-10	6,0E-10	5,7E-11	1,6E-11
4.Carton+liens	4.1	2,0E-09	1,2E-09	5,8E-11	1,3E-10	5,2E-10	6,7E-11	-2,9E-11
5.Cellulose moulée	5.1	7,7E-10	2,3E-10	1,5E-12	1,7E-11	4,7E-10	4,5E-11	1,0E-11
6.Souple papier.PP transp	6.1	4,2E-10	1,2E-10	4,1E-12	6,6E-11	2,1E-10	1,9E-11	5,7E-12
7.Souple papier.PE opaque	7.1	5,0E-10	1,5E-10	6,9E-12	7,4E-11	2,5E-10	2,2E-11	6,5E-12
8.Souple PP	8.1	3,8E-10	3,0E-10	8,0E-12	2,0E-11	9,8E-11	1,4E-11	-5,8E-11
	8.2	8,0E-10	3,8E-10	9,9E-12	7,5E-11	3,7E-10	3,1E-11	-6,5E-11
	8.3	3,1E-10	1,8E-10	1,7E-13	1,2E-11	1,2E-10	1,5E-11	-2,1E-11
	8.4	7,1E-10	2,9E-10	8,6E-12	7,4E-11	3,6E-10	3,0E-11	-5,6E-11
9.Vrac sans display	9.1	3,1E-10	1,6E-10	6,2E-13	2,4E-11	1,1E-10	1,5E-11	7,9E-12
	9.2	1,9E-10	1,2E-10	4,9E-13	3,6E-11	1,6E-11	1,2E-11	6,2E-12
10.Vrac avec display	10.1	4,0E-10	2,4E-10	8,5E-12	3,1E-11	1,1E-10	1,5E-11	-2,2E-12

Tableau 46 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur épuisement des ressources, minéraux et métaux (kg Sb eq.)

FAMILLE	EMBALAGE	Total	MP PACK I.	TRANS FO+SC RAP I.	FINITIO NS I.	EIC II.III. + FDV	TRP DISTRIB	FDV PACK I.
1.Blister carton + PET	1.1	1,7E-02	8,1E-03	-4,9E-04	1,2E-04	8,5E-03	3,7E-04	3,4E-06
	1.2	2,7E-02	1,6E-02	-4,7E-05	2,3E-04	1,1E-02	3,6E-04	7,7E-06
	1.3	2,8E-02	2,6E-02	-8,8E-05	3,4E-04	1,6E-02	5,3E-04	-1,4E-02
	1.4	2,5E-02	1,1E-02	1,6E-05	1,9E-04	1,4E-02	4,6E-04	4,9E-06
	1.5	1,2E-02	5,3E-03	2,3E-05	9,2E-05	6,6E-03	2,3E-04	2,3E-06
2.Blister inversé	2.1	1,8E-02	2,2E-02	-2,1E-03	1,2E-04	8,5E-03	2,6E-04	-1,0E-02
	2.2	2,4E-02	3,3E-02	-3,6E-03	4,4E-04	9,3E-03	3,6E-04	-1,5E-02
	2.3	1,8E-02	2,8E-02	-6,2E-03	1,2E-04	5,5E-03	2,3E-04	-1,0E-02
	2.4	8,8E-03	9,2E-03	-4,2E-04	5,4E-05	4,5E-03	1,6E-04	-4,7E-03
	2.5	9,3E-03	1,6E-02	-8,2E-04	6,9E-05	2,1E-03	1,6E-04	-8,0E-03
	2.6	1,1E-02	1,6E-02	-3,1E-04	2,7E-04	3,7E-03	1,4E-04	-8,6E-03
3.Etui carton	3.1	8,0E-03	9,0E-03	-1,5E-03	1,6E-04	3,9E-03	1,4E-04	-3,7E-03
	3.2	8,0E-03	1,5E-02	-2,8E-03	7,0E-05	2,2E-03	1,1E-04	-7,0E-03
	3.3	1,2E-02	2,0E-02	-3,2E-03	1,9E-04	3,2E-03	1,5E-04	-8,5E-03
	3.4	2,2E-02	3,8E-02	-1,1E-02	2,8E-04	5,5E-03	2,4E-04	-1,2E-02
	3.5	1,8E-02	1,8E-02	-1,4E-03	3,0E-04	9,1E-03	3,1E-04	-8,9E-03
4.Carton+liens	4.1	2,8E-02	4,4E-02	-1,2E-03	1,5E-04	7,8E-03	3,6E-04	-2,3E-02
5.Cellulose moulée	5.1	1,2E-02	1,1E-02	1,4E-05	2,5E-05	7,0E-03	2,4E-04	-6,1E-03
6.Souple papier.PP transp	6.1	4,5E-03	2,0E-03	-8,4E-06	7,9E-05	3,2E-03	1,0E-04	-8,6E-04
7.Souple papier.PE opaque	7.1	5,6E-03	2,8E-03	-5,3E-06	9,1E-05	3,7E-03	1,2E-04	-1,2E-03
8.Souple PP	8.1	2,0E-03	3,6E-04	6,2E-05	2,9E-05	1,5E-03	7,5E-05	-5,0E-06
	8.2	6,0E-03	1,4E-04	1,0E-04	1,1E-04	5,5E-03	1,7E-04	-5,8E-06
	8.3	3,4E-03	3,3E-03	-1,7E-04	1,7E-05	1,8E-03	8,0E-05	-1,6E-03
	8.4	5,9E-03	1,1E-04	8,9E-05	1,1E-04	5,4E-03	1,6E-04	-5,0E-06
9.Vrac sans display	9.1	5,4E-03	8,2E-03	-2,7E-04	3,0E-05	1,6E-03	7,9E-05	-4,3E-03
	9.2	3,2E-03	6,4E-03	-2,1E-04	4,5E-05	2,5E-04	6,4E-05	-3,4E-03
10.Vrac avec display	10.1	6,1E-03	1,1E-02	-3,0E-03	3,8E-05	1,6E-03	8,2E-05	-3,3E-03

Tableau 47 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur utilisation des sols (Pt)

FAMILLE	EMBAL LAGE	Total	MP PACK I.	TRANS FO+SC RAP I.	FINITIO NS I.	EIC II.III. + FDV	TRP DISTRIB	FDV PACK I.
1.Blister carton + PET	1.1	1,2E-04	4,7E-05	3,4E-06	4,3E-06	6,8E-05	1,8E-06	-9,4E-07
	1.2	1,6E-04	6,3E-05	3,2E-06	8,3E-06	8,7E-05	1,7E-06	-1,4E-06
	1.3	2,7E-04	9,2E-05	4,2E-06	1,3E-05	1,5E-04	2,5E-06	6,0E-06
	1.4	1,9E-04	7,0E-05	4,9E-06	7,0E-06	1,1E-04	2,2E-06	-1,4E-06
	1.5	1,0E-04	4,3E-05	3,3E-06	3,4E-06	5,2E-05	1,1E-06	-8,8E-07
2.Blister inversé	2.1	1,1E-04	3,0E-05	1,1E-06	4,6E-06	6,8E-05	1,3E-06	5,0E-06
	2.2	1,5E-04	4,6E-05	1,8E-06	1,6E-05	7,4E-05	1,7E-06	7,4E-06
	2.3	9,7E-05	4,0E-05	3,1E-06	4,2E-06	4,4E-05	1,1E-06	5,0E-06
	2.4	5,4E-05	1,3E-05	2,1E-07	2,0E-06	3,6E-05	7,6E-07	2,3E-06
	2.5	4,8E-05	2,4E-05	3,2E-07	2,5E-06	1,6E-05	7,6E-07	3,9E-06
	2.6	6,7E-05	2,3E-05	1,6E-07	9,9E-06	3,0E-05	6,5E-07	4,2E-06
3.Etui carton	3.1	5,3E-05	1,3E-05	7,6E-07	5,9E-06	3,1E-05	6,7E-07	1,8E-06
	3.2	4,5E-05	2,4E-05	1,5E-06	2,6E-06	6,4E-06	5,4E-07	1,0E-05
	3.3	6,7E-05	2,9E-05	1,6E-06	6,9E-06	2,5E-05	7,1E-07	4,2E-06
	3.4	1,2E-04	5,4E-05	5,6E-06	1,0E-05	4,4E-05	1,1E-06	5,7E-06
	3.5	1,2E-04	2,6E-05	7,2E-07	1,1E-05	7,2E-05	1,5E-06	4,4E-06
4.Carton+liens	4.1	3,8E-04	2,9E-04	2,0E-05	5,7E-06	6,3E-05	1,7E-06	4,7E-06
5.Cellulose moulée	5.1	8,0E-05	1,8E-05	1,8E-06	5,5E-07	5,6E-05	1,2E-06	3,0E-06
6.Souple papier.PP transp	6.1	4,4E-05	8,1E-06	2,6E-06	3,1E-06	2,5E-05	4,8E-07	4,5E-06
7.Souple papier.PE opaque	7.1	6,1E-05	1,6E-05	4,5E-06	3,4E-06	3,0E-05	5,8E-07	6,4E-06
8.Souple PP	8.1	3,6E-05	1,6E-05	1,1E-05	6,4E-07	1,2E-05	3,6E-07	-3,3E-06
	8.2	7,4E-05	1,9E-05	1,2E-05	2,4E-06	4,4E-05	8,1E-07	-3,7E-06
	8.3	3,0E-05	1,1E-05	4,8E-06	3,7E-07	1,4E-05	3,8E-07	-5,8E-07
	8.4	6,9E-05	1,5E-05	1,1E-05	2,3E-06	4,3E-05	7,9E-07	-3,2E-06
9.Vrac sans display	9.1	2,8E-05	1,2E-05	1,3E-07	1,1E-06	1,3E-05	3,8E-07	2,1E-06
	9.2	1,5E-05	9,1E-06	1,1E-07	1,6E-06	2,0E-06	3,1E-07	1,7E-06
10.Vrac avec display	10.1	3,7E-05	1,9E-05	2,9E-06	1,4E-06	1,3E-05	4,0E-07	7,6E-07

Tableau 48 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur utilisation des ressources en eau (m³ depriv.)

FAMILLE	EMBAL LAGE	Total	MP PACK I.	TRANS FO+SC RAP I.	FINITIO NS I.	EIC II.III. + FDV	TRP DISTRIB	FDV PACK I.
1.Blister carton + PET	1.1	41	21	2	2	14	2	0
	1.2	52	27	2	3	18	2	0
	1.3	92	38	2	5	42	3	2
	1.4	63	32	3	3	23	3	1
	1.5	36	20	2	1	11	1	1
			-	-	-	-	-	-
2.Blister inversé	2.1	30	11	0	2	14	2	1
	2.2	42	16	0	6	16	2	1
	2.3	28	14	1	2	9	1	1
	2.4	14	5	0	1	8	1	0
	2.5	14	8	0	1	3	1	1
	2.6	19	8	0	4	6	1	1
			-	-	-	-	-	-
3.Etui carton	3.1	14	4	0	2	7	1	0
	3.2	13	8	0	1	2	1	1
	3.3	20	10	0	2	5	1	1
	3.4	35	19	1	4	9	1	1
	3.5	31	9	0	4	15	2	1
			-	-	-	-	-	-
4.Carton+liens	4.1	61	39	2	2	13	2	2
			-	-	-	-	-	-
5.Cellulose moulée	5.1	27	13	0	0	12	1	1
			-	-	-	-	-	-
6.Souple papier.PP transp	6.1	10	2	0	1	5	1	0
			-	-	-	-	-	-
7.Souple papier.PE opaque	7.1	12	3	0	1	6	1	0
			-	-	-	-	-	-
8.Souple PP	8.1	7	4	0	0	2	0	-1
	8.2	17	5	1	2	9	1	-1
	8.3	7	3	0	0	3	0	0
	8.4	16	4	1	2	9	1	-1
			-	-	-	-	-	-
9.Vrac sans display	9.1	8	4	0	0	3	0	0
	9.2	5	3	0	1	0	0	0
			-	-	-	-	-	-
10.Vrac avec display	10.1	10	6	0	1	3	0	0

Tableau 49 Comparaison des systèmes d'emballages, par étape du cycle de vie, selon l'indicateur score unique (nPt)

Catégorie d'impact	Unité	1.1	1.1_R1:5 0%	1.2	1.2_R1:5 0%	1.3	1.3_R1:5 0%	1.4	1.4_R1:5 0%	1.5	1.5_R1:5 0%	2.1	2.1_R1:5 0%	2.2	2.2_R1:5 0%	2.3	2.3_R1:5 0%	2.4	2.4_R1:5 0%	2.5	2.5_R1:5 0%	2.6	2.6_R1:5 0%	3.1	3.1_R1:5 0%	3.2	3.2_R1:5 0%	3.3
Climate change	gCO2 eq	4,39 E-01	4,11E- 01	5,34E- 01	5,07E- 01	9,90E- 01	9,12E- 01	6,79E- 01	6,35E- 01	3,91E- 01	3,62E- 01	3,00E- 01	3,03E- 01	4,23E- 01	4,28E- 01	2,82E- 01	2,86E- 01	1,45E- 01	1,46E- 01	1,46E- 01	1,49E- 01	1,97E- 01	1,99E- 01	1,46E- 01	1,47E- 01	1,31E- 01	1,32E- 01	2,02E- 01
Eutrophication, freshwater	kg P eq	1,43 E-07	1,37E- 07	1,81E- 07	1,75E- 07	3,31E- 07	3,11E- 07	2,29E- 07	2,20E- 07	1,23E- 07	1,17E- 07	1,30E- 07	1,29E- 07	1,77E- 07	1,76E- 07	1,11E- 07	1,10E- 07	6,29E- 08	6,26E- 08	5,38E- 08	5,32E- 08	8,28E- 08	8,23E- 08	6,35E- 08	6,32E- 08	5,16E- 08	5,03E- 08	7,95E- 08
Land use	Pt	1,66 E-02	1,54E- 02	2,73E- 02	2,49E- 02	2,80E- 02	3,80E- 02	2,50E- 02	2,34E- 02	1,22E- 02	1,14E- 02	1,83E- 02	1,50E- 02	2,44E- 02	1,93E- 02	1,76E- 02	1,32E- 02	8,82E- 03	7,38E- 03	9,35E- 03	6,87E- 03	1,13E- 02	8,84E- 03	8,02E- 03	6,62E- 03	8,00E- 03	5,61E- 03	1,22E- 02
Water use	m3 depriv.	1,23 E-04	1,16E- 04	1,61E- 04	1,53E- 04	2,68E- 04	2,50E- 04	1,91E- 04	1,80E- 04	1,02E- 04	9,47E- 05	1,10E- 04	1,09E- 04	1,47E- 04	1,45E- 04	9,69E- 05	9,51E- 05	5,40E- 05	5,34E- 05	4,76E- 05	4,66E- 05	6,72E- 05	6,62E- 05	5,26E- 05	5,20E- 05	4,48E- 05	4,42E- 05	6,71E- 05
Resource use, fossils	MJ	6,08 E-03	5,35E- 03	7,30E- 03	6,54E- 03	1,44E- 02	1,22E- 02	9,34E- 03	8,20E- 03	5,44E- 03	4,67E- 03	4,26E- 03	4,24E- 03	6,14E- 03	6,10E- 03	4,16E- 03	4,13E- 03	2,05E- 03	2,03E- 03	2,18E- 03	2,17E- 03	2,87E- 03	2,85E- 03	2,09E- 03	2,08E- 03	1,94E- 03	1,91E- 03	3,01E- 03
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	2,42 E-09	2,10E- 09	2,99E- 09	2,65E- 09	5,41E- 09	4,88E- 09	3,74E- 09	3,23E- 09	2,22E- 09	1,88E- 09	1,15E- 09	1,12E- 09	1,70E- 09	1,66E- 09	1,07E- 09	1,03E- 09	5,57E- 10	5,46E- 10	5,55E- 10	5,37E- 10	8,06E- 10	7,87E- 10	5,93E- 10	5,82E- 10	5,00E- 10	4,82E- 10	7,95E- 10
Ecart Relatif sur le Changement Climatique			-6,27%		-5,12%		-7,87%		-6,42%		-7,56%		0,97%		1,05%		1,35%		0,86%		1,47%		1,10%		0,83%		1,01%	
Ecart Relatif sur l'Eutrophisation Eau Douce			-3,90%		-3,33%		-6,00%		-3,80%		-4,71%		-0,60%		-0,67%		-0,92%		-0,53%		-1,07%		-0,70%		-0,51%		-2,44%	
Ecart Relatif sur l'Utilisation et l'Usage des Sols			-7,35%		-8,87%		35,61%		-6,44%		-6,47%		-18,35%		20,99%		24,89%		16,30%		26,45%		22,07%		17,48%		29,88%	
Ecart Relatif sur la Consommation des Ressources en Eau			-5,97%		-4,99%		-7,02%		-5,98%		-7,41%		-1,25%		-1,42%		-1,84%		-1,08%		-2,11%		-1,51%		-1,08%		-1,26%	
Ecart Relatif sur l'Utilisation de ressources; Fossiles			-11,93%		10,35%		15,84%		12,19%		14,05%		-0,57%		-0,60%		-0,76%		-0,51%		-0,82%		-0,63%		-0,49%		-1,16%	
Ecart Relatif sur l'Utilisation de ressources; Minéraux et Métaux			13,42%		11,49%		-9,75%		13,63%		15,33%		-2,19%		-2,26%		-3,08%		-1,93%		-3,33%		-2,32%		-1,77%		-3,63%	

3677 **Tableau 50 Résultats bruts AS1 (tableau 1/2)**

Catégorie d'impact	Unité	3.3 R1:5 0%	3.4 R1:5 0%	3.5 R1:5 0%	4.1 R1:5 0%	5.1 R1:5 0%	6.1 R1:5 0%	7.1 R1:5 0%	8.1 R1:5 0%	8.2 R1:5 0%	8.3 R1:5 0%	8.4 R1:5 0%	9.1 R1:5 0%	9.2 R1:5 0%	10.1 R1:50%													
Climate change	gCO2 eq	2.05E-01	3.61E-01	3.15E-01	3.18E-01	6.81E-01	6.78E-01	2.45E-01	2.47E-01	9.53E-02	9.37E-02	1.20E-01	1.16E-01	7.62E-02	6.95E-02	1.74E-01	1.67E-01	7.25E-02	7.02E-02	1.62E-01	1.55E-01	8.19E-02	8.30E-02	4.96E-02	5.05E-02	1.03E-01	1.03E-01	
Eutrophication, freshwater	kg P eq	7.88E-08	1.40E-07	1.39E-07	1.39E-07	1.94E-07	1.91E-07	9.07E-08	9.17E-08	4.67E-08	4.49E-08	5.80E-08	5.50E-08	2.40E-08	2.29E-08	6.69E-08	6.59E-08	2.65E-08	2.60E-08	6.38E-08	6.30E-08	3.18E-08	3.15E-08	1.62E-08	1.59E-08	3.79E-08	3.73E-08	
Land use	Pt	9.04E-03	2.16E-02	1.56E-02	1.78E-02	1.49E-02	2.84E-02	2.15E-02	1.24E-02	1.08E-02	4.46E-03	4.19E-03	5.55E-03	5.15E-03	2.00E-03	1.96E-03	6.02E-03	6.01E-03	3.41E-03	2.90E-03	5.90E-03	5.89E-03	5.38E-03	4.10E-03	3.23E-03	2.23E-03	6.11E-03	4.43E-03
Water use	m3 depriv.	6.58E-05	1.20E-04	1.18E-04	1.15E-04	1.14E-04	3.82E-04	3.70E-04	8.00E-05	8.33E-05	4.40E-05	4.36E-05	6.10E-05	5.84E-05	3.63E-05	3.25E-05	7.40E-05	6.98E-05	3.02E-05	2.84E-05	6.89E-05	6.52E-05	2.80E-05	2.74E-05	1.48E-05	1.43E-05	3.69E-05	3.51E-05
Resource use, fossils	MJ	2.98E-03	5.41E-03	5.37E-03	4.48E-03	4.45E-03	9.91E-03	9.53E-03	6.12E-03	6.13E-03	1.36E-03	1.31E-03	1.72E-03	1.61E-03	1.30E-03	1.04E-03	2.64E-03	2.35E-03	1.11E-03	1.01E-03	2.43E-03	2.18E-03	1.20E-03	1.19E-03	7.63E-04	7.56E-04	1.57E-03	1.52E-03
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	7.72E-10	1.40E-09	1.35E-09	1.27E-09	1.25E-09	1.96E-09	1.83E-09	7.68E-10	7.58E-10	4.22E-10	4.08E-10	5.04E-10	4.75E-10	3.79E-10	3.15E-10	8.02E-10	7.29E-10	3.07E-10	2.76E-10	7.11E-10	6.48E-10	3.09E-10	2.99E-10	1.92E-10	1.85E-10	3.97E-10	3.75E-10
Ecart Relatif sur le Changement Climatique		1,36 %		1,43%		0,79%		-0,42%		0,76%		-1,74%		-2,89%		-8,80%		-4,27%		-3,20%		-4,04%		1,36%		1,75%		0,42%
Ecart Relatif sur l'Eutrophisation Eau Douce		-0,93 %		-0,99%		-0,48%		-1,81%		1,16%		-3,95%		-5,20%		-4,53%		-1,46%		-1,81%		-1,34%		-0,94%		-1,44%		-1,66%
Ecart Relatif sur l'Utilisation et l'Usage des Sols		-25,94%		-27,57%		16,16%		24,24%		12,71%		-6,25%		-7,19%		-2,20%		-0,16%		-14,89%		-0,15%		23,84%		30,97%		27,46%
Ecart Relatif sur la Consommation des Ressources en Eau		-1,92 %		-2,02%		-1,01%		-3,15%		4,05%		-0,82%		-4,19%		-10,26%		-5,69%		-5,85%		-5,36%		-1,87%		-2,76%		-4,72%
Ecart Relatif sur l'Utilisation de ressources; Fossiles		-0,76 %		-0,80%		-0,46%		-3,82%		0,05%		-3,97%		-6,74%		-19,77%		-10,85%		-9,85%		-10,31%		-0,78%		-0,95%		-3,19%



Ecart Relatif sur l'Utilisation de ressources; Minéraux et Métaux		- 2,98 %		-3,18%		-1,69%		-6,83%		-1,28%		-3,20%		-5,74%		- 17,07%		-9,01%		-9,97%		-8,91%		-3,10%		-3,89%		-5,56%
---	--	----------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	----------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------

3678 **Tableau 51 Résultats bruts AS1 (tableau 2/2)**

Catégorie d'impact	Unité	1.1	1.1 ASIE	1.2	1.2 ASIE	1.3	1.3 ASIE	1.4	1.4 ASIE	1.5	1.5 ASIE	2.1	2.1 ASIE	2.2	2.2 ASIE	2.3	2.3 ASIE	2.4	2.4 ASIE	2.5	2.5 ASIE	2.6	2.6 ASIE	3.1	3.1 ASIE	3.2	3.2 ASIE	3.3
Climate change	gCO2 eq	4,39 E-01	5,00E-01	5,34E-01	6,32E-01	9,90E-01	1,10E+00	6,79E-01	7,68E-01	3,91E-01	4,43E-01	3,00E-01	4,08E-01	4,23E-01	5,86E-01	2,82E-01	4,17E-01	1,45E-01	1,92E-01	1,46E-01	2,27E-01	1,97E-01	2,79E-01	1,46E-01	1,90E-01	1,31E-01	2,04E-01	2,02E-01
Eutrophication, freshwater	kg P eq	1,43 E-07	1,54E-07	1,81E-07	2,00E-07	3,31E-07	3,49E-07	2,29E-07	2,44E-07	1,23E-07	1,31E-07	1,30E-07	1,56E-07	1,77E-07	2,17E-07	1,11E-07	1,45E-07	6,29E-08	7,42E-08	5,38E-08	7,32E-08	8,28E-08	1,02E-07	6,35E-08	7,44E-08	5,16E-08	7,22E-08	7,95E-08
Land use	Pt	1,66 E-02	1,71E-02	2,73E-02	2,83E-02	2,80E-02	4,33E-02	2,50E-02	2,57E-02	1,22E-02	1,25E-02	1,83E-02	1,95E-02	2,44E-02	2,62E-02	1,76E-02	1,91E-02	8,82E-03	9,33E-03	9,35E-03	1,02E-02	1,13E-02	1,22E-02	8,02E-03	8,50E-03	8,00E-03	8,79E-03	1,22E-02
Water use	m3 depriv.	1,23 E-02	1,28E-02	1,61E-02	1,68E-02	2,68E-02	2,71E-02	1,91E-02	1,99E-02	1,02E-02	1,07E-02	1,10E-02	1,17E-02	1,47E-02	1,58E-02	9,69E-03	1,06E-02	5,40E-03	5,72E-03	4,76E-03	5,30E-03	6,72E-03	7,27E-03	5,26E-03	5,56E-03	4,48E-03	5,04E-03	6,71E-03
Resource use, fossils	MJ	6,08 E-03	6,47E-03	7,30E-03	7,91E-03	1,44E-02	1,41E-02	9,34E-03	9,92E-03	5,44E-03	5,78E-03	4,26E-03	5,09E-03	6,14E-03	7,39E-03	4,16E-03	5,16E-03	2,05E-03	2,41E-03	2,18E-03	2,81E-03	2,87E-03	3,51E-03	2,09E-03	2,42E-03	1,94E-03	2,50E-03	3,01E-03
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	2,42 E-09	2,44E-09	2,99E-09	3,01E-09	5,41E-09	5,36E-09	3,74E-09	3,77E-09	2,22E-09	2,25E-09	1,15E-09	1,37E-09	1,70E-09	2,03E-09	1,07E-09	1,34E-09	5,57E-10	6,53E-10	5,55E-10	7,21E-10	8,06E-10	9,75E-10	5,93E-10	6,83E-10	5,00E-10	6,49E-10	7,95E-10
Ecart Relatif sur le Changement Climatique			14%		18%		11%		13%		13%		36%		39%		48%		32%		55%		42%		30%		56%	
Ecart Relatif sur l'Eutrophisation Eau Douce			8%		10%		5%		7%		7%		20%		23%		30%		18%		36%		24%		17%		40%	
Ecart Relatif sur l'Utilisation et l'Usage des Sols			3%		3%		55%		3%		3%		6%		7%		8%		6%		9%		8%		6%		10%	
Ecart Relatif sur la Consommation des Ressources en Eau			4%		4%		1%		4%		4%		7%		7%		9%		6%		11%		8%		6%		12%	
Ecart Relatif sur l'Utilisation de ressources; Fossiles			6%		8%		-3%		6%		6%		19%		20%		24%		18%		29%		23%		16%		29%	
Ecart Relatif sur l'Utilisation de ressources; Minéraux et Métaux			1%		1%		-1%		1%		1%		19%		20%		26%		17%		30%		21%		15%		30%	

3679 **Tableau 52 Résultats bruts AS2 (tableau 1/2)**

Catégorie d'impact	Unité	3.3 ASI E	3.4	3.4 ASIE	3.5	3.5 ASIE	4.1	4.1 ASIE	5.1	5.1 ASIE	6.1	6.1 ASIE	7.1	7.1 ASIE	8.1	8.1 ASIE	8.2	8.2 ASIE	8.3	8.3 ASIE	8.4	8.4 ASIE	9.1	9.1 ASIE	9.2	9.2 ASIE	10.1	10.1 ASIE
Climate change	gCO2 eq	3.02 E-01	3.61E-01	5.39E-01	3.15E-01	4.08E-01	6.81E-01	9.33E-01	2.45E-01	4.77E-01	9.53E-02	1.10E-01	1.20E-01	1.39E-01	7.62E-02	1.02E-01	1.74E-01	2.06E-01	7.25E-02	9.99E-02	1.62E-01	1.90E-01	8.19E-02	1.24E-01	4.96E-02	8.24E-02	1.03E-01	1.56E-01
Eutrophication, freshwater	kg P eq	1.04 E-07	1.40E-07	1.86E-07	1.39E-07	1.62E-07	1.94E-07	2.52E-07	9.07E-08	1.28E-07	4.67E-08	5.24E-08	5.80E-08	6.54E-08	2.40E-08	3.07E-08	6.69E-08	7.44E-08	2.65E-08	3.31E-08	6.38E-08	7.04E-08	3.18E-08	4.18E-08	1.62E-08	2.40E-08	3.79E-08	5.12E-08
Land use	Pt	1.33 E-02	2.16E-02	2.35E-02	1.78E-02	1.88E-02	2.84E-02	3.10E-02	1.24E-02	1.52E-02	4.46E-03	5.03E-03	5.55E-03	6.36E-03	2.00E-03	2.17E-03	6.02E-03	6.14E-03	3.41E-03	3.63E-03	5.90E-03	6.00E-03	5.38E-03	5.83E-03	3.23E-03	3.59E-03	6.11E-03	6.68E-03
Water use	m3 depriv.	7.38 E-05	1.20E-04	1.32E-04	1.15E-04	1.22E-04	3.82E-04	3.82E-04	8.00E-05	1.02E-04	4.40E-05	4.41E-05	6.10E-05	5.69E-05	3.63E-05	3.38E-05	7.40E-05	7.15E-05	3.02E-05	3.03E-05	6.89E-05	6.68E-05	2.80E-05	3.08E-05	1.48E-05	1.69E-05	3.69E-05	3.86E-05
Resource use, fossils	MJ	3.76 E-03	5.41E-03	6.70E-03	4.48E-03	5.19E-03	9.91E-03	1.19E-02	6.12E-03	5.21E-03	1.36E-03	1.45E-03	1.72E-03	1.83E-03	1.30E-03	1.50E-03	2.64E-03	2.84E-03	1.11E-03	1.32E-03	2.43E-03	2.61E-03	1.20E-03	1.53E-03	7.63E-04	1.02E-03	1.57E-03	1.96E-03
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	1.00 E-09	1.40E-09	1.77E-09	1.27E-09	1.46E-09	1.96E-09	2.46E-09	7.68E-10	9.47E-10	4.22E-10	4.47E-10	5.04E-10	5.33E-10	3.79E-10	4.19E-10	8.02E-10	8.45E-10	3.07E-10	3.56E-10	7.11E-10	7.49E-10	3.09E-10	3.95E-10	1.92E-10	2.60E-10	3.97E-10	5.04E-10
Ecart Relatif sur le Changement Climatique		49%		49%		29%		37%		94%		15%		16%		34%		18%		38%		17%		51%		66%		51%
Ecart Relatif sur l'Eutrophisation Eau Douce		31%		33%		16%		30%		41%		12%		13%		28%		11%		25%		10%		32%		49%		35%
Ecart Relatif sur l'Utilisation et l'Usage des Sols		9%		9%		6%		9%		23%		13%		15%		8%		2%		6%		2%		8%		11%		9%
Ecart Relatif sur la Consommation des Ressources en Eau		10%		10%		5%		0%		28%		0%		-7%		-7%		-3%		0%		-3%		10%		15%		5%
Ecart Relatif sur l'Utilisation de ressources; Fossiles		25%		24%		16%		20%		-15%		6%		6%		15%		8%		19%		7%		27%		34%		24%
Ecart Relatif sur l'Utilisation de ressources; Minéraux et Métaux		26%		26%		15%		25%		23%		6%		6%		10%		5%		16%		5%		28%		35%		27%



3680

Tableau 53 Résultats bruts AS2 (tableau 2/2)

Catégorie d'impact	Unité	1.1	1.1_AS3	1.2	1.2AS3	1.3	1.3_AS3	1.4	1.4_AS3	1.5	1.5_AS3	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6
Climate change	gCO2 eq	4,4E-01	3,6E-01	5,3E-01	3,5E-01	9,9E-01	9,2E-01	6,8E-01	4,0E-01	3,9E-01	3,2E-01	3,0E-01	4,2E-01	2,8E-01	1,4E-01	1,5E-01	2,0E-01
Eutrophication, freshwater	kg P eq	1,43E-07	1,18E-07	1,81E-07	1,20E-07	3,31E-07	3,09E-07	2,29E-07	1,34E-07	1,23E-07	9,91E-08	1,30E-07	1,77E-07	1,11E-07	6,29E-08	5,38E-08	8,28E-08
Land use	Pt	1,66E-02	1,37E-02	2,73E-02	1,81E-02	2,80E-02	2,61E-02	2,50E-02	1,47E-02	1,22E-02	9,80E-03	1,83E-02	2,44E-02	1,76E-02	8,82E-03	9,35E-03	1,13E-02
Water use	m3 depriv.	1,23E-04	1,02E-04	1,61E-04	1,07E-04	2,68E-04	2,50E-04	1,91E-04	1,12E-04	1,02E-04	8,24E-05	1,10E-04	1,47E-04	9,69E-05	5,40E-05	4,76E-05	6,72E-05
Resource use, fossils	MJ	6,08E-03	5,01E-03	7,30E-03	4,83E-03	1,44E-02	1,34E-02	9,34E-03	5,47E-03	5,44E-03	4,38E-03	4,26E-03	6,14E-03	4,16E-03	2,05E-03	2,18E-03	2,87E-03
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	2,42E-09	2,00E-09	2,99E-09	1,98E-09	5,41E-09	5,03E-09	3,74E-09	2,19E-09	2,22E-09	1,79E-09	1,15E-09	1,70E-09	1,07E-09	5,57E-10	5,55E-10	8,06E-10
Ecart Relatif sur le Changement Climatique			-18%		-34%		-7%		-41%		-19%						
Ecart Relatif sur l'Eutrophisation Eau Douce			-18%		-34%		-7%		-41%		-19%						
Ecart Relatif sur l'Utilisation et l'Usage des Sols			-18%		-34%		-7%		-41%		-19%						
Ecart Relatif sur la Consommation des Ressources en Eau			-18%		-34%		-7%		-41%		-19%						
Ecart Relatif sur l'Utilisation de ressources; Fossiles			-18%		-34%		-7%		-41%		-19%						
Ecart Relatif sur l'Utilisation de ressources; Minéraux et Métaux			-18%		-34%		-7%		-41%		-19%						

3681

Tableau 54 Résultats bruts AS3 (tableau 1/2)

Catégorie d'impact	Unité	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1	8.2	8.3	8.4	9.1	9.2	10.1
Climate change	gCO2 eq	1,5E-01	1,3E-01	2,0E-01	3,6E-01	3,2E-01	6,8E-01	2,5E-01	9,5E-02	1,2E-01	7,6E-02	1,7E-01	7,3E-02	1,6E-01	8,2E-02	5,0E-02	1,0E-01
Eutrophication, freshwater	kg P eq	6,35E-08	5,16E-08	7,95E-08	1,40E-07	1,39E-07	1,94E-07	9,07E-08	4,67E-08	5,80E-08	2,40E-08	6,69E-08	2,65E-08	6,38E-08	3,18E-08	1,62E-08	3,79E-08
Land use	Pt	8,02E-03	8,00E-03	1,22E-02	2,16E-02	1,78E-02	2,84E-02	1,24E-02	4,46E-03	5,55E-03	2,00E-03	6,02E-03	3,41E-03	5,90E-03	5,38E-03	3,23E-03	6,11E-03
Water use	m3 depriv.	5,26E-05	4,48E-05	6,71E-05	1,20E-04	1,15E-04	3,82E-04	8,00E-05	4,40E-05	6,10E-05	3,63E-05	7,40E-05	3,02E-05	6,89E-05	2,80E-05	1,48E-05	3,69E-05
Resource use, fossils	MJ	2,09E-03	1,94E-03	3,01E-03	5,41E-03	4,48E-03	9,91E-03	6,12E-03	1,36E-03	1,72E-03	1,30E-03	2,64E-03	1,11E-03	2,43E-03	1,20E-03	7,63E-04	1,57E-03
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	5,93E-10	5,00E-10	7,95E-10	1,40E-09	1,27E-09	1,96E-09	7,68E-10	4,22E-10	5,04E-10	3,79E-10	8,02E-10	3,07E-10	7,11E-10	3,09E-10	1,92E-10	3,97E-10
Ecart Relatif sur le Changement Climatique																	
Ecart Relatif sur l'Eutrophisation Eau Douce																	
Ecart Relatif sur l'Utilisation et l'Usage des Sols																	
Ecart Relatif sur la Consommation des Ressources en Eau																	
Ecart Relatif sur l'Utilisation de ressources; Fossiles																	
Ecart Relatif sur l'Utilisation de ressources; Minéraux et Métaux																	

3682

Tableau 55 Résultats bruts AS3 (tableau 2/2)

3683



- 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} Water-Based Heat Seal Varnish for Bonding of PVC/Pet to Paper - Site internet Made in China – Consulté le 15/04/2025 https://183edf5e932b6624.en.made-in-china.com/product/TtmroSqMOJvc/China-Water-Based-Heat-Seal-Varnish-for-Bonding-of-PVC-Pet-to-Paper.html?pv_id=1iosoesqbb&faw_id=1iosetadd4f
- ^{xii} Strong Blister Packaging Coating Blister Varnish for Pet Heat Seal White Cardboard - Site internet Made in China – Consulté le 15/04/2025 https://www.made-in-china.com/video-channel/183edf5e932b6624_oQUrnNylbbcV_Strong-Blister-Packaging-Coating-Blister-Varnish-for-Pet-Heat-Seal-White-Cardboard.html
- ^{xiii} Vernis de dispersion WB3800 - Blister Pack - 20kg – Site internet d'IGEPA – consulté le 24/03/2025 <https://igepa.be/fr/Vernis-de-dispersion-WB3800-Blister-Pack-20kg/31-2000-0183.1>
- ^{xiv} Johannes Svensson - Trajectoires de décarbonation profonde du transport de marchandises en France – publié en 2019 https://www.academia.edu/104302597/Trajectoires_de_d%C3%A9carbonation_profonde_du_transport_de_marchandises_en_France

^{xv} CITEO - Emballages ménagers : Quelles trajectoires prévisionnelles pour 2030 ? Point presse – 15 mai 2023

[https://bo.citeo.com/sites/default/files/2023-](https://bo.citeo.com/sites/default/files/2023-05/Citeo_Pr%C3%A9sentation%20conf%C3%A9rence%2015%20mai%203R.pdf)

[05/Citeo_Pr%C3%A9sentation%20conf%C3%A9rence%2015%20mai%203R.pdf](https://bo.citeo.com/sites/default/files/2023-05/Citeo_Pr%C3%A9sentation%20conf%C3%A9rence%2015%20mai%203R.pdf)

^{xvi} FNADE - Accélérer concrètement la transition écologique et énergétique en France : la FNADE présente une analyse prospective de la gestion des déchets à horizon 2050 – 26 Janvier 2023 https://www.fnade.org/fr/kiosque-agenda/cp/4378%2Ccp-fnade-accelerer-concretement-la-transition-ecologique-energetique-france-analyse-prospective-gestion-dechets-horizon-2050?utm_source=chatgpt.com

^{xvii} CITEO - Emballages ménagers : Quelles trajectoires prévisionnelles pour 2030 ? - Point presse – 15 mai 2023 -

[https://bo.citeo.com/sites/default/files/2023-](https://bo.citeo.com/sites/default/files/2023-05/Citeo_Pr%C3%A9sentation%20conf%C3%A9rence%2015%20mai%203R.pdf)

[05/Citeo_Pr%C3%A9sentation%20conf%C3%A9rence%2015%20mai%203R.pdf](https://bo.citeo.com/sites/default/files/2023-05/Citeo_Pr%C3%A9sentation%20conf%C3%A9rence%2015%20mai%203R.pdf)

^{xviii} European Commission - Environmental Footprint reference packages -

<https://eplca.jrc.ec.europa.eu/LCDN/developerEF.html>

^{xix} 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://librairie.ademe.fr/dechets-economie-circulaire/5309-cadre-de-reference-acv-comparatives-entre-differentes-solutions-d-emballages.html>

^{xx} Caroline Gaudreault - Life cycle greenhouse gases and non-renewable energy benefits of kraft black liquor recovery – Publié en 2012,

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0961953412002693?via%3Dihub>

^{xxi} Référence commerciale de la caisse en PS – AS N°4 –

[https://www.manutan.fr/fr/maf/bac-a-bec-gerbable-longueur-230-mm-3-8-l-](https://www.manutan.fr/fr/maf/bac-a-bec-gerbable-longueur-230-mm-3-8-l-a025868?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=GG-PM-M-FR-FR-Top_Products&shopping=true&qad_source=1&qclid=EAlaIqobChMIgYTkKbajAMVmLRoCR3WcCoyEAQYCYABEgLoYPD_BwE)

[a025868?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=GG-PM-M-FR-FR-](https://www.manutan.fr/fr/maf/bac-a-bec-gerbable-longueur-230-mm-3-8-l-a025868?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=GG-PM-M-FR-FR-Top_Products&shopping=true&qad_source=1&qclid=EAlaIqobChMIgYTkKbajAMVmLRoCR3WcCoyEAQYCYABEgLoYPD_BwE)

[Top_Products&shopping=true&qad_source=1&qclid=EAlaIqobChMIgYTkKbajAMVmLRoCR3WcCoyEAQYCYABEgLoYPD_BwE](https://www.manutan.fr/fr/maf/bac-a-bec-gerbable-longueur-230-mm-3-8-l-a025868?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=GG-PM-M-FR-FR-Top_Products&shopping=true&qad_source=1&qclid=EAlaIqobChMIgYTkKbajAMVmLRoCR3WcCoyEAQYCYABEgLoYPD_BwE)

^{xxii} FERPLAST - FLOWPACK FPFM 400 – Consulté le 17/03/2025

<https://www.fer-plast.com/fr/produits/emballage/ensacheuses/imbustatrici-orizzontali/confezionatrice-flowpack-fp420-detail>

^{xxiii} Ecoemballage – consulté le 17/03/2025, depuis

https://web.archive.org/web/20190215003021/ecoemballages.fr/sites/default/files/documents/mise_en_ligne_acv_0.pdf

^{xxiv} RTE France - Bilan prévisionnel long terme « Futurs énergétiques 2050 »

<https://assets.rte-france.com/prod/public/2021-01/Bilan%20Previsionnel%202050-consultation-complet.pdf>