Carrefour

PRICEWATERHOUSECOOPERS

ECOBILAN

Évaluation des impacts environnementaux des sacs de caisse Carrefour

Analyse du cycle de vie de sacs de caisse en plastique, papier et matériau biodégradable

Rapport préparé pour

CARREFOUR

300940BE8

ADEME

Revue critique organisée par l'ADEME

Juillet 2004

Préparé par ECOBILAN

SOMMAIRE

SOMMAIRE 2
RESUME DE L'ETUDE 7
1 Contexte de l'étude et approche utilisée 7
2 Résultats relatifs à la contribution des étapes industrielles pour chaque sac étudié 7
3 Bilan environnemental comparé des quatre types de sacs 8
4 Perspectives d'évolution 8
SECTION I - INTRODUCTION GENERALE 9
1 Contexte de l'étude 9
2 Objectifs de l'étude 9
3 Organisation du présent rapport 9
SECTION II - DEFINITION DU CHAMP DE L'ETUDE 10
4 Méthodologie utilisée 10
5 Unité fonctionnelle et produits étudiés 10
5.1 Unité fonctionnelle 10
5.2 Description des sacs de caisse étudiés 10
5.3 Quantités de sacs se rapportant à l'unité fonctionnelle 11
6 Frontières des systèmes étudiés 12
6.1 Présentation des systèmes correspondant aux scénarios de référence 12
6.2 Délimitation des frontières des systèmes 17
6.3 Procédures d'allocation pour les co-produits 17
6.4 Prise en compte de la valorisation énergétique et de la valorisation matière 17
7 Flux et impacts environnementaux étudiés 18
7.1 Flux environnementaux et indicateurs énergétiques 18
7.2 Indicateurs d'impacts environnementaux 19
7.3 Indicateur de risque relatif par abandon des sacs 20
7.4 Indicateurs utilisés pour l'évaluation des performances des sacs 20
7.5 Indicateurs non retenus pour l'évaluation des performances des sacs 21
8 Exigences relatives à la qualité des données 22
9 Revue critique 23
SECTION III - CALCUL DE L'INVENTAIRE : RECUEIL DES DONNEES ET HYPOTHESES DE CALCUL 24
10 Mode de collecte des informations 24
11 Modélisation des systèmes et outil de calcul des inventaires 24
12 Cycle de vie des sacs PEHD jetables 25
13 Cycle de vie des cabas PEBD réutilisables 27
14 Cycle de vie des sacs papier 29
15 Cycle de vie des sacs biodégradables 31
16 Modélisation de l'utilisation des sacs 32
17 Modélisation des transports des sacs 32
18 Réutilisation des sacs 33

19 Modélisation de la fin de vie des sacs 33
20 Hypothèses et sources des données concernant le transport et la production d'électricité 34
20.1 Modèle de transport 34
20.2 Modèles de production de l'électricité 35
SECTION IV - RESULTATS 36
21 Limitations de l'étude 36
22 Résultats des quatre sacs présentés par étape industrielle 37
22.1 Consommation d'énergie non renouvelable 37
22.2 Consommation d'eau 37
22.3 Émission de gaz à effet de serre 38
22.4 Contribution à l'acidification atmosphérique 38
22.5 Contribution à la formation d'oxydants photochimiques 39
22.6 Contribution à la l'eutrophisation des eaux superficielles 39
22.7 Production totale de déchets solides 40
23 Comparaison des performances environnementales des quatre sacs étudiés 41
23.1 Calcul du point d'équilibre entre sacs PE jetables et cabas PE réutilisables 41
23.2 Consommation d'énergie non renouvelable 42
23.3 Consommation d'eau 42
23.4 Émission de gaz à effet de serre 43
23.5 Contribution à l'acidification atmosphérique 43
23.6 Contribution à la formation d'oxydants photochimiques 44
23.7 Contribution à l'eutrophisation des eaux superficielles 44
23.8 Production totale de déchets solides 45
23.9 Risque relatif par abandon des sacs usagés 46
23.10 Résumé des performances relatives des sacs 47
24 Analyses de sensibilité et simulations 48
24.1 Utilisation du sac PE jetable comme sac poubelle 48
24.2 Traitements différents des sacs usagés 50
24.3 Réutilisation du sac papier 51
24.4 Recyclage des cabas usagés 51
SECTION V - CONCLUSIONS 52
25 Analyse environnementale de chaque sac par étape 52
26 Bilan environnemental comparé des quatre types de sacs 52
27 Analyses de sensibilité et simulations 53
SECTION VI - REVUE CRITIQUE 54
28 Rapport de la revue critique et réponses d'Ecobilan aux remarques de la revue critique 54
SECTION VII - REVUE EXTERNE 62
29 Remarques de l'APME et réponses d'Ecobilan 62
30 Remarques du CEPI et réponses d'Ecobilan 66
31 Remarques de Novamont et réponses d'Ecobilan 69
SECTION VIII - RÉFÉRENCES 76

ANNEXE I – RESUME D'AUTRES ETUDES ENVIRONNEMENTALES SUR LES SACS DE CAISSE.....77
32 Etude italienne réalisée pour Novamont [3] 77
33 Etude australienne [4].....78
ANNEXE II - METHODES GENERALE DES ANALYSES DE CYCLE DE VIE.....80
1 La méthodologie générale des analyses de cycle de vie 80
1.1 L'unité fonctionnelle 80
1.1 La délimitation du système 81
1.2 Les données collectées.....83
1.3 Le choix des règles d'imputation.....84
1.4 Le choix des règles de prise en compte des recyclages.....85
2 Méthodes d'évaluation des impacts environnementaux 86
2.1 Effet de serre.....86
2.2 Acidification atmosphérique.....86
2.3 Formation d'ozone photochimique 87
2.4 Eutrophisation des eaux 87
ANNEXE III - DONNEES SECONDAIRES UTILISEES.....88
3 Sources bibliographiques des données secondaires.....88
4 Part des consommables dont la production est exclue des systèmes.....91
ANNEXE IV - MODELISATION DE LA FIN DE VIE 92
5 Détail de la modélisation de la fin de vie des sacs via les déchets ménagers 92
5.1 Collecte des déchets ménagers.....92
5.2 Incinération des emballages en fin de vie 93
5.3 Mise en décharge 99
ANNEXE V - INVENTAIRES D'ACV.....103
6 Guide de lecture des tableaux de chiffres présentés ci-après 103
7 Inventaires relatifs aux 4 sacs du scénario de référence 103

Liste des tableaux

Tableau 1 : Description des sacs de caisse étudiés 11
Tableau 2 : Quantités de sacs et quantités de matériaux neufs correspondant à l'unité fonctionnelle 11
Tableau 3 : Indicateurs d'impacts environnementaux analysés 19
Tableau 4 : Informations utilisées pour modéliser le cycle de vie des sacs PEHD jetables 25
Tableau 5 : Sources des données utilisées pour modéliser le cycle de vie amont des sacs PEHD jetables 26
Tableau 6 : Informations utilisées pour modéliser le cycle de vie des sacs PEBD réutilisables 27
Tableau 7 : Sources des données utilisées pour modéliser le cycle de vie amont des cabas PEBD réutilisables 28
Tableau 8 : Informations utilisées pour modéliser le cycle de vie des sacs papier 29
Tableau 9 : Sources des données utilisées pour modéliser le cycle de vie amont des sacs papier 30
Tableau 10 : Informations utilisées pour modéliser le cycle de vie des sacs biodégradables 31
Tableau 11 : Sources des données utilisées pour modéliser le cycle de vie amont des sacs biodégradables 32
Tableau 12 : Origine de l'électricité dans les pays concernés par l'étude 35
Tableau 13 : Risque relatif par abandon des sacs usagés 46
Tableau 14 : Performances relatives des sacs étudiés (contexte français de traitement des déchets) 47
Tableau 15 : Nombre minimum d'utilisations des cabas pour obtenir des performances meilleures à celles des sacs jetables 47
Tableau 16 : Performances relatives des sacs étudiés (réutilisation partielle du sac PE jetable en sac poubelle dans 65% des cas) 48
Tableau 17 : Performances relatives des sacs étudiés (réutilisation partielle du sac PE jetable en sac poubelle dans 32.5% des cas) 49
Tableau 18 : Performances relatives des sacs étudiés (avec mise en décharge des sacs usagés) 50
Tableau 19 : Performances relatives des sacs étudiés (avec incinération sans récupération d'énergie des sacs usagés) 50
Tableau 20 : Performances relatives des sacs étudiés (avec incinération avec récupération d'énergie des sacs usagés) 51
Tableau 21 : Performances relatives des sacs étudiés (avec deux utilisations du sac papier et dans le contexte français de traitement des déchets) 51
Tableau 22 : Coefficients d'équivalence d'effet de serre (source : IPCC et WMO 1998) 86
Tableau 23 : Coefficients d'équivalence d'acidification de l'air (source : Université de Leiden, Pays Bas) 86
Tableau 24 : Coefficients d'équivalence d'acidification (source : World Meteorological Organization) 87
Tableau 25 : Coefficients d'équivalence d'eutrophisation (source : Université de Leiden, Pays Bas) 87
Tableau 26 : Part des consommables dont la production est exclue des systèmes 91
Tableau 27 : Données concernant la collecte des déchets ménagers (moyenne) 92
Tableau 28 : Hypothèses de modélisation de l'incinération des emballages avec récupération d'énergie 98

Liste des figures

Figure 1 : Système du cycle de vie des sacs jetables PEHD 13
Figure 2 : Système du cycle de vie des cabas en PEBD 14
Figure 3 : Système du cycle de vie des sacs en papier 15
Figure 4 : Système du cycle de vie des sacs biodégradables 16
Figure 5 : Modélisation de la fin de vie des sacs via les déchets ménagers 34
Figure 6 : Consommation d'énergie renouvelable par étape du cycle de vie pour les sacs étudiés 37
Figure 7 : Consommation d'eau par étape du cycle de vie pour les sacs étudiés 37
Figure 8 : Emissions de gaz à effet de serre par étape du cycle de vie pour les sacs étudiés 38
Figure 9 : Contributions à l'acidification atmosphérique par étape du cycle de vie pour les sacs étudiés 38
Figure 10 : Formation d'oxydants photochimiques par étape du cycle de vie pour les sacs étudiés 39
Figure 11 : Contribution à l'eutrophisation par étape du cycle de vie pour les sacs étudiés 39
Figure 12 : Production de déchets solides par étape du cycle de vie pour les sacs étudiés 40
Figure 13 : Consommation d'énergie non renouvelable pour les sacs étudiés 42
Figure 14 : Consommation d'eau pour les sacs étudiés 42
Figure 15 : Emissions de gaz à effet de serre pour les sacs étudiés 43
Figure 16 : Contribution à l'acidification atmosphérique pour les sacs étudiés 43
Figure 17 : Formation d'oxydants photochimiques pour les sacs étudiés 44
Figure 18 : Contribution à l'eutrophisation pour les sacs étudiés 44
Figure 19 : Production de déchets pour les sacs étudiés 45
Figure 20 : Energie utilisée pour les sacs étudiés dans l'étude australienne 79
Figure 21 : Effet de serre pour les sacs étudiés dans l'étude australienne 79
Figure 22 : Méthodologie - Délimitation du système 83
Figure 23 : Méthodologie - Données recensées pour chaque module 84

Distribution et utilisation du présent rapport

Notre rapport est adressé à l'attention de Carrefour dans le cadre de l'accord du 27 août 2003. Carrefour nous a fait de part de son intention de le diffuser à une large audience. Nous n'accepterons aucune responsabilité vis-à-vis de tout tiers à qui le rapport aurait été montré ou dans les mains desquels il serait parvenu, l'utilisation du rapport par leurs soins relevant de leur seule responsabilité.

Nous vous rappelons que cette étude est fondée seulement sur les faits, circonstances et hypothèses qui nous ont été soumis et qui sont précisés dans le rapport. Si ces faits, circonstances ou hypothèses diffèrent, nos conclusions sont susceptibles de changer.

De plus, il convient de considérer les résultats de l'étude dans leur ensemble au regard des hypothèses, et non pas pris isolément.

Par ailleurs, nous vous rappelons que la version papier fait foi.

RESUME DE L'ETUDE

1 Contexte de l'étude et approche utilisée

Le groupe Carrefour a sollicité la société Ecobilan pour quantifier et comparer les impacts environnementaux de quatre types de sacs de caisse mis à la disposition de ses clients : le sac PE[1] jetable classique ayant 14 litres de contenance, un cabas PE réutilisable de 29.6[2] litres dit « cabas souple », un sac papier de 20 litres et un sac biodégradable de 25 litres à base d'amidon de maïs.

L'étude a été menée en utilisant la méthodologie de l'analyse du cycle de vie à l'aide de données recueillies auprès des fournisseurs de sacs de Carrefour et complétées par la base de données de la société Ecobilan.

L'analyse du cycle de vie est une méthode normalisée qui permet d'évaluer les impacts potentiels d'un produit ou d'un service sur l'environnement durant l'ensemble des étapes de sa vie, de l'extraction des ressources naturelles jusqu'au traitement final des déchets. L'étude a été réalisée conformément à la série des normes ISO 14040.

Pour évaluer les impacts potentiels des sacs de caisse sur l'environnement l'étude propose huit indicateurs : la consommation de ressources énergétiques non renouvelables (pétrole, gaz naturel...) ; la consommation d'eau ; l'émission de gaz à effet de serre ; l'acidification atmosphérique ; la formation d'oxydants photochimiques ; la contribution à l'eutrophisation ; la production de déchets solides résiduels ; le risque relatif par abandon[3] des sacs usagés. Une discussion sur l'émission de dioxines à l'incinération est également proposée.

A l'issue de cette étude, l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) a pris en charge et mis en place une revue critique des résultats par un comité indépendant comprenant des représentants des ONG WWF et l'UFC Que-Choisir, et un expert ACV indépendant.

Une des recommandations principales du comité de revue critique a été de rendre plus lisible le résumé vis-à-vis des questions que se posent les ONG, comme l'intérêt des cabas, les risques liés à l'abandon des sacs et les émissions de dioxines lors de l'incinération.

Enfin, les commentaires des professionnels, la Confédération Européenne des Industries du Papier (CEPI), l'Association Européenne des Producteurs de Plastiques (APME) et Novamont, producteur du matériau utilisé dans le sac biodégradable, ont été recueillis. Leurs commentaires sont annexés au rapport.

2 Résultats relatifs à la contribution des étapes industrielles pour chaque sac étudié

La phase de production des matériaux (PE, papier, amidon, colles...) prédomine pour tous les sacs et pour la majorité des indicateurs étudiés. En termes d'amélioration des performances d'un sac, ceci signifie que toute réduction de la masse unitaire du sac (en conservant ses caractéristiques techniques) et toute réutilisation amélioreront les résultats du sac.

Les transports ont un impact faible par rapport aux autres étapes.

La fabrication des sacs chez les fournisseurs directs de Carrefour génère des impacts en général plus faibles que ceux de la production des matériaux. La fabrication des sacs peut néanmoins être une source importante d'oxydants photochimiques lorsque les encres utilisées contiennent des solvants.

L'étape de fin de vie (mise en décharge et incinération) contribue aux impacts spécifiques de risque par abandon des sacs usagés, de production de déchets solides et à l'émission de gaz à effet de serre et de dioxine.

---

[1] PE : Polyéthylène, matière plastique.

[2] Une précédente version de ce rapport (février 2004) portait sur un volume de 37 l : il s'avère que le volume des sacs cabas est en réalité de 29.6 l, ce qui modifie les résultats relatifs aux cabas d'un facteur 1.25 dans cette version actualisée (juillet 2004) par rapport à la version initiale (février 2004) mais ne change pas les tendances globales.

3 Indicateur créé spécifiquement pour cette étude car il n'existe pas d'indicateur classique pour qualifier ce risque.

3 Bilan environnemental comparé des quatre types de sacs

La comparaison des impacts environnementaux des quatre types de sacs est effectuée sur la base d'un même service rendu : emballer 9000 litres d'achats, c'est à dire le volume typique annuel des achats d'un client.

Cette comparaison a d'abord été effectuée dans le cas de la situation française de traitement des déchets ménagers (51% de mise en décharge, 49% d'incinération, recyclage de 45% des papiers). Elle conduit à l'observation principale suivante :

- Au-delà d'un certain nombre de réutilisations, le cabas PE réutilisable devient toujours meilleur que les sacs jetables étudiés. Ainsi, pour un nombre d'utilisations supérieur ou égal à 5, le cabas PE souple est meilleur que les sacs jetables étudiés, et ceci pour tous les indicateurs étudiés, ainsi que pour l'émission de dioxines.

Les autres observations concernent la comparaison des sacs jetables entre eux :

- Par rapport au sac PE jetable, le sac papier est meilleur pour le risque par abandon, équivalent pour la consommation d'énergie non renouvelable et la formation d'oxydants photochimiques et plus mauvais d'au moins 80% sur les 5 autres indicateurs étudiés. Le sac papier consomme notamment 3 fois plus d'eau, émet 80 à 90% de gaz à effet de serre et de gaz acides en plus.
- Par rapport au sac PE jetable, le sac biodégradable est meilleur pour le risque par abandon et la formation d'oxydants photochimiques, équivalent pour trois indicateurs (dont la consommation d'énergie) et plus mauvais pour l'émission de gaz à effet de serre, l'acidification atmosphérique (de 40 à 60% d'impact en plus) et l'eutrophisation pour lequel il est 11 fois pire.

Le sac PE jetable se situe donc plutôt mieux que les sacs papier et biodégradable sur la plupart des indicateurs, sauf pour le risque par abandon qui est la principale faiblesse de ce sac (surtout en zones littorales, proches du milieu marin).

Afin de tester la robustesse des observations précédentes, plusieurs variantes au scénario de base ont été étudiées :

- Réutilisation du sac PE jetable en sac poubelle,
- Recyclage de 30% des cabas PE usagés dans la fabrication de sacs à déchets,
- Réutilisation, une fois, du sac papier,
- Traitements différents pour les sacs usagés en fin de vie (tout en décharge, ou tout en incinération, avec ou sans récupération d'énergie). Ces variantes permettent de vérifier si les résultats constatés dans la situation française de gestion des déchets sont transposables à d'autres pays.

Ces variantes ne modifient généralement pas de façon notable les observations précédentes en ce qui concerne le positionnement du cabas PE souple par rapport aux sacs jetables.

La variante de réutilisation du sac PE jetable comme sac poubelle améliore sensiblement la performance du sac PE jetable. Selon le taux de réutilisation des sacs de caisse en sacs poubelle considéré, il faut utiliser le cabas PE souple 5 à 9 fois pour que celui-ci soit meilleur que le sac PE jetable sur tous les indicateurs étudiés.

Dans la variante de réutilisation du sac papier, il faut utiliser le cabas PE souple 7 fois pour que celui-ci soit meilleur que les sacs jetables sur tous les indicateurs étudiés.

4 Perspectives d'évolution

Le cabas PE souple offre un potentiel de progrès environnemental pour la fonction d'emballer les achats des clients de Carrefour, à condition d'habituer les clients à utiliser ces cabas un nombre de fois suffisant, au moins 5 fois.

SECTION I - Introduction Générale

1 Contexte de l'étude

Le groupe Carrefour, qui opère dans 30 pays à travers près de 10500 magasins, est engagé dans la mise en place d'une démarche de développement durable.

Cette démarche se traduit notamment par une prise en compte accrue de critères environnementaux dans le choix des produits et des emballages proposés à ses clients. La présente étude s'inscrit dans cette démarche de progrès.

En matière d'emballages, un groupe de travail européen de Carrefour a déjà produit en 2002 un "référentiel emballages" regroupant des bonnes pratiques en matière de gestion des emballages.

L'un des emballages ayant récemment retenu l'attention du groupe Carrefour et de ses parties prenantes est le sac sortie de caisse, dont les impacts environnementaux, même s'ils étaient limités, n'en constituent pas moins une composante visible de la politique environnement du groupe.

- A Taiwan, la distribution de sacs plastiques par les distributeurs est interdite depuis janvier 2003.
- En Irlande, les sacs plastiques sont taxés depuis mars 2002 à hauteur de 0.15 €/sac et leur utilisation a chuté de manière spectaculaire.
- En Corse, les trois enseignes de la grande distribution présentes sur l'île (dont Carrefour) ont décidé d'arrêter de proposer des sacs de caisse en plastique après un large mouvement de mobilisation des habitants de l'île. Un référendum a été organisé pour inviter les habitants à choisir entre trois solutions : un sac cabas en plastique réutilisable, un sac en papier kraft et consigné et un sac à base d'amidon de maïs. Le sac cabas a été plébiscité.

Dans ce contexte, plusieurs axes de réflexion sont actuellement menés par Carrefour, l'un visant à réduire les quantités de sacs distribués, l'autre visant à tester l'intérêt de sacs plastiques biodégradables.

Le groupe Carrefour souhaite également disposer de données quantifiées et robustes établissant l'impact environnemental de différents types de sacs (plastique, papier), dans différents contextes de traitement des déchets (décharge, incinération…).

2 Objectifs de l'étude

L'étude réalisée vise à quantifier les impacts environnementaux des sacs de caisse mis à disposition des clients dans les magasins, dans les différents pays où Carrefour est implanté (principalement en France, Belgique, Espagne, Italie).

La finalité de cette étude est de préparer un argumentaire solide et quantifié sur lequel Carrefour pourra s'appuyer lors des discussions avec ses parties prenantes (ses fournisseurs, les organisations non gouvernementales, les pouvoirs publics et les consommateurs). A cet égard, un effort a été réalisé afin que les chiffres et données présentés soient fiables et vérifiables.

Le groupe Carrefour utilisera les résultats de l'étude dans sa politique et les actions menées par ses enseignes.

3 Organisation du présent rapport

Ce rapport est organisé de la manière suivante :

- Les sections II et III décrivent les produits considérés, les systèmes étudiés, la nature et les sources des données collectées ainsi que les hypothèses de calcul retenues ;
- Les sections IV et V présentent les résultats de l'étude, leur interprétation et les conclusions de l'étude ;
- Les sections VI et VII exposent la revue critique externe de cette ACV ;
- La section VIII récapitule les références bibliographiques principales utilisées au cours de cette étude.

Les annexes complètent le corps du rapport :

- L'annexe I présente 2 études d'ACV portant sur les sacs de caisse
- L'annexe II présente les ACV et les méthodes d'évaluation des impacts potentiels sur l'environnement ;
- L'annexe III et IV précisent les sources des données secondaires et la modélisation de la fin de vie des sacs;
- L'annexe V présente les inventaires d'ACV calculés au cours de cette étude.

SECTION II - Définition du champ de l'étude

4 Méthodologie utilisée

Le présent rapport a été réalisé conformément aux prescriptions méthodologiques développées dans la norme ISO 14040, ISO 14041, ISO 14042 et ISO 14043.

Notamment, conformément à la norme ISO 14041, des analyses de sensibilité ont été effectuées afin d'étudier l'influence de certaines hypothèses sur les résultats de l'étude (voir paragraphe 24).

5 Unité fonctionnelle et produits étudiés

5.1 Unité fonctionnelle

Chaque sac de caisse est étudié pour un même service rendu aux clients. Les résultats sont présentés pour une année de visites d'un magasin Carrefour par un client donné. En supposant qu'un client se rende 45 fois par an au magasin et emporte pour 200 litres d'articles par visite (soit un chariot plein à 80%), une année d'achats de marchandises dans les magasins Carrefour représente 9 000 litres de marchandises.

L'unité fonctionnelle est donc la suivante : **« emballer 9000 litres de marchandises achetées dans les magasins Carrefour ».**

5.2 Description des sacs de caisse étudiés

Les sacs étudiés dans cette ACV sont au nombre de quatre :

- Sacs polyéthylène (PE) jetables actuels,
- Cabas réutilisables souples en polyéthylène (29,6 litres),
- Sacs papier,
- Sacs biodégradables (à base d'amidon de maïs).

Les caractéristiques propres à chaque sac sont présentées dans le Tableau 1 suivant.

<u>Note importante</u> : pour les cabas, plusieurs taux de réutilisation ont été étudiés dans les résultats principaux.

	Sac PE jetable	Cabas PE souple	Sac papier	Sac biodégradable
Nature des matériaux constitutifs du sac	PEHD[4] vierge	PEBD vierge	Papier recyclé	50% amidon, 50% Polycaprolactone[5] (hyp. validée par Novamont)
Masse unitaire	6.04 g moyenne de 6.12 g, 6.09 g et 5.91 g	44 g	52 g	17 g
Epaisseur	16 µm	70 µm	90 g/m^2	27 µm
Volume utile	14 l moyenne de 13.5 l, 14 l et 14.4 l	29.6 l	20.48 l	25 l
Réutilisable	Non Oui dans une analyse de sensibilité (réutilisé en sac poubelle)	Oui	Non en général Oui dans une analyse de sensibilité	Non

Tableau 1 : Description des sacs de caisse étudiés

5.3 Quantités de sacs se rapportant à l'unité fonctionnelle

Chacun des sacs ayant une contenance différente, la quantité de sacs nécessaire à l'emballage et au transport de 9000 litres de marchandises diffère selon le type de sac. Connaissant les caractéristiques des sacs étudiés et leur nombre d'utilisations successives, le nombre de sacs et la masse de matière nécessaires chaque année sont calculés et résumés dans le tableau suivant (Tableau 2).

Note: Pour le cabas, le nombre moyen de sacs par visite représente le rapport entre le nombre de cabas nécessaires par an et le nombre de visites par an. Ce ratio est différent du nombre effectif de cabas emportés par visite (environ 8 pour le cabas PE souple).

Sac		Volume unitaire (litres)	Nombre de sacs nécessaires par an	Masse de matière nécessaire par an (kg)	Nombre moyen de sacs par visite
Sac PE jetable		14	643	3.9	14.3
Cabas PE souple	n= 1 utilisation	29.6	304	13.4	8.2
	n= 2 utilisations	29.6	152	6.7	4.1
	n= 3 utilisations	29.6	101	4.5	2.7
	n= 4 utilisations	29.6	76	3.3	2.1
	n= 20 utilisations	29.6	15	0.7	0.4
Sac papier		20.5	439	23	9.8
Sac biodégradable		25	360	6.1	8.0

Tableau 2 : Quantités de sacs et quantités de matériaux neufs correspondant à l'unité fonctionnelle

[4] PEHD : Polyéthylène haute densité

[5] Polycaprolactone : matière plastique issue de la polymérisation d'un composé pétrochimique (la caprolactone).

6 Frontières des systèmes étudiés

6.1 Présentation des systèmes correspondant aux scénarios de référence

L'objectif des paragraphes suivants est de présenter, pour chaque sac étudié (sac en PEHD / cabas en PEBD souple / sac papier / sac biodégradable), le système considéré pour décrire son cycle de vie. Les systèmes ont été découpés selon une structure commune à tous les sacs, comprenant les sous-systèmes suivants :

1. Production des matériaux constitutifs du sac,
2. Fabrication des sacs à partir des matériaux de base et impression,
3. Transport des sacs,
4. Utilisation des sacs,
5. Fin de vie des sacs.

Les étapes de transport prises en compte sont représentées par le symbole « T » sur les figures suivantes.

6.1.1 Cycle de vie des sacs jetables PEHD

Le système étudié correspond au cycle de vie complet des sacs jetables PEHD, depuis l'extraction des ressources naturelles permettant de produire le PEHD (gaz naturel, pétrole…), en passant par la fabrication des sacs par extrusion, jusqu'à l'élimination en fin de vie des sacs usagés après utilisation par le consommateur. La Figure 1 récapitule les grandes étapes prises en compte dans le cas du sac PEHD jetable.

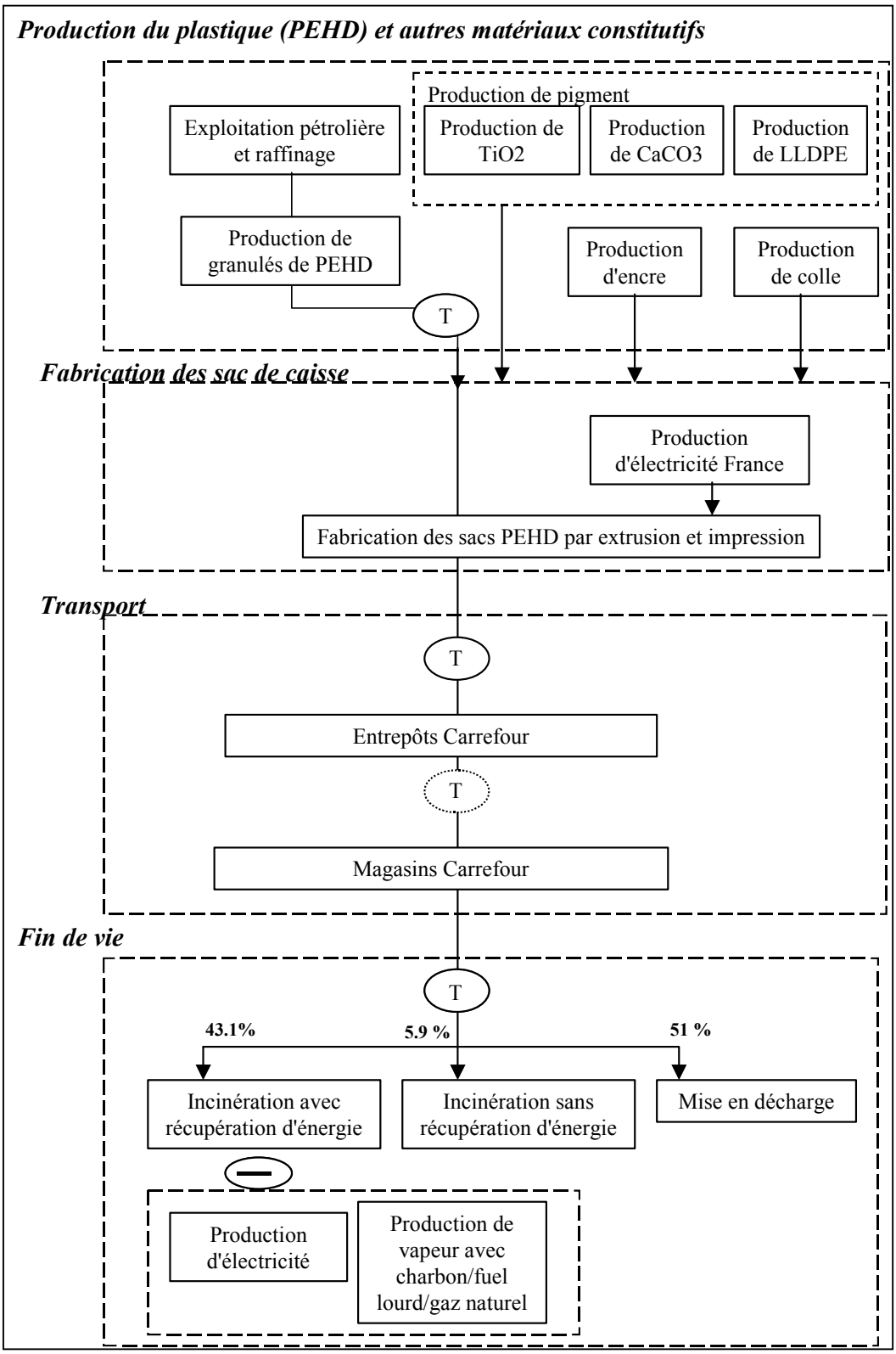


Figure 1 : Système du cycle de vie des sacs jetables PEHD

6.1.2 Cycle de vie des cabas PE souples

Le système étudié correspond au cycle de vie complet des cabas en PEBD depuis l'extraction des ressources naturelles permettant de produire le PEBD (gaz naturel, pétrole…), en passant par la fabrication des cabas par extrusion, jusqu'à l'élimination en fin de vie des cabas usagés après utilisation par le consommateur. La Figure 2 récapitule les grandes étapes prises en compte dans le cas des cabas PEBD.

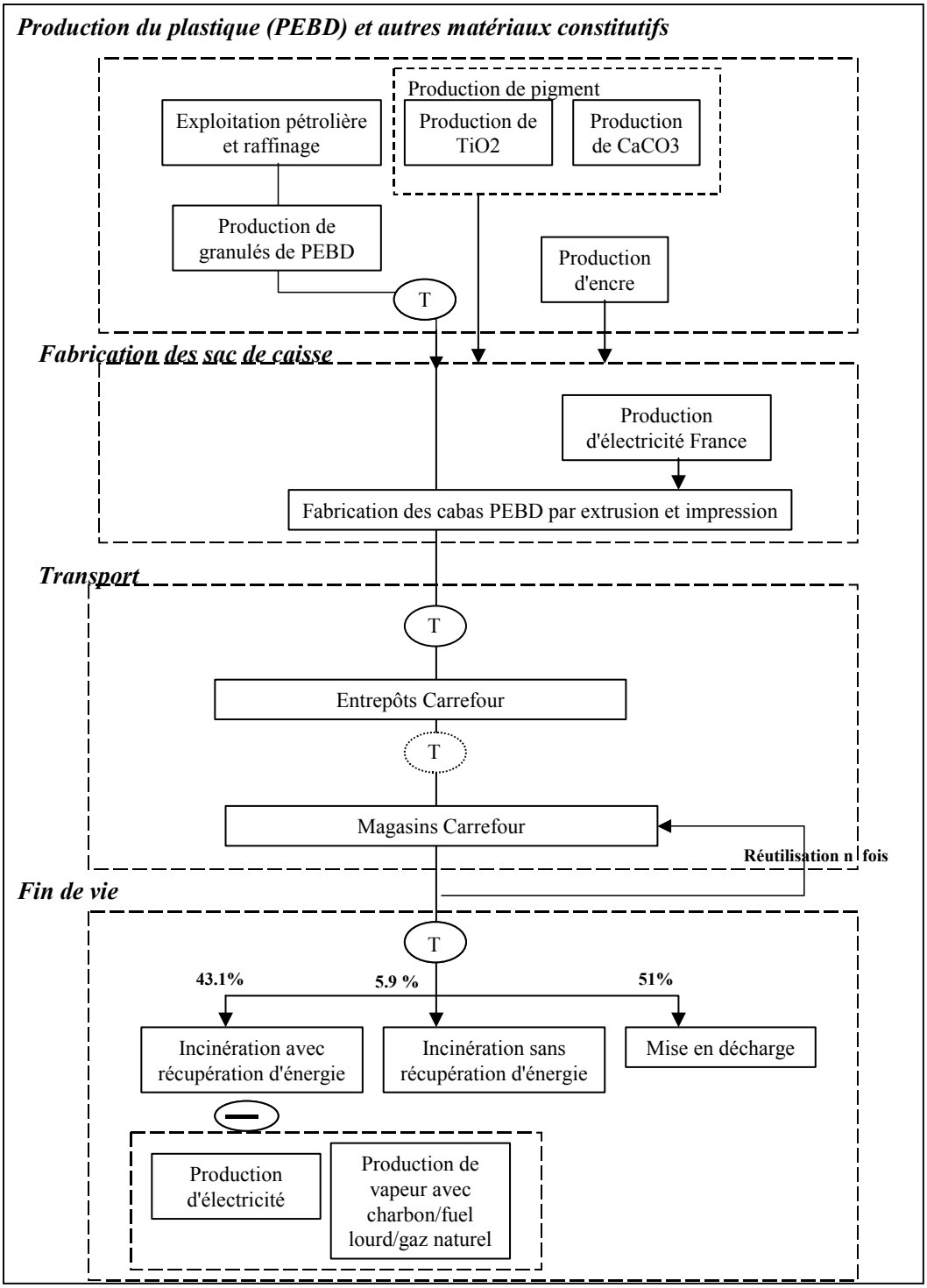


Figure 2 : Système du cycle de vie des cabas en PEBD

6.1.3 Cycle de vie des sacs en papier

Le système étudié correspond au cycle de vie complet des sacs en papier depuis la transformation de vieux papiers/journaux en pâte à papier recyclé, en passant par la fabrication des sacs, jusqu'à l'élimination en fin de vie des sacs usagés après utilisation par le consommateur La Figure 3 récapitule les grandes étapes prises en compte dans le cas du sac papier.

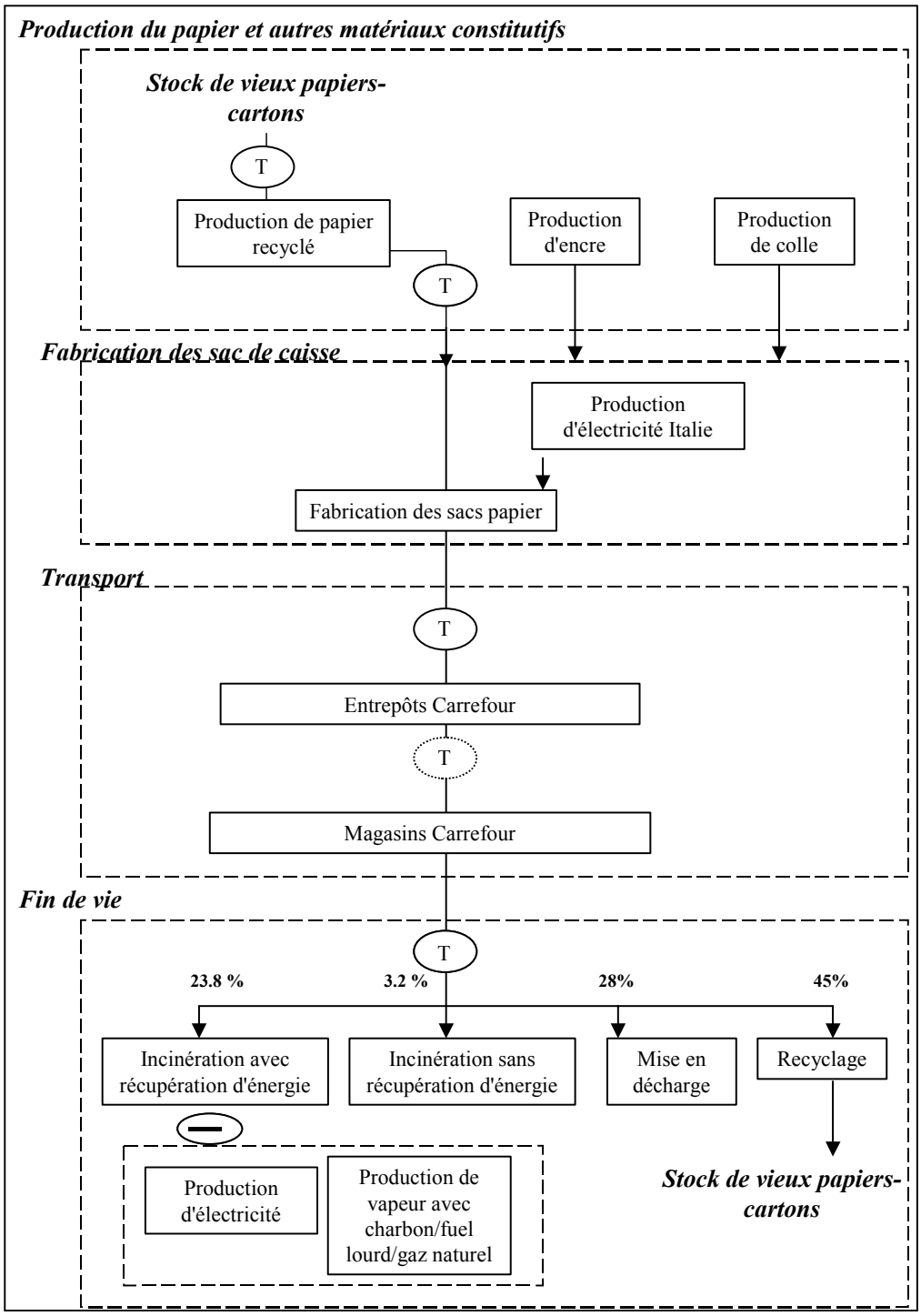


Figure 3 : Système du cycle de vie des sacs en papier

6.1.4 Cycle de vie des sacs biodégradables

Le système étudié correspond au cycle de vie complet des sacs biodégradables à base d'amidon de maïs, depuis la culture du maïs et l'extraction de ressources naturelles (gaz, pétrole…) pour la production de polycaprolactone, en passant par la fabrication des sacs, jusqu'à l'élimination en fin de vie des sacs usagés après utilisation par le consommateur. La Figure 4 récapitule les grandes étapes prises en compte dans le cas du sac biodégradable.

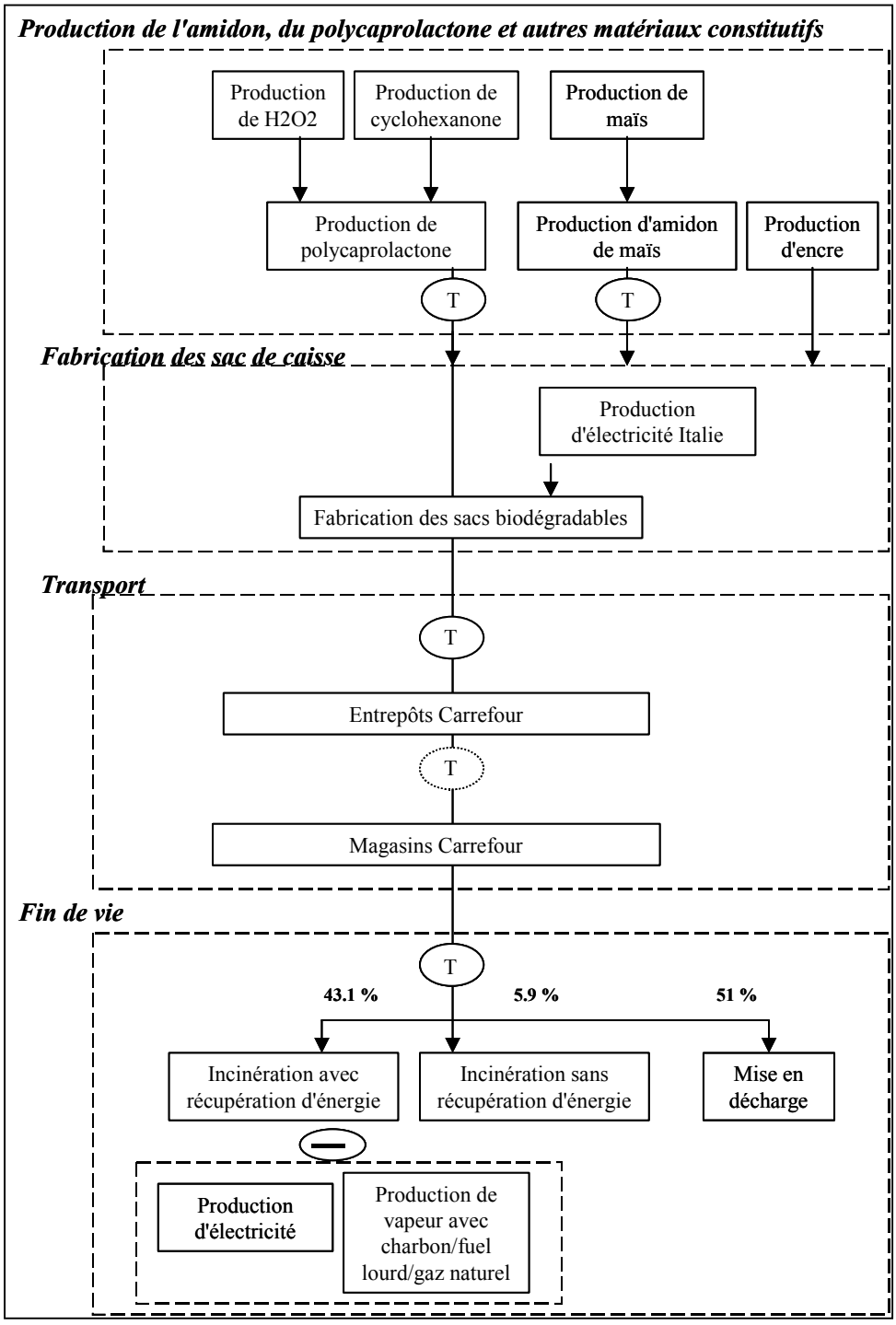


Figure 4 : Système du cycle de vie des sacs biodégradables

6.2 Délimitation des frontières des systèmes

6.2.1 Règles de délimitation

Pour délimiter précisément les systèmes, c'est à dire pour décider si la production ou le devenir d'un réactif ou d'un matériau doit être pris en compte, une règle systématique a été utilisée dans ce projet :

1. Pour la production d'un consommable :
   - si les données sont disponibles chez Ecobilan, la production et le transport vers le site d'utilisation dudit consommable sont systématiquement pris en compte, même si la quantité consommée est faible ;
   - sinon, le critère d'inclusion retenu par rapport à ceux proposés dans la norme ISO 14041 est la masse. Le seuil d'inclusion a été fixé à 5 %. Cela signifie que la somme des entrants dont la production n'est pas incluse dans le système représente moins de 5 % de la masse totale des entrants du système.

La liste des consommables dont la production est exclue des systèmes est présentée en annexe III.

2. Pour le devenir d'un déchet ou d'un coproduit :
   - si les données sont disponibles, elles sont prises en compte ;
   - sinon, la fin de vie du produit n'est pas prise en compte (cette règle ne s'applique pas à la fin de vie des sacs).

Note : dans la présente étude, cette règle n°2 n'aucune influence significative sur les résultats car très peu de co-produits sont négligés.

6.2.2 Liste des étapes du cycle de vie exclues

Selon la norme ISO 14 040, certaines catégories d'opérations peuvent être exclues des systèmes à condition que ceci soit explicite. Les paragraphes suivants précisent les étapes secondaires qui n'ont pas été prises en compte dans le cadre de ce projet.

1. Les systèmes étudiés excluent la construction des bâtiments des sites industriels (papeterie, cartonnerie, raffinerie…) de même que la fabrication des machines et des outils.

   En effet, on considère que l'on se situe dans un fonctionnement stabilisé de chacun des systèmes, c'est à dire que les impacts sur l'environnement liés à la construction et à la déconstruction des bâtiments et des équipements sont amortis sur l'ensemble de leur durée d'utilisation. L'expérience montrant que ces impacts sur l'environnement sont négligeables devant ceux liés au fonctionnement, cette hypothèse est justifiée dans le cadre du présent projet.

2. L'étape de transport des sacs pleins de marchandises des magasins vers le domicile des consommateurs n'a pas été prise en compte. En effet, on a alloué la totalité des impacts aux marchandises transportées.

6.3 Procédures d'allocation pour les co-produits

Les principales étapes décrites dans les différents systèmes de l'étude ne font intervenir aucun coproduit.

6.4 Prise en compte de la valorisation énergétique et de la valorisation matière

La modélisation des sous-systèmes de fin de vie de chaque sac est décrite dans le paragraphe 19 de la section III. En particulier sont exposés les choix méthodologiques concernant la prise en compte de la valorisation énergétique (incinération avec récupération d'énergie des sacs) et du recyclage matière (recyclage des sacs en papier).

7 Flux et impacts environnementaux étudiés

7.1 Flux environnementaux et indicateurs énergétiques

L'ensemble des flux environnementaux (ex : consommation d'eau, émissions de polluants dans l'air, dans l'eau et dans le sol) a été évalué dans le cadre de ce projet. Les résultats relatifs à tous les flux environnementaux sont présentés dans les inventaires d'ACV de l'annexe IV. Les flux identifiés comme importants et pour lesquels des indicateurs d'impact potentiel sont plus précisément analysés dans la section IV de ce rapport sont les suivants :

- Ressources naturelles : consommation de pétrole, de charbon, de gaz naturel, d'uranium et consommation d'eau ;
- Emissions dans l'air : CO_2, CH_4, N_2O, NO_x, SO_x, hydrocarbures et composés organiques volatils,
- Emissions dans l'eau : rejets d'azote, de phosphore et substances oxydables contribuant à la demande chimique en oxygène,
- Production de déchets : production de déchets totaux.

En plus de ces flux environnementaux élémentaires, les indicateurs énergétiques suivants ont été calculés :

- la consommation d'énergie primaire[6],
- la consommation d'énergie combustible,
- la consommation d'énergie matière,
- la consommation d'énergie renouvelable,
- la consommation d'énergie non renouvelable.

L'énergie non renouvelable inclut toutes les sources d'énergie directement puisées dans les réserves naturelles, telles que le gaz naturel, le pétrole, le charbon, le minerai d'uranium.

L'énergie renouvelable inclut toutes les autres sources d'énergies, comme l'énergie hydraulique et l'énergie biomasse (par ex. contenue dans l'amidon de maïs).

Seule l'énergie non renouvelable est présentée sous forme d'indicateur dans la section IV car c'est celle qui est reliée à l'épuisement des ressources naturelles non renouvelables.

[6] L'énergie primaire totale est divisée en énergie non renouvelable et énergie renouvelable d'une part ; et en énergie combustible et énergie matière d'autre part. L'équation suivante illustre cette définition :
Energie primaire totale = Energie non renouvelable + Energie renouvelable
= Energie combustible + Energie matière

L'énergie combustible est dispensée une fois pour toutes en procédés de production ou en transport et n'est plus disponible. L'énergie matière est toujours disponible à des fins de recyclage matière ou de valorisation énergétique.

7.2 Indicateurs d'impacts environnementaux

A partir des flux de consommations de ressources et des flux environnementaux, les indicateurs d'impacts suivants sont calculés et analysés :

Indicateur	Milieu concerné	Méthode de calcul
Effet de serre à 100 ans Cet indicateur prend en compte les émissions de CO_2 "fossile", de N_2O (ces émissions provenant par exemple de la combustion du fuel et du gaz naturel) et les émissions de CH_4 (provenant par exemple de la fermentation du papier en décharge). Par contre l'indicateur ne prend pas en compte les émissions de CO_2 "biomasse", résultant par exemple de la combustion du papier en incinérateur. L'effet de serre est exprimé en kg éq. CO_2.	AIR	IPCC[7], 1998
Acidification atmosphérique Cet indicateur caractérise à partir des émissions notamment de NO_x, SO_x, HCl l'augmentation de la quantité de substances acides dans la basse atmosphère, à l'origine des "pluies acides" et notamment du dépérissement de certaines forêts. L'acidification atmosphérique est exprimée en g. éq. H+.	AIR	ETH[8], 1995
Formation d'oxydants photochimiques Sous certaines conditions climatiques, les émissions atmosphériques des industries et des transports peuvent réagir avec les photons solaires et produisent un smog photochimique. Une succession de réactions impliquant des composés organiques volatiles et des NO_x, conduit à la formation d'ozone, un composé super oxydant. Le potentiel de formation d'oxydants photochimiques, exprimé en g. éq. éthylène.	AIR	WMO[9], 1991
Eutrophisation des eaux L'eutrophisation d'un milieu aqueux se caractérise par l'introduction de nutriments, sous la forme de composés azotés et phosphatés par exemple, qui conduit à la prolifération d'algues. L'eutrophisation est exprimée en g éq. phosphates.	EAU	CML[10], 1992

Tableau 3 : Indicateurs d'impacts environnementaux analysés

Les indicateurs d'impact retenus correspondent à des indicateurs environnementaux reconnus en matière d'analyse de cycle de vie.

Ces indicateurs d'impacts environnementaux sont présentés en annexe II où sont détaillés leur signification, ainsi que les coefficients utilisés pour les calculs.

[7] IPCC : International Panel on Climate Change.

[8] ETH : Ecole polytechnique, spécialisée dans les systèmes énergétiques, Zurich, Suisse.

[9] WMO : World Meteorological Organization.

[10] CML : Université de Leiden (Pays-Bas).

7.3 Indicateur de risque relatif par abandon des sacs

Contexte. Chaque année, 15 milliards de sacs de caisse sont distribués en France (donnée Fédération du Commerce et de la Distribution, 2003). L'IFREMER estime que 120 millions de sacs plastiques jonchent les côtes littorales françaises (campagnes IFREMER, 1992-98). De plus, l'IFREMER estime que 60 à 95% des déchets trouvés au fond de la mer seraient des déchets plastiques. Ce sont principalement des emballages (sacs de caisse, bouteilles, …)[11].

En Australie, les sacs abandonnés par les consommateurs dans la nature et ceux s'échappant des filières de traitement par envol représentent environ 1% des sacs vendus (Environment Australia, 2002).

L'impact des sacs de caisse dans la nature est d'une part une nuisance visuelle et d'autre part un risque d'étouffement pour les animaux consommant des méduses (tortues marines, baleines, …).

Hypothèses pour une approche permettant l'évaluation relative des risques. Dans le cadre de cette étude, par manque de données quantitatives, il apparaît difficile d'établir un indicateur numérique fiable. Suite à la revue critique, l'impact dû à l'abandon des sacs est estimé être fonction des quatre paramètres suivants :

- **le volume des sacs usagés à traiter en fin de vie**. Pour 9000 litres de marchandises emballées, les sacs "jetables" (sac PE, papier et biodégradable) ont un volume en fin de vie de 9000 litres, les cabas PE réutilisables ont un volume en fin de vie de 9000/n litres, où n est le nombre d'utilisations.
- **la probabilité d'abandon des sacs**. La probabilité d'abandon d'un sac est estimée être :
  - Forte pour les sacs fournis gratuitement (sac PE jetable),
  - Faible pour les sacs que l'on paie (cabas PE, sac biodégradable et sac papier) : on n'abandonne pas facilement un sac consigné ou acheté.
- **la probabilité d'évasion des sacs par envol lors des transports ou à partir de la décharge.** Suite à une proposition de la revue critique, le ratio volume du sac / masse offre une possibilité de classement. La probabilité d'évasion est :
  - Plutôt forte pour les sacs « légers » (PE jetables et biodégradables), dont le ratio est supérieur à 1 litre par gramme.
  - Plutôt faible pour les sacs « denses » (cabas et sacs papier), dont le ratio est inférieur à 1 litre par gramme.
- **la persistance des sacs dans l'environnement, surtout en mer**, est :
  - Forte pour les sacs plastiques ont une persistance élevée dans l'environnement – l'étude australienne citée ci-dessus suppose 5 ans.
  - Faible pour les sacs papiers et les sacs biodégradables, qui se dégradent en quelques mois.

7.4 Indicateurs utilisés pour l'évaluation des performances des sacs

Au total, les indicateurs suivants, regroupant des flux environnementaux, des indicateurs énergétiques et des indicateurs d'impacts environnementaux ont été utilisés pour caractériser les résultats des sacs en section IV :

- Consommation d'énergie non renouvelable (pétrole, gaz naturel, charbon, uranium),
- Consommation d'eau,
- Émission de gaz à effet de serre, acidification atmosphérique, formation d'oxydants photochimiques,
- Contribution à l'eutrophisation,
- Production de déchets solides résiduels.
- Risque relatif par abandon des sacs usagés.

Ces indicateurs ont été sélectionnés car :

- Soit ils correspondent aux indicateurs les plus classiques et les plus reconnus en matière d'analyse du cycle de vie. C'est le cas des sept premiers indicateurs ci-dessus.

[11] Voir http://www.ifremer.fr/com/presse/media49.htm

- Soit ils sont particulièrement pertinents dans le cadre de cette étude car ils représentent des indicateurs spécifiques des produits étudiés. C'est le cas du dernier indicateur ci-dessus.

7.5 Indicateurs non retenus pour l'évaluation des performances des sacs

Les indicateurs suivants n'ont pas été retenus pour l'évaluation des performances environnementales des sacs.

Emissions de dioxines par les incinérateurs d'ordures ménagères. Les dioxines sont une famille de 210 composés aromatiques tricycliques chlorés dont 17 sont toxiques[12]. Ces molécules ont une très grande stabilité chimique et physique et s'accumulent dans les graisses. Elles se concentrent au long des chaînes alimentaires dont l'homme est le maillon final. La toxicité des dioxines a fait l'objet de nombreuses études mais des incertitudes demeurent quant à l'évaluation du risque associé aux dioxines. Le Centre International de Recherche contre le Cancer (CIRC) a classé en 1997 l'une des dioxines (la 2, 3, 7, 8 tétrachlorodibenzodioxine, ou 2, 3, 7, 8 TCDD) parmi les substances cancérigènes sur l'homme, les autres dioxines étant considérées par le CIRC comme non classifiables du point de vue de leur cancérogénicité.

Les rejets de dioxines (450 g/an en France en 2001) proviennent essentiellement de combustions incomplètes :

- Usines d'incinération d'ordures ménagères. Les usines d'incinération représentaient 56% des émissions françaises en 2001 (hors feux de forêts, incendies et trafic routier).
- Autres sources : combustion résidentielle du bois (20%), différentes catégories d'installations de la métallurgie (12%), brûlage de câbles (9%), feux de forêts, incendies de bâtiments.

Par ailleurs, le trafic routier est également à l'origine de tels rejets.

Les sacs étudiés ne contiennent pas (ou très peu) de chlore, élément chimique entrant dans la composition des dioxines. Cependant, la combustion des sacs usagés lors de leur incinération peut :

- Dans le cas des sacs plastiques, contribuer, comme toute autre source de matière carbonée et selon les conditions de combustion, à la génération de dioxines,
- Dans le cas de tous les sacs, et dans le respect de la réglementation qui définit des concentrations volumiques maximales, contribuer à émettre des dioxines par production d'un volume de fumées supplémentaire diluant le flux de dioxines émises par ailleurs.

Cet indicateur n'a finalement pas été retenu car :

- La pollution par les dioxines est en nette diminution en France. Les émissions des incinérateurs ont diminué de 80 % en 7 ans : de 1090 g/an en 1995, les émissions de dioxines des incinérateurs français sont passées à 220 g/an en 2002. Ces émissions totales devraient encore diminuer dans les années à venir suite à la fermeture d'anciennes unités, la construction de nouvelles unités devant respecter les normes d'émission de la directive européenne 2000/76/CE sur l'incinération (0.1 ng/Nm^3) et la mise en conformité progressive des installations existantes avec cette directive (date limite réglementaire : décembre 2005).
- L'émission de dioxine ne modifie pas le classement environnemental des 4 scénarios de référence retenus pour les 4 modèles de sacs. En effet, si on admet que cette émission est proportionnelle au volume de fumées émis par la combustion, c'est à dire au produit de la masse incinérée par le pouvoir calorifique, on observe que ce produit est équivalent, à plus ou moins 20% près, pour les 4 scénarios de référence utilisés dans l'étude.

  Cependant, ce produit devient de plus en plus faible si on augmente le nombre d'utilisations des cabas réutilisables et si on les recycle.

On peut conclure que les cabas ont un important potentiel de progrès sur les émissions de dioxines car leur rôle dans les émissions de dioxines s'atténue lorsqu'ils sont effectivement réutilisés un grand nombre de fois et ne sont donc pas incinérés.

Emissions de métaux lourds par les incinérateurs d'ordures ménagères. Cet indicateur n'a pas été retenu car les sacs étudiés ne contiennent pas (ou très peu) de métaux lourds. Les encres utilisées actuellement ne contiennent généralement plus de métaux lourds.

[12] Source : Ministère de l'Environnement et du Développement Durable, http://www.environnement.gouv.fr/actua/cominfos/dosdir/DIRPPR/dioxine/tabdioxines.htm

Diminution de la couche d'ozone stratosphérique. Cet indicateur n'a pas été retenu car les sacs étudiés n'émettent pas de substances détruisant la couche d'ozone stratosphérique.

8 Exigences relatives à la qualité des données

Cette étude vise à analyser le bilan environnemental du cycle de vie de 4 sacs de caisse assurant l'emballage de marchandises achetés en magasin, dans le cas de la situation actuelle chez Carrefour. Conformément à la norme ISO 14040, les exigences relatives à la qualité des données couvrent notamment les critères suivants :

- Le **facteur temporel** : les données utilisées sont représentatives de la situation actuelle ;
- La **géographie** : l'étude est représentative de l'utilisation de sacs de caisse dans des magasins Carrefour européens. Les distances de transport retenues pour décrire l'étape de transport de sacs sont principalement représentatives de la situation française ; compte tenu de la faible importance de cette étape pour les indicateurs calculés (voir section IV), et compte tenu des similitudes dans la logistique entre les principaux pays visés par l'étude (France, Espagne, Italie, Belgique), les hypothèses de transport permettent également de représenter la situation européenne. Les modèles d'électricité retenus pour la fabrication et le transport des sacs correspondent au pays dans lequel ceux-ci sont fabriqués, à savoir :
  - La Malaisie, l'Espagne ou la France pour les sacs PEHD jetables,
  - La France pour les cabas PEBD souples,
  - L'Italie pour les sacs papier et les sacs biodégradables.
- La **technologie** : les données reflètent la technologie moyenne actuelle.

9 Revue critique

Cette étude a été menée pour le compte de Carrefour. A l'issue de cette étude, l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) a pris en charge et mis en place une revue critique indépendante de ses résultats, revue organisée comme suit :

- Dans un premier temps, par un expert ACV externe, Henri Lecouls, ingénieur chimiste et expert ACV indépendant, assisté de Laura Degallaix, représentant l'UFC-Que Choisir et de Dominique Royet représentant le WWF.
- Dans un second temps, par des représentants des parties intéressées :
    - l'APME[13],
    - le CEPI[14],
    - la société Novamont qui fabrique le matériau biodégradable étudié.

La revue critique de cette analyse de cycle de vie correspond selon la norme ISO 14 040 à une revue d'expert externe.

L'expert en ACV est intervenu à la fin de l'étude (novembre 2003) après la phase d'interprétation des analyses de sensibilité. Les questions soulevées et les réponses d'Ecobilan à celles-ci sont présentées dans la section VI du présent rapport.

La revue externe par les parties intéressées a eu lieu en janvier 2004. Les remarques émises par les représentants ayant réalisé la deuxième partie de la revue, ainsi que les réponses d'Ecobilan à celles-ci, sont présentées en section VII du rapport.

[13] APME : Association européenne des producteurs de plastiques.

[14] CEPI : Confédération européenne des industries du papier.

SECTION III - Calcul de l'inventaire : recueil des données et hypothèses de calcul

Ce chapitre présente les sources de données spécifiques à l'étude et les hypothèses retenues pour le calcul des inventaires d'analyse de cycle de vie. Seules sont exposées les données et hypothèses relatives aux étapes primaires telles que la production des matériaux constitutifs des sacs, la fabrication des sacs, le transport des sacs et leur fin de vie. Les sources de données bibliographiques utilisées pour modéliser les étapes secondaires des systèmes sont répertoriées en annexe III.

10 Mode de collecte des informations

Pour collecter les informations pertinentes sur les différents sacs sortie de caisse et identifier les sources de données disponibles, un questionnaire a été remis à sept fournisseurs de Carrefour afin de collecter des données sur les éléments suivants pour chacun des différents types de sacs :

- Masse et épaisseur,
- Contenance,
- Quantité et type de pigment,
- Type d'impression,
- Emission de COV lors de l'impression,
- Lieu de fabrication,
- Transport vers les magasins Carrefour.

Pour le sac biodégradable, nous avons également collecté des informations sur le procédé de fabrication.

11 Modélisation des systèmes et outil de calcul des inventaires

Pour modéliser les systèmes et calculer les inventaires de cycle de vie et les impacts environnementaux, nous avons utilisé le logiciel TEAM™. TEAM™ est l'outil d'Analyse de Cycle de Vie de produits d'Ecobilan. TEAM™ permet à l'utilisateur de construire et de gérer de larges bases de données et de modéliser tout système représentant les différentes opérations industrielles relatives aux produits, aux procédés et aux activités d'une entreprise.

12 Cycle de vie des sacs PEHD jetables

Les données utilisées pour modéliser le cycle de vie des sacs PEHD jetables sont présentées dans le Tableau 4. Les données de description de sacs ont été collectées auprès de 3 fournisseurs de Carrefour (sociétés X, Y et Z). Les consommations d'énergie de la fabrication des sacs ont été caractérisées à partir de données bibliographiques (consommation d'électricité principalement). Les sources des données utilisées pour la modélisation des différentes étapes du cycle de vie amont des sacs sont présentées dans le Tableau 5. Les paragraphes 16 et 19 présentent la modélisation et les sources des données utilisées pour l'utilisation et la fin de vie des sacs.

	Sac PE jetable		
	Société X	**Société Y**	**Société Z**
Proportion pour les calculs	33%	33%	33%
Sac			Moyenne de 11 sacs différents
Masse (g/sac) Epaisseur (µm) Volume (l/sac)	6.12 16 13.5	6.09 16 14	5.91 (5.35 ou 6.12) 15.5 (14 ou 16) 14.43
Polyéthylène	PEHD vierge extrudé	PEHD vierge extrudé et co-extrudé	PEHD vierge extrudé et co-extrudé
Fabrication PE Distance de transport fabrication PE-> fabrication sac	Malaysie 300 km camion	Europe ou outre-mer 300 km camion 0-8000 km bateau	Belgique, Allemagne, Autriche, Arabie Saoudite 150-1200km camion 0-4800 km bateau
Fabrication sac	Malaysie	Espagne	France (Lens)
Encre g/sac	Encre à solvant, résine polyamide. Hyp. composition : 30% résine, 70% solvant (éthanol) 0.055	Encre à solvant : solvant (67%: éthanol 44%, alcool isopropylique 3%, acétate d'éthyle 8%, métoxy propanol: 12%), résine nitrocellulosique (17.3%), pigments organiques (10.7%), plastifiants (3%), additif (2%, PE micronisé) 0.027g encre, 0.004g additifs (hyp. PE)	Encre à solvant, résine nitrocellulosique. Hyp. composition : 30% résine, 70% solvant (éthanol) 0.0967 (mini 0.0318 - maxi 0.1665)
Pigment g/sac	TiO2 0.17	TiO2 (66%), CaCO3 (33%) 0.228	TiO2 (60%), LLDPE (40%), 0.239 (0.214-0.245)
Colle g/sac	Hot Melt - Decco Melt 9180 0.010	Mélange caoutchouc et résines dissoutes dans solvants organiques. Hyp.: résine butadiène styrène 0.0043	Colle thermofusible (polymères synthétiques, cire, résine). Hyp.: résine butadiène styrène. Parfois pas de colle du tout. 0.002 (0-0.0054)
Emissions COV (g/sac)	0.002 (estimation)	Oui, non disponibles	0.034 = 16.3% de la consommation d'alcool (émissions diffuses) + rejets après incinération COV
Transport des sacs			
Entrepôts Carrefour desservis	Paris, Rouen	Bordeaux, Marseille	20 dépôts desservis en France
Distance de transport fabrication sac-> entrepôt Carrefour	11000 km bateau 100 km camion (hyp.)	510-1090 km camion	7-921 km camion
Transport entrepôt Carrefour -> magasins Carrefour	Les sacs de caisse servent à compléter les chargements des camions. 300 km (hyp.)		
Transport magasin Carrefour -> domicile du consommateur	Cette phase du transport est imputée à 100% aux biens de consommation et à 0% aux sacs de caisse.		
Utilisation			
	1 utilisation par sac		
Fin de vie			
Collecte	30 km, 75 l/100, 12m3/camion		
Traitement	51% décharge, 49% incinération (88% des tonnages incinérés font l'objet d'une valorisation thermique ou électrique)		

Tableau 4 : Informations utilisées pour modéliser le cycle de vie des sacs PEHD jetables

Note : Le recyclage des films plastiques n'a pas été pris en compte car il représente moins de 2100t/an, soit moins de 0.7% du gisement des films, sacs, sachets présents dans les déchets ménagers (source : Eco-Emballages).

Pour la composition des colles et des encres, lorsque les données en provenance des sites étaient incomplètes (par exemple concernant le rapport résine/solvant), un rapport sur les impacts environnementaux des encres et vernis pour emballages réalisé pour l'ADEME par Ecobilan en 1998 et l'encyclopédie Kirk-Othmer « Concise Encyclopedia of Chemical Technology », articles « Encres » et « Colle » ont été utilisés comme point d'appui.

Pour les émissions de COV, seules les données de la société Z ont été utilisées, car elles ont été jugées plus fiables que les autres.

Production du polyéthylène haute densité (PEHD)	Moyennes européennes des producteurs (Association of Plastic Manufacturers in Europe, APME), données disponibles sur www.apme.org et publiées en juillet 2003. Les données proviennent de 24 sites européens produisant 3.87 millions de tonnes de résine haute densité par an., représentant 89.7% de la production d'Europe de l'Ouest. Les données de production sont relatives à l'année 1999.
Production de TiO_2	Données issues d'un site industriel et datant de 1992
Production de $CaCO_3$	Données BUWAL (Swiss Federal Office of Environment, Forests and Landscape),Environmental Series No. 132, Bern, Février 1991
Production de LLDPE	Moyennes européennes des producteurs (Association of Plastic Manufacturers in Europe, APME), données disponibles sur www.apme.org et publiées en juillet 2003. Les données proviennent de 8 sites européens produisant 1.6 millions de tonnes de résine par an, représentant 82.5 % de la production d'Europe de l'Ouest. Les données de production sont relatives à l'année 1999.
Fabrication des sacs en PEHD	Moyennes européennes APME sur la production de films. Données publiées en 1997 dans le rapport 10 « Polymer Conversion » Les données proviennent de 8 sites produisant 67 000 de tonnes de films PE par an. Les usines sont situées au Royaume-Uni. Les données de production sont relatives à l'année 1993.
Impression des sacs	Les émissions de COV fournies par les sites sont prises en compte.

Tableau 5 : Sources des données utilisées pour modéliser le cycle de vie amont des sacs PEHD jetables

13 Cycle de vie des cabas PEBD réutilisables

Les données utilisées pour modéliser le cycle de vie des cabas PEBD réutilisables sont présentées dans le Tableau 6. Les données de description de sacs ont été collectées auprès d'un fournisseur de Carrefour (société W). Les consommations d'énergie de la fabrication des sacs ont été caractérisées à partir de données bibliographiques (consommation d'électricité principalement). Les sources des données utilisées pour la modélisation des différentes étapes du cycle de vie amont des sacs sont présentées dans le Tableau 7. Les paragraphes 16 et 19 présentent la modélisation et les sources des données utilisées pour l'utilisation et la fin de vie des sacs.

	Cabas PE réutilisable souple
	société W
Proportion pour les calculs	100%
Sac	
Masse (g/sac) Epaisseur (µm) Volume (l/sac)	44 70 29.6
Polyéthylène	PEBD vierge
Fabrication PE Distance de transport fabrication PE-> fabrication sac	Asie, Brésil, Normandie 20 000 km ou 7 000 km bateau ou 400 km camion
Fabrication sac	France
Encre g/sac	Encre à solvant, hyp. répartition : 50% ethyl acétate, 50% alcool isopropylique). Hyp. composition : solvants : 70%, résine : 30% (polyuréthane). 0.25
Pigment g/sac	TiO2 1.3
Colle g/sac	Néant (sac soudé) 0
Emissions COV	Hypothèse : 15% des consommations de solvant
Transport des sacs	
Magasins Carrefour desservis Distance de transport fabrication sac-> magasins Carrefour	Desserte directe des magasins 500 km camion (hyp.)
Transport magasin Carrefour -> domicile du consommateur	Cette phase du transport est imputée à 100% aux biens de consommation et à 0% aux sacs de caisse.
Utilisation	
	n utilisations par sac
Fin de vie	
Collecte	30 km, 75 l/100, 12m3/camion
Traitement	51% décharge, 49% incinération (88% des tonnages incinérés font l'objet d'une valorisation thermique ou électrique)

Tableau 6 : Informations utilisées pour modéliser le cycle de vie des sacs PEBD réutilisables

Note : Le recyclage des films plastiques n'a pas été pris en compte car il représente moins de 2100t/an, soit moins de 0.7% du gisement des films, sacs, sachets présents dans les déchets ménagers (source : Eco-Emballages).

Pour la composition des colles et des encres, lorsque les données en provenance des sites étaient incomplètes (par exemple concernant le rapport résine/solvant), un rapport sur les impacts environnementaux des encres et vernis pour emballages réalisé pour l'ADEME par Ecobilan en 1998 et l'encyclopédie Kirk-Othmer « Concise Encyclopedia of Chemical Technology », articles « Encres » et « Colle » ont été utilisés comme point d'appui.

Production du polyéthylène basse densité (PEBD)	Moyenne européenne des producteurs (Association of Plastic Manufacturers in Europe, APME), données disponibles sur www.apme.org et publiées en juillet 2003. Les données proviennent de 27 sites européens produisant 4.48 millions de tonnes de résine basse densité par an., représentant 93.5% de la production d'Europe de l'Ouest. Les données de production sont relatives à l'année 1999.
Production de TiO_2	Données issues d'un site industriel et datant de 1992
Fabrication des sacs en PEBD	Moyennes européennes APME sur la production de films. Données publiées en 1997 dans le rapport 10 « Polymer Conversion » Les données proviennent de 8 sites produisant 67 000 de tonnes de films PE par an. Les usines sont situées au Royaume-Uni. Les données de production sont relatives à l'année 1993.
Impression des sacs	Les émissions de COV sont prises en compte

Tableau 7 : Sources des données utilisées pour modéliser le cycle de vie amont des cabas PEBD réutilisables

14 Cycle de vie des sacs papier

Les données utilisées pour modéliser le cycle de vie des sacs papier sont présentées dans le Tableau 8. Les données de description de sacs ont été collectées auprès d'un fournisseur italien de Carrefour (société U). Les consommations d'énergie de la fabrication des sacs ont été caractérisées à partir de données bibliographiques (consommations d'électricité et d'eau principalement). Les sources des données utilisées pour la modélisation des différentes étapes du cycle de vie amont des sacs sont présentées dans le Tableau 9. Les paragraphes 16 et 19 présentent la modélisation et les sources des données utilisées pour l'utilisation et la fin de vie des sacs.

	Sac Papier
	Société U
Proportion pour les calculs	100%
Sac	
Masse (g/sac) Epaisseur (µm) Volume (l/sac)	52 grammage : 90 g/m2 20.48
Papier	Recyclé
Fabrication Papier Distance de transport fabrication papier-> fabrication sac	Italie 1000 km camion
Fabrication sac	Italie
Encre g/sac	Encre à l'eau (hyp. résine : 30%, acrylique), procédé : flexographie 2
Pigment	Néant
Colle g/sac	Hot melt (20%), Vinylique (35%), amidon (45%) 3
Emissions COV	Néant
Transport des sacs	
Magasins Carrefour desservis Distance de transport fabrication sac-> magasins Carrefour	Desserte directe des magasins 500 km camion
Transport magasin Carrefour -> domicile du consommateur	Cette phase du transport est imputée à 100% aux biens de consommation et à 0% aux sacs de caisse.
Utilisation	
	1 utilisation par sac
Fin de vie	
Collecte Traitement	30 km, 75 l/100, 12m3/camion 45% recyclage (Source: Eco-Emballages), 28% décharge, 27% incinération (88% des tonnages incinérés font l'objet d'une valorisation énergétique)

Tableau 8 : Informations utilisées pour modéliser le cycle de vie des sacs papier

Pour la composition des colles et des encres, lorsque les données en provenance des sites étaient incomplètes (par exemple concernant le rapport résine/solvant), un rapport sur les impacts environnementaux des encres et vernis pour emballages réalisé pour l'ADEME par Ecobilan en 1998 et l'encyclopédie Kirk-Othmer « Concise Encyclopedia of Chemical Technology », articles « Encres » et « Colle » ont été utilisés comme point d'appui.

Production de papier recyclé	Moyenne européenne des producteurs de papier (Fédération Européenne du Carton Ondulé, FEFCO, données publiées en 2001 dans le rapport « European database for corrugated life cycle studies » et correspondant au papier recyclé « Testliner ». Les données proviennent de papeteries produisant 7 200 000 tonnes/an, ce qui représente 52% de la production européenne de ce type de papier recyclé (testliner et wellenstoff) et situées en Autriche, Belgique, Danemark, France, Italie, Pays Bas, Espagne et Royaume-Uni.
Fabrication des sacs en papier	Données provenant de la base Emballages réalisée par Ecobilan pour l'ADEME en 1999. Les données de production sont relatives à l'année 1992 et sont une moyenne de cinq sites.
Impression des sacs	Il n'y a pas d'émission de COV (encre à l'eau).

Tableau 9 : Sources des données utilisées pour modéliser le cycle de vie amont des sacs papier

15 Cycle de vie des sacs biodégradables

Les données utilisées pour modéliser le cycle de vie des sacs biodégradables sont présentées dans le Tableau 10. Les données de description de sacs ont été collectées auprès d'un fournisseur italien de Carrefour (société T). La fabrication des sacs a fait l'objet d'une collecte spécifique. Les sources des données utilisées pour la modélisation des différentes étapes du cycle de vie amont des sacs sont présentées dans le Tableau 11. Les paragraphes 16 et 19 présentent la modélisation et les sources des données utilisées pour l'utilisation et la fin de vie des sacs.

	Sac Biodégradable
	Société T
Proportion pour les calculs	100%
Sac	
Masse (g/sac) Epaisseur (µm) Volume (l/sac)	17 27 25
Mater Bi	50% amidon, 50% Polycaprolactone (hyp. validée par Novamont)
Fabrication Mater-Bi Distance de transport fabrication Mater-Bi-> fabrication sac	Italie 500 km camion
Fabrication sac	Italie
Encre g/sac	Encre à solvant (solvant sans glycol). Hyp.: 70% solvant (éthanol), 30% résine (polyuréthane) 0.3
Pigment	Néant
Colle	Néant
Emissions COV	Considérées comme non significatives
Transport des sacs	
Magasins Carrefour desservis Distance de transport fabrication sac-> magasins Carrefour	Desserte directe des magasins 500 km camion (rem: 50 km dans le cas actuel de la société T)
Transport magasin Carrefour -> domicile du consommateur	Cette phase du transport est imputée à 100% aux biens de consommation et à 0% aux sacs de caisse.
Utilisation	
	1 utilisation par sac
Fin de vie	
Collecte Traitement	30 km, 75 l/100, 12m3/camion 51% décharge, 49% incinération (88% des tonnages incinérés font l'objet d'une valorisation thermique ou électrique)

Tableau 10 : Informations utilisées pour modéliser le cycle de vie des sacs biodégradables

Pour la composition des colles et des encres, lorsque les données en provenance des sites étaient incomplètes (par exemple concernant le rapport résine/solvant), un rapport sur les impacts environnementaux des encres et vernis pour emballages réalisé pour l'ADEME par Ecobilan en 1998 et l'encyclopédie Kirk-Othmer « Concise Encyclopedia of Chemical Technology », articles « Encres » et « Colle » ont été utilisés comme point d'appui.

Production du matériau biodégradable	Composition obtenue à partir d'informations publiques de Novamont (concernant leur produit Mater Bi utilisé par la société T) et de Solvay (seul fabricant européen de caprolactones, molécules biodégradables issues de la pétrochimie).
Production de polycaprolactone et caprolactone	Modélisation d'Ecobilan correspondant aux consommations stœchiométriques des produits chimiques de base (cyclohexanone et H_2O_2) et à partir d'information obtenues sur le site de Solvay (www.solvaycaprolactones.com/about/0,5681,1000310-_EN,00.html)
Production de H_2O_2	Moyenne européenne des producteurs. Données publiées en 1998 dans le rapport « Ecoprofile of Hydrogen Peroxide", I.Boustead and M.Fawer, Brussels, février 1998, Page 8-11
Production de cyclohexanone	Adapté de la production de cyclohexanol en considérant que le cyclohexanol est un coproduit de la production de cyclohexanone à partir de cyclohexane. Source des données cyclohexanol : données bibliographiques extrait de la publication "Procédés de pétrochimie", de Chauvel, Lefebvre and Castex, tome 2, p. 273, Technip edition, ENSPM, 1986.
Production de maïs	Modélisation d'Ecobilan à partir de données publiées par BUWAL (Swiss Federal Office of Environment, Forests and Landscape), dans le rapport « Inventaires écologiques relatifs aux emballages », BUWAL n° 250, Berne, 1998, Volume II, page 451 et adaptées en ce qui concerne la consommation d'engrais, les émissions d'eutrophisation et la consommation de diesel à partir d'une étude réalisée par Ecobilan pour Danone sur l'ACV de la production de lait (production de maïs optimisé).
Production d'amidon de maïs	Données publiées par BUWAL (Swiss Federal Office of Environment, Forests and Landscape), dans le rapport « Inventaires écologiques relatifs aux emballages », BUWAL n° 250, Berne, 1998, Volume II, page 453
Fabrication des sacs	Données de la société T, fabricant italien de ce type de sacs (consommation d'énergie et d'encre)
Impression des sacs	Les émissions de COV sont considérées comme non remarquable par le site.

Tableau 11 : Sources des données utilisées pour modéliser le cycle de vie amont des sacs biodégradables

16 Modélisation de l'utilisation des sacs

La phase d'utilisation des sacs est supposée ne pas générer d'impact attribuable au sac de caisse.

17 Modélisation des transports des sacs

Les phases de transport prises en compte dans l'étude sont les suivantes :

- transport des matériaux principaux,
- transport des sacs du site de production à un magasin (représentatif d'un site moyen Carrefour),
- phase de collecte après utilisation.

Les autres phases de transport (ex. transport par les clients du magasin au domicile, transport des matériaux secondaires des sacs : encre, pigments, colle) sont négligées.

Les distances de transport considérées dans la modélisation sont présentées dans les tableaux précédents, correspondants à chacun des sacs (Tableau 4, Tableau 6, Tableau 8, Tableau 10).

18 Réutilisation des sacs

Pour le cabas PE souple, plusieurs taux de réutilisation ont été considérés pour calculer les impacts environnementaux. Le taux de réutilisation varie ainsi d'une utilisation à 20 utilisations dans les tableaux et graphes.

Dans la première partie des résultats de l'ACV (détail par étape industrielle), 3 utilisations ont été considérées pour le cabas PE souple. Ce nombre d'utilisations a été choisi de manière à ce que la quantité de matériaux contenus dans les sacs correspondant à l'unité fonctionnelle soit du même ordre de grandeur que celle pour nécessaire pour le sac jetable en PEHD.

19 Modélisation de la fin de vie des sacs

La fin de vie des sacs est une part importante de l'étude puisqu'elle focalise l'attention des parties prenantes au débat sur les sacs de caisse. Il est donc important d'utiliser une modélisation reconnue. Nous avons utilisé le logiciel WISARD™ [15] développé en partenariat avec Eco-Emballages, l'Environment Agency of England and Wales et l'ADEME.

Filières de fin de vie prises en compte :

	Sac PEHD jetable	Cabas PEBD	Sac papier	Sac biodégradable
Abandon	X	X	X	X
Mise en décharge	X	X	X	X
Incinération (avec/sans récupération d'énergie)	X	X	X	X
Recyclage		X (variante)	X	
Réutilisation	X (variante)	X	X (variante)	
Compostage				

Sacs de caisse ni réutilisés ni recyclés

Nous avons considéré que 51% des déchets non recyclés en fin de vie sont mis en décharge et 49% sont incinérés (données moyennes ADEME, 2000 pour les déchets ménagers non recyclés ni traités biologiquement). Le cas de l'abandon est traité en utilisant une approche du risque lié à l'abandon, voir §7.3.

Pour l'incinération, nous avons considéré que 88% des déchets ménagers incinérés en France font l'objet d'une valorisation énergétique. Pour les déchets entrant en valorisation énergétique, 5% de l'énergie des déchets est valorisée sous forme d'électricité vendue, 22% sous forme de vapeur vendue (données moyennes ADEME, 2000).

Les modèles de mise en décharge et d'incinération sont spécifiques à chacun des sacs, en raison de la différence de composition (PEHD/PEBD, papier ou matériau biodégradable). Les modules correspondant ont été obtenus en utilisant le logiciel d'Ecobilan WISARD™. Ce logiciel permet de connaître, pour un déchet donné (c'est-à-dire connaissant sa composition élémentaire), les impacts environnementaux associés à son traitement. Il prend en compte l'ensemble des opérations depuis la collecte chez l'habitant jusqu'à la valorisation des produits collectés sélectivement et le stockage des déchets ultimes.

Pour la filière incinération avec récupération d'énergie, une partie de l'énergie contenue dans les déchets est valorisée, ce qui permet d'économiser des formes d'énergie différentes (vapeur, électricité). Le pourcentage de l'énergie contenue dans les sacs qui est valorisé ainsi que le type d'énergie économisé (ratio vapeur/électricité) correspondent à la moyenne française. L'électricité produite par un incinérateur économise de l'électricité du réseau. La vapeur produite économise de la vapeur des réseaux de chauffage urbain qui, hormis la part issue des incinérateurs, est produite en France à partir de 36 % de fuel lourd à 0.5 % de soufre, de 35 % de charbon et de 29 % de gaz naturel (données représentatives de la situation en 1996 – source : « Energies renouvelables et locales pour les réseaux de chaleur », Environnement et Technique n°167, Juin 1997).

[15] WISARD : Waste Integrated Systems Assessment for Recycling and Disposal.

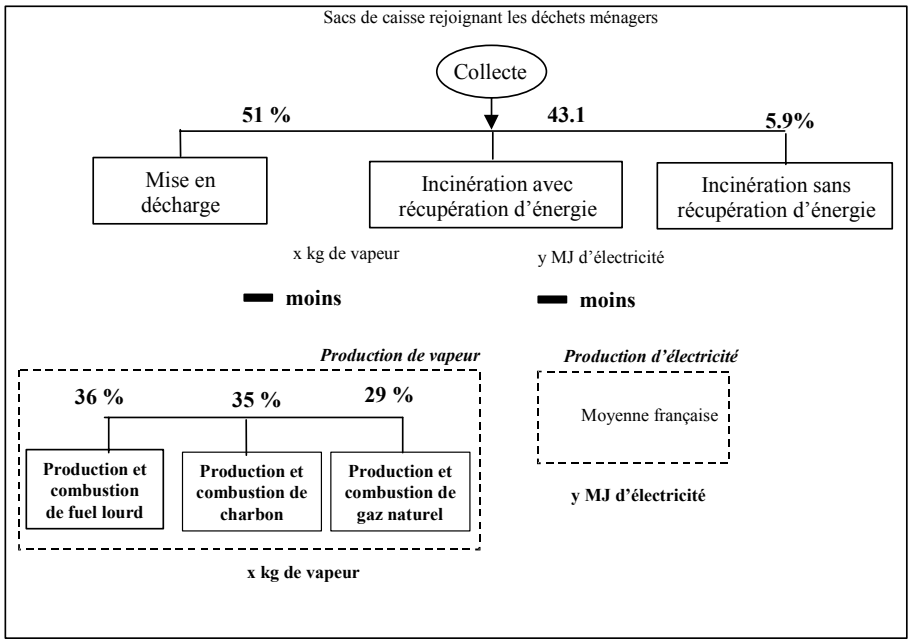


Figure 5 : Modélisation de la fin de vie des sacs via les déchets ménagers

Les détails techniques concernant la filière de fin de vie via les déchets ménagers (collecte, incinération avec et sans récupération d'énergie, mise en décharge) sont présentés en annexe IV.

Sacs de caisse recyclés (sacs en papier et cabas PE en variante)

Pour les sacs en papier, nous avons considéré que 45% des sacs étaient recyclés. La modélisation de ce recyclage prend uniquement en compte les impacts environnementaux associés à la collecte des sacs papier usagés. Ceux ci sont supposés rejoindre ensuite un stock de vieux papiers/cartons dans lequel on peut puiser pour fabriquer du papier/carton recyclé (méthode des « stocks »).

Pour les cabas en PE, nous avons également considéré une variante prospective où 30% des cabas usagés étaient recyclés (cf. §24.4).

20 Hypothèses et sources des données concernant le transport et la production d'électricité

20.1 Modèle de transport

20.1.1 Calcul général de la consommation de gasoil liée aux transports

La consommation standard d'un camion de 24 t de charge utile est généralement estimée à 38 litres de diesel au 100 km à pleine charge.

Pour calculer la consommation réelle, on considère qu'une partie (2/3) est fixe et qu'une partie (1/3) dépend de la masse transportée par le camion.

Dans cette étude, la formule suivante a été utilisée :

Consommation réelle (en litres) =
nombre de km parcourus * 38/100 *[2/3 +1/3*charge réelle/charge utile + taux de retour à vide *2/3]

20.1.2 Source des données

Les données utilisées pour modéliser la combustion de gasoil dans un moteur de camion sont issues de la base de données du laboratoire Systèmes Energétiques, ETH (Eidgenössische Technische Hochschule) Zurich, (1996).

20.2 Modèles de production de l'électricité

Cette étude porte sur des sacs fabriqués en France, Italie, Espagne ou Malaisie et destinés au marché français et italien. Par conséquent, le modèle de production de l'électricité qui a été choisi est représentatif de la situation de ces différents pays. Toutefois, notamment pour les sous-systèmes relatifs à la production des plastiques PE, des papiers recyclés, du peroxyde d'hydrogène (pour la production de polycaprolactame du sac biodégradable), les données choisies étant représentatives de la moyenne européenne, le modèle d'électricité correspond à la situation moyenne en Europe. Les caractéristiques de chaque modèle sont détaillées dans le tableau suivant.

Source d'énergie	Situation française (en %) - 2000	Situation européenne (en %) - 2000	Situation Italie (en %) - 2000	Situation Espagne (en %) - 2000	Situation Malaisie (en %) - 1998
Charbon	5	18.37	9.4	32.37	6.7
Lignite	0.08	7.56	0.1	2.76	0
Gaz de haut fourneau et de cokerie	0.67	1.17	1.54	0.78	0
Fuel lourd	1.38	6.19	31.04	10.03	16.8
Gaz naturel	2.07	17.29	36.64	8.96	60.5
Energie nucléaire	76.79	33.24	0	27.63	0
Energie hydraulique	13.4	14.22	18.89	16.23	16
Divers[16]	0.61	1.96	2.39	1.24	0
TOTAL	100	100	100	100	100
Perte de distribution	5.53	6.3	6.94	8.9	7.0

Tableau 12 : Origine de l'électricité dans les pays concernés par l'étude

Les données utilisées pour la répartition entre filières électriques et les rendements sont issues de statistiques représentatives pour la plupart de l'année 2000 et établies par l'Agence Internationale de l'Energie (AIE). Les données utilisées pour modéliser chaque filière sont issues de l'Ecole Polytechnique de Zurich : « Ökoinventare von Energiesystemen – Teil 2 », Laboratorium für Energiesysteme, ETH (Eidgenössische Technische Hochschule) Zurich, 1996.

Influence du modèle électricité sur les résultats. Parmi les indicateurs retenus, le choix du modèle électricité influe principalement sur les émissions de gaz à effet de serre, l'acidification atmosphérique et les émissions de COV. Par exemple, le modèle d'électricité français contribue 3 à 5 fois moins à ces indicateurs que le modèle européen. Or dans les quatre systèmes étudiés, 10 à 30% de l'énergie primaire totale est utilisée pour produire de l'électricité. En conséquence, à l'échelle des systèmes étudiés, utiliser le modèle européen à la place du modèle français surestime les émissions atmosphériques mentionnées plus haut d'au plus 25%.

[16] Energie renouvelable (éolienne, solaire, biomasse, géothermique…)

SECTION IV - Résultats

Préambule : sauf mention contraire, tous les résultats chiffrés et les graphiques suivants se rapportent à l'unité fonctionnelle choisie (cf. chapitre 5.1),
c'est-à-dire l'emballage de 9 000 litres de marchandises achetées en magasins Carrefour .

21 Limitations de l'étude

Avant de présenter les résultats, les limitations de l'étude sont rappelées ici.

Nous avons collecté des données chez les fabricants des sacs (fournisseurs de rang 1) et nous avons utilisé des données génériques pour représenter la production des matériaux utilisés dans les sacs chez les fournisseurs de rangs 2 et 3. Ces données ne coïncident pas forcément avec celles qui auraient pu être collectées chez les fournisseurs de rangs 2 et 3 de Carrefour.

Nous avons basé la comparaison des performances environnementales des sacs sur le volume nominal des sacs et non sur le volume réellement rempli par les consommateurs. La comparaison entre sacs est effectuée en supposant un même taux de remplissage pour tous les sacs.

Nous avons utilisé les données de production fournies par les fournisseurs de Carrefour France (sacs et cabas PE) et Carrefour Italie (sacs papier et biodégradable). Nous nous sommes ensuite basés sur la localisation des fournisseurs de rang 1, 2 et 3 de Carrefour France et Italie pour réaliser les calculs. Ceci limite la portée de la comparaison. En effet, si Carrefour France utilisait des sacs papier, cela ne serait pas forcément le sac papier utilisé en Italie (et vice versa).

Nous avons réalisé une moyenne arithmétique des trois fournisseurs de sacs PE jetables et n'avons pas tenu compte des approvisionnements relatifs de Carrefour chez ces trois sociétés. Cependant, les caractéristiques techniques qui nous ont été transmises sont très similaires (cf §12).

La composition précise du sac biodégradable n'a pas été fournie par la société U car c'est une donnée confidentielle de son fournisseur. A partir de données publiques de la société Novamont, nous avons identifié les matériaux principaux contenus dans le sac et supposé que la fraction amidon et la fraction pétrochimique (également dégradable) étaient présentes en proportions équivalentes, point qui a été validé par Novamont (communication directe).

22 Résultats des quatre sacs présentés par étape industrielle

Dans cette partie, nous présentons successivement les résultats obtenus pour chaque indicateur étudié en recherchant les étapes du cycle de vie contribuant le plus au résultat global.

22.1 Consommation d'énergie non renouvelable

Les sacs et cabas PE consomment de l'énergie non renouvelable pour leur constitution (énergie du matériau) et pour leur production (énergie combustible).

Le sac en papier consomme du gaz naturel lors de la fabrication des pâtes et du sac (énergie combustible). Rappel : l'énergie matériau du sac papier est renouvelable et n'est pas prise en compte dans l'indicateur.

La colle vinylique (polyvinyl-acétate) du sac papier contribue aux consommations d'énergie non renouvelable. Elle représente 2% du poids du sac papier. Chaque année, la consommation des 23 kg de sacs papier nécessaires à l'emballage de 9000 litres d'achats entraîne la consommation de 1.3 kg de colle dont 0.46 kg de colle vinylique.
Note : Cette quantité de produit pétrochimique est non négligeable à l'échelle des systèmes étudiés car, en comparaison, emballer 9000 litres de courses avec le sac PE consomme 3.9 kg de plastique.

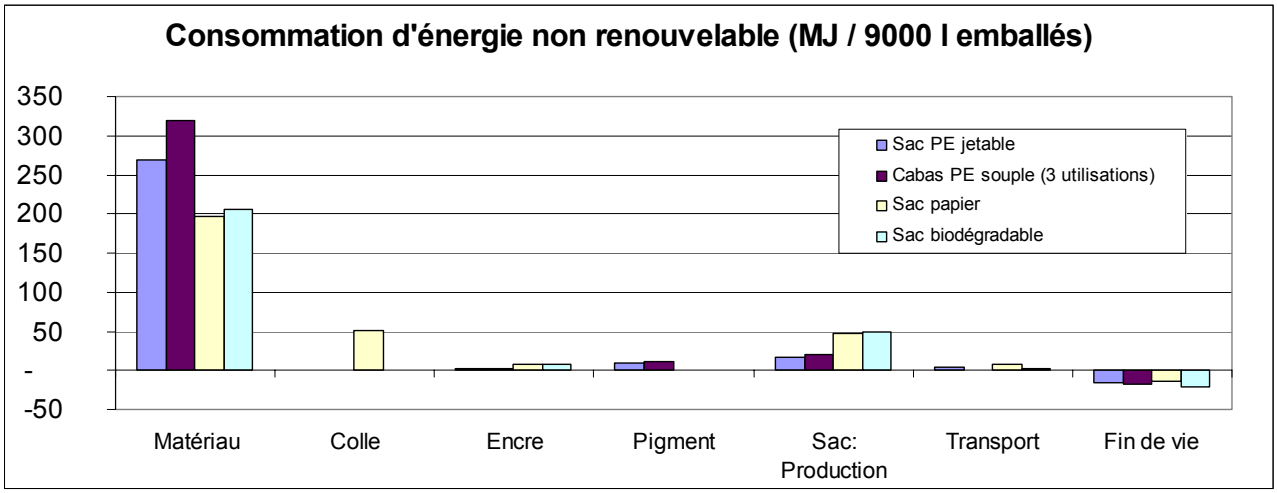


Figure 6 : Consommation d'énergie renouvelable par étape du cycle de vie pour les sacs étudiés

22.2 Consommation d'eau

La consommation du sac papier est due à la production de papier recyclé.

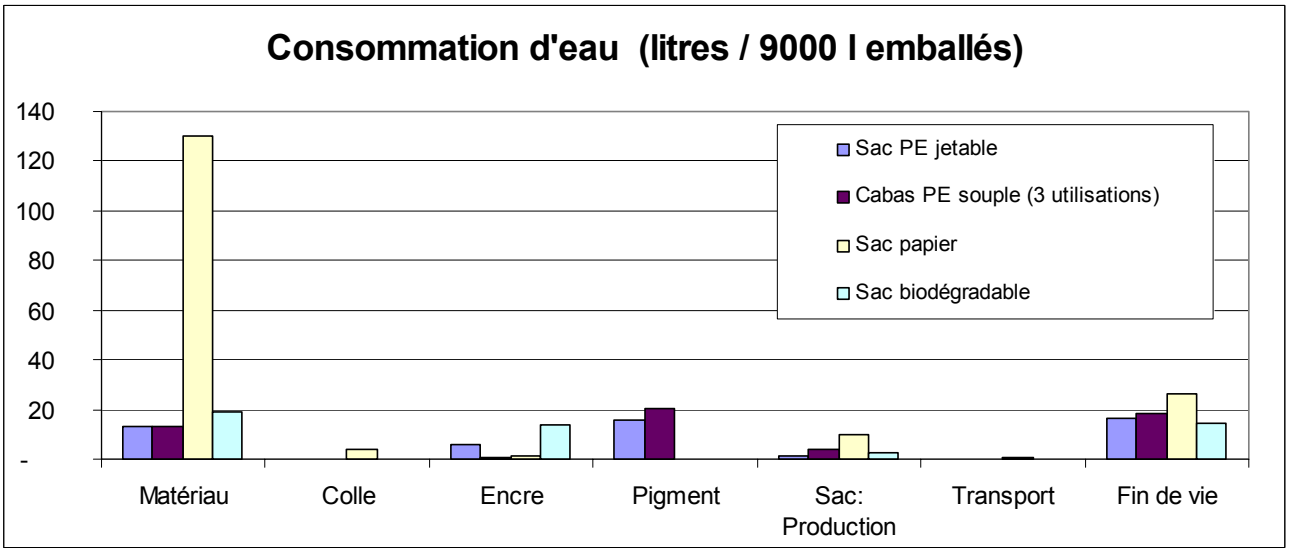


Figure 7 : Consommation d'eau par étape du cycle de vie pour les sacs étudiés

22.3 Émission de gaz à effet de serre

Les émissions contribuant à l'indicateur sont principalement du CO_2 fossile et sont, en première approche, liées à la consommation d'énergie fossile (gaz naturel, pétrole, charbon) des systèmes étudiés.

Les émissions du sac papier sont principalement dues à l'étape de fabrication du papier (combustion de gaz naturel).

La fabrication du cabas contribue peu aux émissions car elle utilise de l'électricité française (qui émet très peu de CO_2). Les sacs papier et biodégradable sont fabriqués en Italie, consomment de l'électricité et émettent plus de CO_2 lors de leur fabrication.

La mise en décharge du papier et de l'amidon entraîne des émissions de méthane. L'incinération des plastiques entraîne des émissions de CO_2.

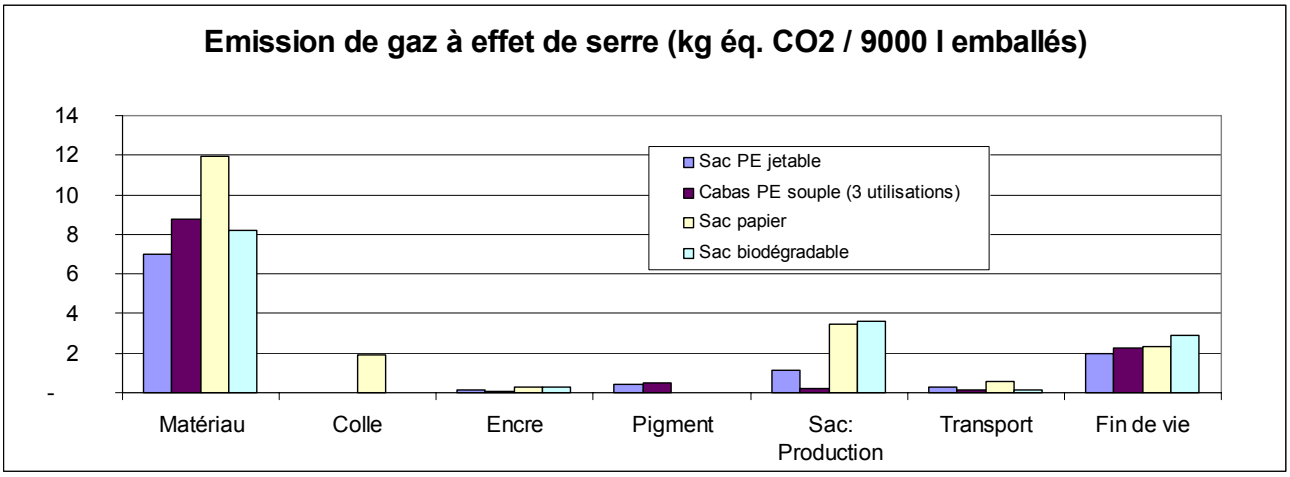


Figure 8 : Emissions de gaz à effet de serre par étape du cycle de vie pour les sacs étudiés

22.4 Contribution à l'acidification atmosphérique

Les contributeurs principaux à l'acidification atmosphérique sont les oxydes d'azote et de soufre. Le profil des contributions est proche de celui des gaz à effet de serre et est lié aux consommations d'énergie.

Pour une même quantité de matière utilisée, la production de PEBD émet 25% de SO_x et 17% de NO_x en plus que celle de PEHD, ce qui se traduit par de plus fortes contributions à l'acidification atmosphérique des cabas PEBD que les sacs PEHD.

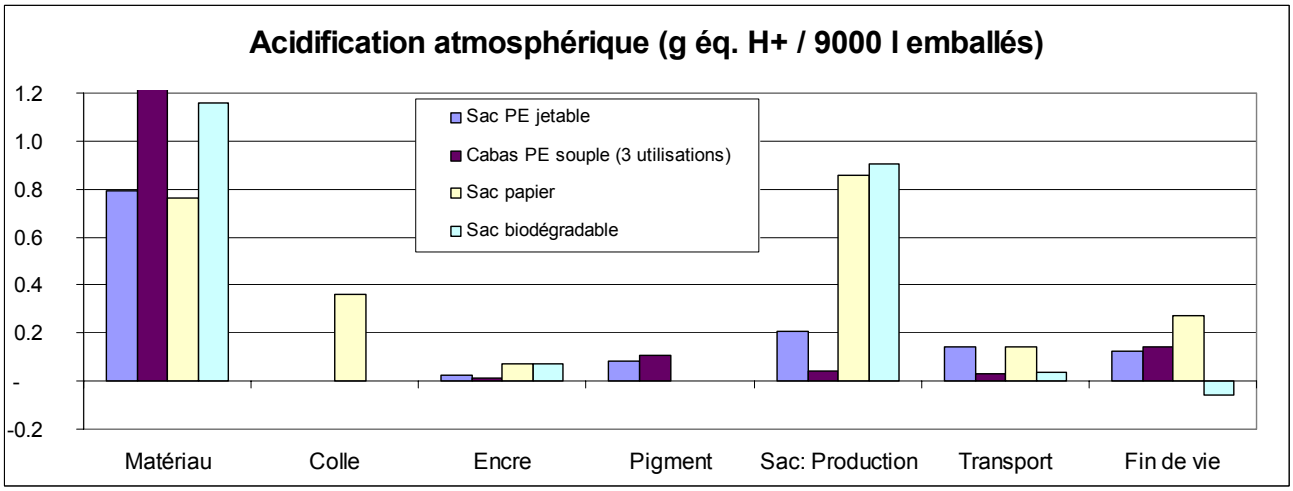


Figure 9 : Contributions à l'acidification atmosphérique par étape du cycle de vie pour les sacs étudiés

22.5 Contribution à la formation d'oxydants photochimiques

Les contributeurs principaux à l'impact sont des émissions d'hydrocarbures dont la nature précise n'est pas documentée dans les sources de données utilisées.

La combustion des combustibles fossiles émet des hydrocarbures et constitue une source importante d'émission.

L'impression des sacs peut constituer une source significative d'émission lorsque des encres aux solvants sont utilisées.

La production de colle vinylique (sac papier) contribue aux émissions ainsi que la mise en décharge du sac papier (émission de méthane).

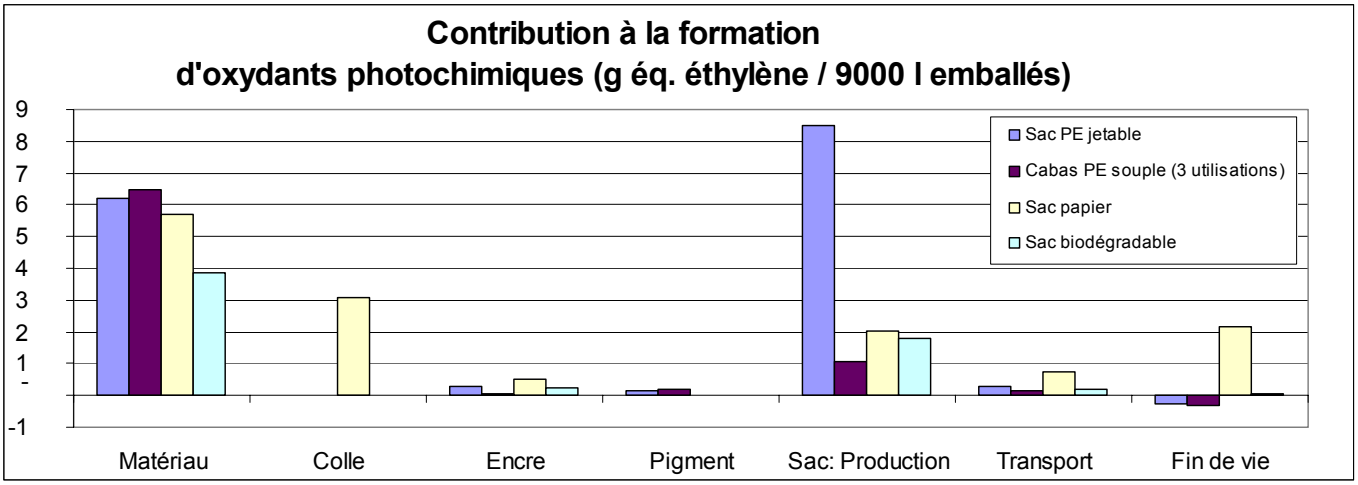


Figure 10 : Formation d'oxydants photochimiques par étape du cycle de vie pour les sacs étudiés

22.6 Contribution à la l'eutrophisation des eaux superficielles

Les contributeurs principaux à l'impact sont des émissions de produits organiques oxydables dont la nature n'est pas précisée dans les sources et des émissions de substances azotées et phosphorées.

La production du papier recyclé (émissions de N et P sur site) expliquent la contribution du sac papier.

La culture du maïs et le lessivage des engrais azotés expliquent celle du sac biodégradable.

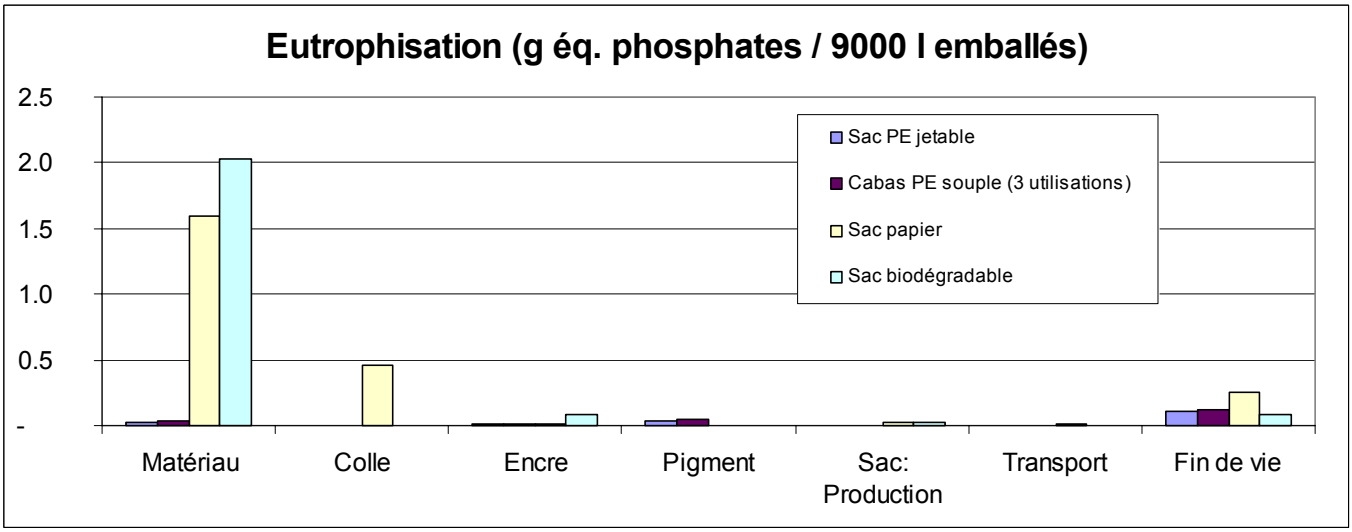


Figure 11 : Contribution à l'eutrophisation par étape du cycle de vie pour les sacs étudiés

22.7 Production totale de déchets solides

Les contributeurs principaux à l'impact sont les sacs usagés stockés en centre d'enfouissement technique ("décharge"). Pour cet impact, le sac papier est défavorisé par la plus grande quantité de matière nécessaire à la production des sacs, masse qui se retrouve pour partie (28%) en décharge après usage.

La production de pâte recyclée utilisée pour le sac papier produit également des déchets.

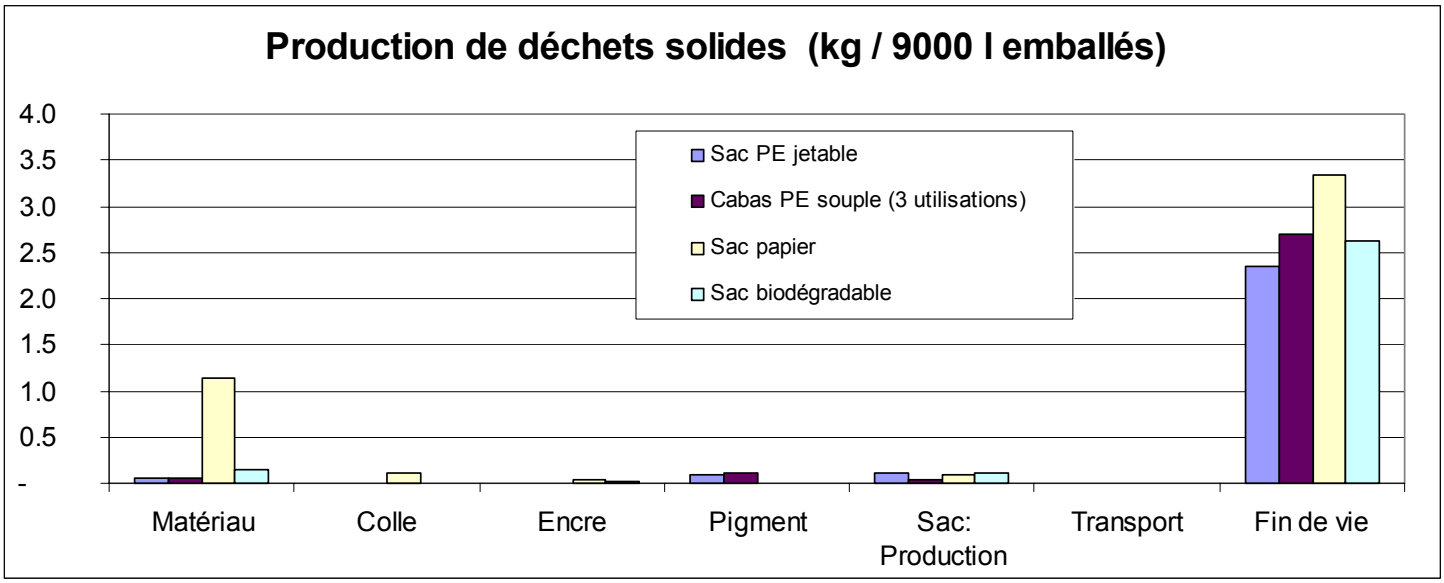


Figure 12 : Production de déchets solides par étape du cycle de vie pour les sacs étudiés

23 Comparaison des performances environnementales des quatre sacs étudiés

Nous comparons ici successivement les résultats des sacs pour chaque indicateur étudié. Les résultats pour n utilisations d'un cabas donné sont obtenus en divisant par n les résultats obtenus par ce cabas en cas d'utilisation unique.

23.1 Calcul du point d'équilibre entre sacs PE jetables et cabas PE réutilisables

Par rapport au sac jetable PE, la plupart des indicateurs "basculent" en faveur du cabas PE souple pour un nombre d'utilisations supérieur à 4.

- Lorsque le cabas PE souple est utilisé moins de 4 fois, ses performances sont moins bonnes que le sac jetable et s'améliorent rapidement avec le nombre d'utilisations.
- Lorsque le cabas PE souple est utilisé plus de 4 fois, ses performances sont meilleures que le sac jetable et s'améliorent lentement avec le nombre d'utilisations.

Le point « d'équilibre environnemental » entre sacs PE jetables et cabas PE réutilisables dépend de la masse et du volume des sacs et cabas PE. Ceci s'explique par l'importance de la phase de production des matériaux par rapport aux autres étapes du cycle de vie des sacs.

Pour emballer 9000l de marchandises, il faut :

- une masse de sacs PE jetable = 9000 l / 14 l/sac * 6.04 g/sac = 3.9 kg
- une masse de cabas PE souple 29.6 l = 9000 l / 29,6 l/sac * 44 g/sac / n utilisations = 13 .4/n kg

Les masses de plastique du sac jetable PE et du cabas PE souple sont équivalentes pour n = 3 à 4 utilisations.

L'impact environnemental des cabas PE et leurs performances par rapport aux sacs jetables dépend très fortement de leur masse et du nombre d'utilisations des cabas et donc du comportement du consommateur.

23.2 Consommation d'énergie non renouvelable

Les sacs jetables (PE, papier et biodégradable) ont des consommations d'énergie non renouvelable proches (15% d'écart).

La consommation d'énergie des cabas PE décroît rapidement avec le nombre d'utilisations. Le cabas PE souple consomme moins d'énergie que les sacs jetables à partir de la 5e utilisation.

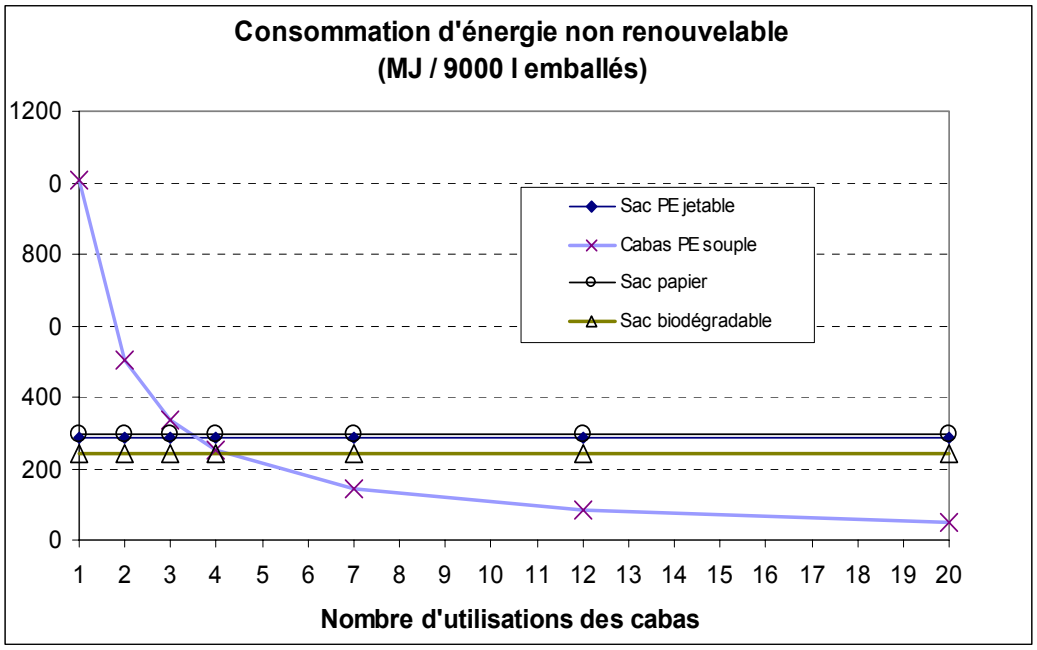


Figure 13 : Consommation d'énergie non renouvelable pour les sacs étudiés

23.3 Consommation d'eau

Le sac PE jetable et le sac biodégradable ont des consommations d'eau très proches (4% d'écart).

Le sac papier consomme 3.3 fois plus d'eau, principalement pour préparer la pâte recyclée.

Le cabas PE souple consomme moins d'eau que les sacs jetables à partir de la 4e utilisation.

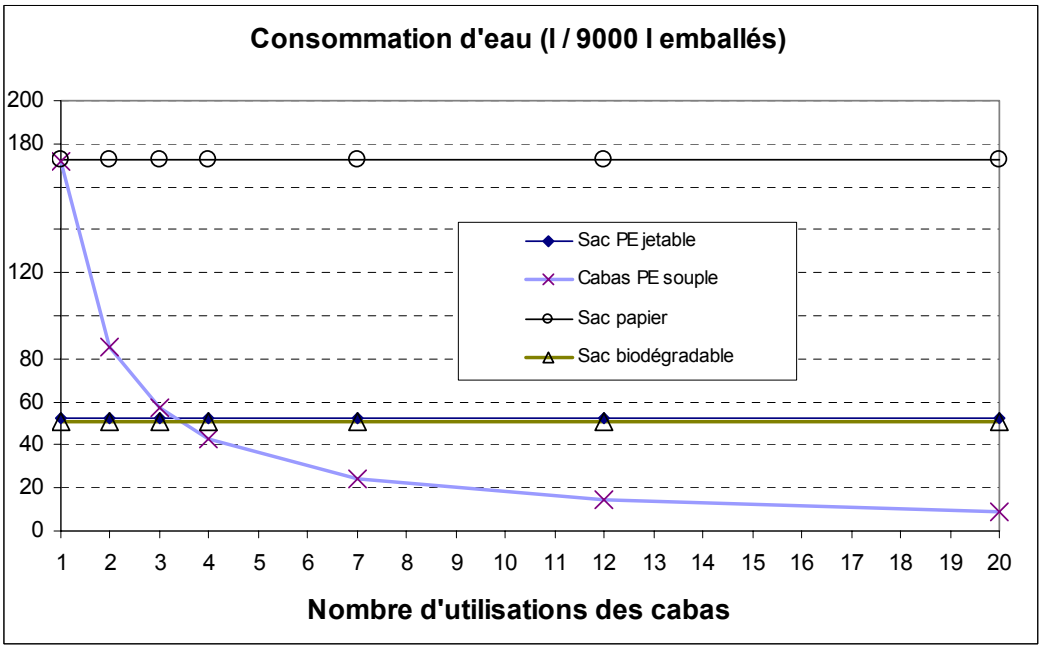


Figure 14 : Consommation d'eau pour les sacs étudiés

23.4 Émission de gaz à effet de serre

Le sac biodégradable (respectivement le sac papier) émet 40% (resp. 90%) de plus de gaz à effet de serre que le sac PE jetable, en partie parce qu'il est plus lourd, en partie parce que les émissions de la phase de fabrication du sac sont plus élevées.

Ces émissions de fabrication plus élevées sont en partie dues à l'implantation des usines, l'électricité italienne contribuant plus à l'effet de serre que l'électricité française (utilisée pour la fabrication des cabas).

Le cabas PE souple émet moins de gaz à effet de serre que les sacs jetables à partir de la 4e utilisation.

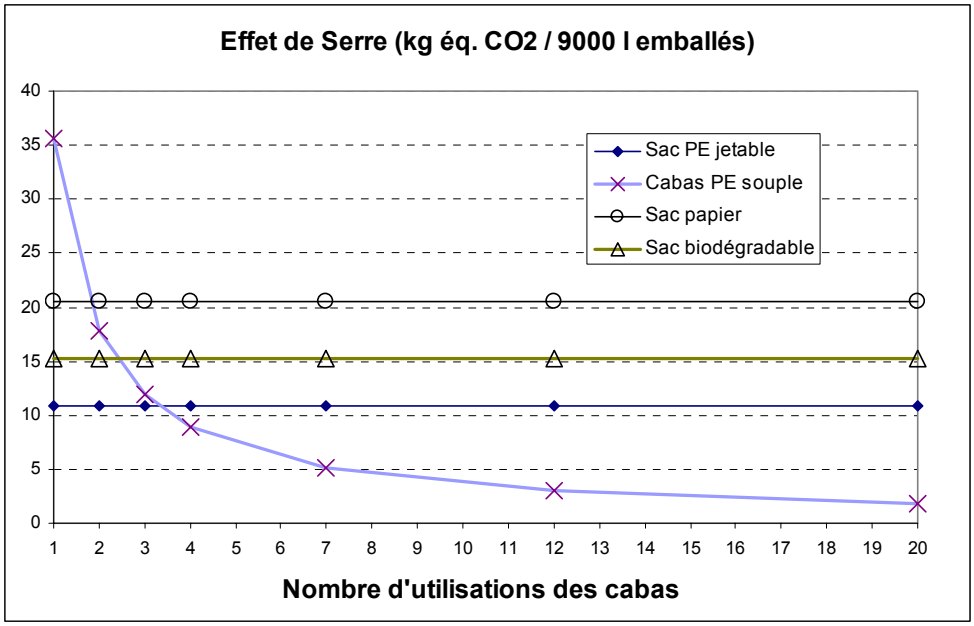


Figure 15 : Emissions de gaz à effet de serre pour les sacs étudiés

23.5 Contribution à l'acidification atmosphérique

Le sac biodégradable émet 60% de plus de gaz acides que le sac PE jetable.

Le sac papier émet 70% de plus de gaz acides que le sac PE jetable.

Le cabas émet moins de gaz acides que les sacs jetables à partir de la 4e utilisation pour le cabas PE souple.

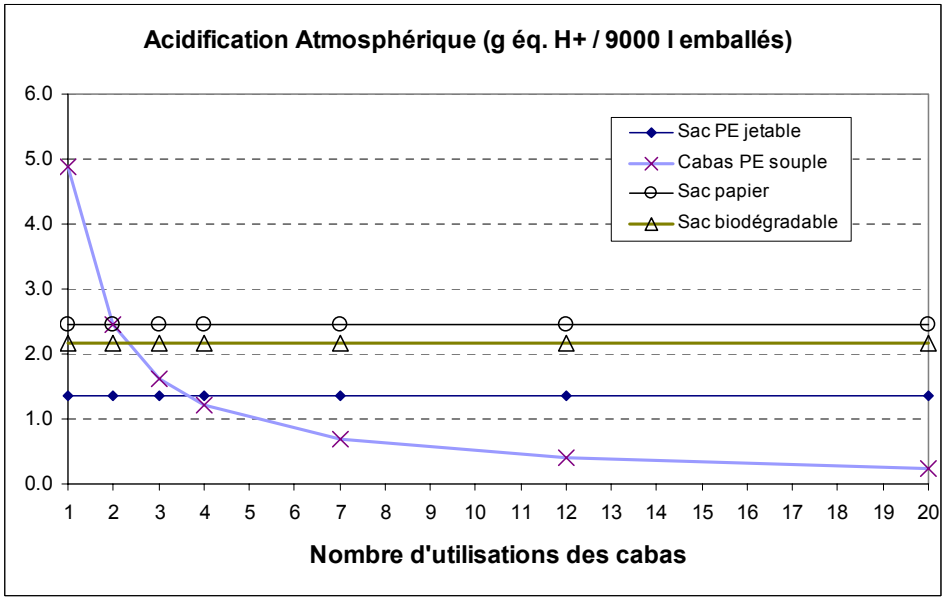


Figure 16 : Contribution à l'acidification atmosphérique pour les sacs étudiés

23.6 Contribution à la formation d'oxydants photochimiques

Le sac biodégradable émet 60% de moins de gaz contribuant à la formation d'oxydants photochimiques que le sac PE jetable.

Le sac papier en émet 10% de moins que le sac PE jetable.

Le cabas contribue moins au phénomène que les sacs jetables à partir de la 5e utilisation.

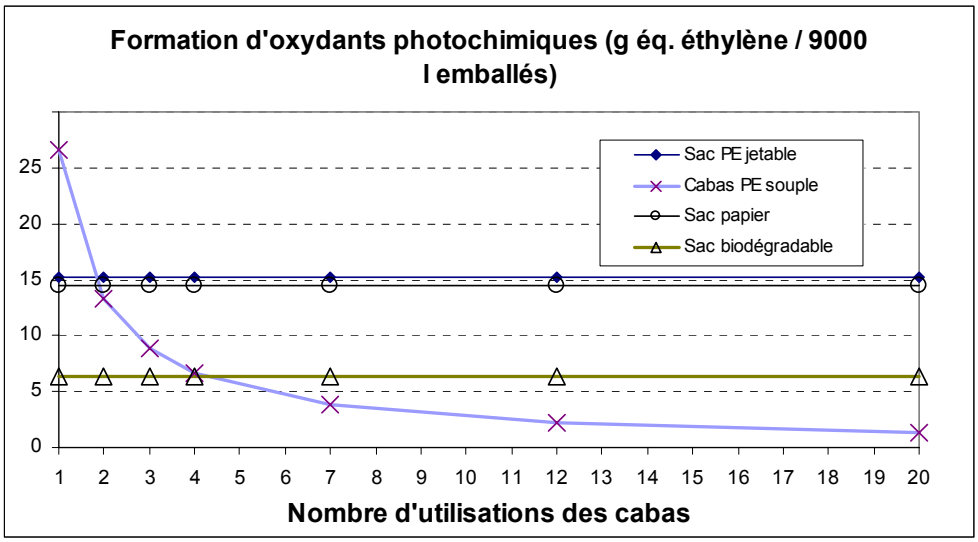


Figure 17 : Formation d'oxydants photochimiques pour les sacs étudiés

23.7 Contribution à l'eutrophisation des eaux superficielles

Le sac biodégradable contribue 11 fois plus à l'eutrophisation que le sac PE jetable, principalement à cause de l'amont agricole de la production d'amidon.

Le sac papier contribue 12 fois plus à l'eutrophisation que le sac PE jetable, principalement à cause de la préparation de la pâte à papier recyclée.

Le cabas contribue moins au phénomène que les sacs jetables à partir de la 4e utilisation.

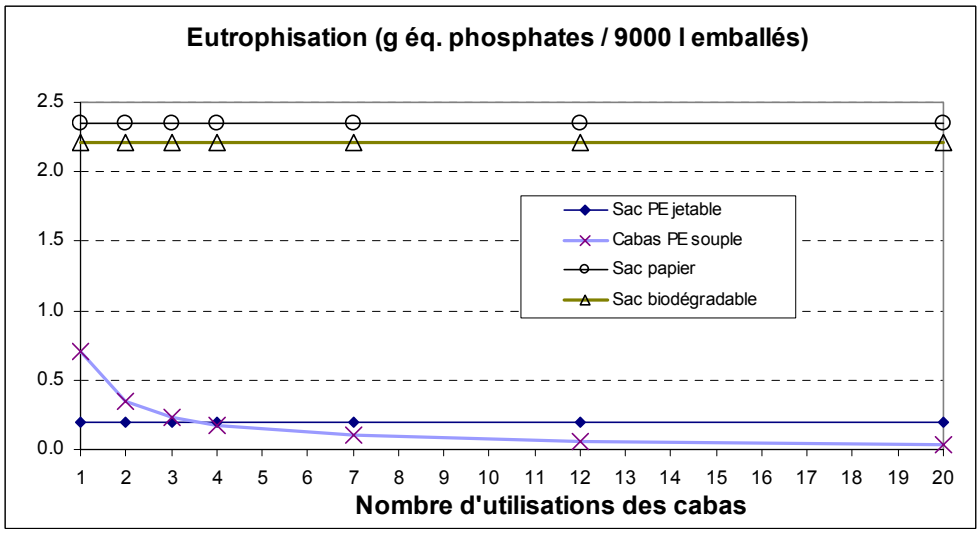


Figure 18 : Contribution à l'eutrophisation pour les sacs étudiés

23.8 Production totale de déchets solides

Le sac biodégradable produit autant de déchets que le sac PE jetable (à 10% près).

Le sac papier produit 1.8 fois plus de déchets que le sac PE jetable, principalement à cause de la masse supérieure de papier nécessaire (23 kg de papier contre 3.9 kg pour le sac PE jetable) et du désencrage des vieux papiers.

Le cabas produit moins de déchets que les sacs jetables à partir de la 4e utilisation.

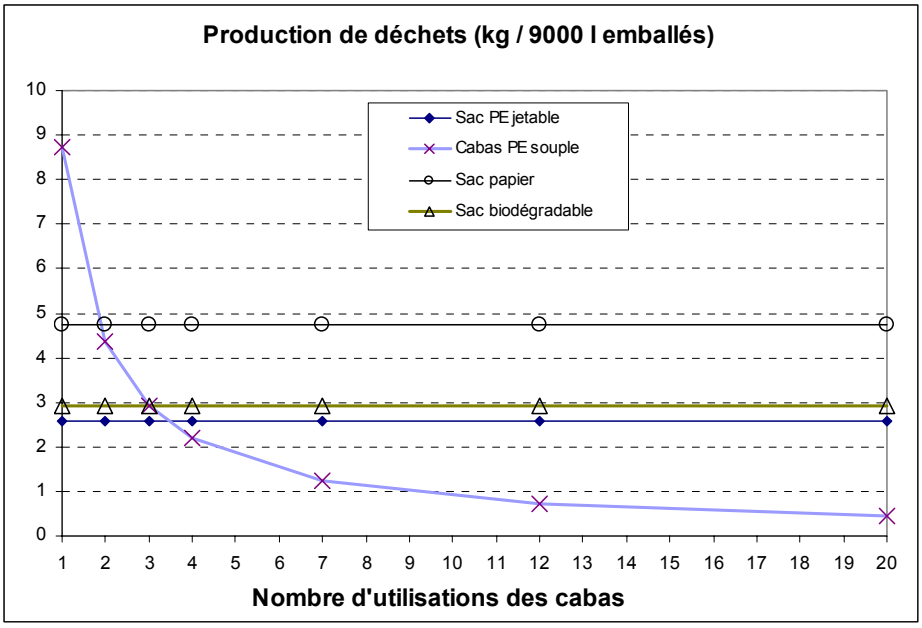


Figure 19 : Production de déchets pour les sacs étudiés

23.9 Risque relatif par abandon des sacs usagés

Le tableau suivant reprend les facteurs de risques détaillés en §7.3 et les combine pour obtenir une estimation du risque relatif par abandon.

Le sac PE jetable est clairement le moins performant pour cet indicateur.

Le sac biodégradable et le sac papier présentent globalement peu de risques par abandon.

Le cabas PE présente globalement peu de risques par abandon ; ces risques diminuent avec le nombre d'utilisations.

	Sac PE jetable	**Cabas PE**	**Sac papier**	**Sac biodégradable**
Volume des sacs usagés à traiter (litres)	9000	9000 / n	9000	9000
Probabilité d'abandon des sacs	Fort	faible	faible	faible
Probabilité d'évasion des sacs par envol	Fort	faible	faible	Fort
Persistance dans l'environnement	Fort	Fort	faible	faible
Risque relatif par abandon (total)	**Fort**	**Moyen - faible**	**faible**	**Moyen - faible**

Tableau 13 : Risque relatif par abandon des sacs usagés

Légende :

Performance plus mauvaise d'au moins 20% par rapport au sac PE jetable

Performance meilleure d'au moins 20% par rapport au sac PE jetable

n Nombre d'utilisations des cabas

23.10 Résumé des performances relatives des sacs

Dans le cas de la situation française de traitement des déchets ménagers et assimilés, la performance relative des sacs étudiés est résumée dans le tableau suivant, par rapport au sac PE jetable et pour les indicateurs étudiés.

Indicateur	Sac PE jetable	Cabas souple (n=2)	Cabas souple (n=4)	Cabas souple (n=5)	Cabas souple (n=20)	Sac papier	Sac biodégradable
Consommation d'énergie primaire non renouvelable	1	1.8	0.9	0.7	0.2	1.0	0.9
Consommation d'eau	1	1.6	0.8	0.7	0.2	3.3	1.0
Emission de gaz à effet de serre	1	1.6	0.8	0.7	0.2	1.9	1.4
Acidification atmosphérique	1	1.8	0.9	0.7	0.2	1.8	1.6
Formation d'oxydants photochimiques	1	0.9	0.4	0.3	0.1	0.9	0.4
Eutrophisation	1	1.8	0.9	0.7	0.2	12	11
Production de déchets solides	1	1.7	0.8	0.7	0.2	1.8	1.1
Risque relatif par abandon des sacs usagés	Fort	Moyen-faible				Faible	Moyen-faible

Tableau 14 : Performances relatives des sacs étudiés (contexte français de traitement des déchets)

Légende :

Performance plus mauvaise d'au moins 20% par rapport au sac PE jetable

Performance meilleure d'au moins 20% par rapport au sac PE jetable

n Nombre d'utilisations des cabas

A partir de ces données, il est possible de déterminer le nombre minimum d'utilisations pour que le cabas Pe souple soit meilleur que le sac PE jetable ou meilleur que l'ensemble des sacs jetables étudiés (PE, papier, biodégradable) - voir tableau ci-dessous.

Nombre d'utilisations pour que le cabas soit meilleur que…	Cabas PE souple	
	Sac jetable PE	Tous sacs jetables
Consommation d'énergie primaire non renouvelable	4	5
Consommation d'eau	4	4
Emission de gaz à effet de serre	4	4
Acidification atmosphérique	4	4
Formation d'oxydants photochimiques	2	5
Eutrophisation	4	4
Production de déchets solides	4	4
Enveloppe de tous les indicateurs	4	5

Tableau 15 : Nombre minimum d'utilisations des cabas pour obtenir des performances meilleures à celles des sacs jetables

24 Analyses de sensibilité et simulations

Les analyses de sensibilité et simulations ci-dessous ont été réalisée sur proposition d'Ecobilan, de Carrefour ou de la revue critique, afin de tester la robustesse des conclusions obtenues sur le cas de la France ou pour généraliser à d'autres pays, ayant d'autres contextes de traitement des déchets (par exemple plus d'incinération ou plus de mise en décharge).

24.1 Utilisation du sac PE jetable comme sac poubelle

Contexte. Un sondage récent auprès des consommateurs français a montré que 4 personnes sur 5 mettent de côté leurs sacs de caisse puis les réutilisent en sac poubelle dans 81.6% des cas (enquête junior ESSEC, 1999). Cette donnée est confirmée par le rapport australien résumé en annexe, voir §33, où 75% des sacs PE jetables sont réutilisés en sac poubelle.

Hypothèses. Nous avons considéré qu'un sac PE usagé de 14l environ économisait 14/20e d'un sac poubelle PEHD de 20l dans 65% des cas (=4/5*81.6%) et que dans les 35% des cas restants le sac finissait par être mis à la poubelle sans être réutilisé. Nous avons utilisé la méthode des impacts évités et crédité le sac PE des impacts liés au cycle de vie de 14/20e d'un sac poubelle PEHD 20l de 15 microns (épaisseur maximale pour obtenir l'écolabel français sac à déchets).

Les données utilisées pour le cycle de vie d'un sac poubelle PEHD 20 litres sont issues de l'étude réalisée par Ecobilan en 2000 pour l'ADEME et consistant à mettre à jour les critères de l'écolabel français (NF Environnement) des sacs à déchets. Le cycle de vie du sac poubelle a cependant été mis à jour pour tenir compte des dernières mises à jour de l'APME.

Suite à la revue critique, une autre simulation a été effectuée pour tenir compte du fait qu'une partie des sacs poubelle (50% d'après Que Choisir) n'est finalement pas utilisable car elle est abîmée après le premier usage. Dans ce cas, le sac jetable se substitue au sac poubelle dans 65%*50%=32.5% des cas.

Résultats. Dans ce contexte, le sac PE jetable est en général plus performant que les autres sacs jetables. Il faut aussi utiliser le cabas PE souple un nombre plus important de fois pour que ceux-ci soient meilleurs que le sac PE jetable et aux deux autres sacs jetables sur tous les indicateurs :

- 9 utilisations lorsque le sac jetable se substitue au sac poubelle dans 65% des cas,
- 5 utilisations lorsque le sac jetable se substitue au sac poubelle dans 32.5% des cas.

Indicateur	Sac PE jetable	Cabas souple (n=2)	Cabas souple (n=4)	Cabas souple (n=5)	Cabas souple (n=20)	Sac papier	Sac biodégradable
Consommation d'énergie primaire non renouvelable	1	3.7	1.9	1.5	0.4	2.2	1.8
Consommation d'eau	1	2.3	1.2	0.9	0.2	4.7	1.4
Emission de gaz à effet de serre	1	2.7	1.4	1.1	0.3	3.1	2.3
Acidification atmosphérique	1	2.7	1.3	1.1	0.3	2.7	2.4
Formation d'oxydants photochimiques	1	1.1	0.5	0.4	0.1	1.2	0.5
Eutrophisation	1	2.7	1.4	1.1	0.3	18	17
Production de déchets solides	1	4.3	2.2	1.7	0.4	4.7	2.9
Risque relatif par abandon des sacs usagés	Fort	Moyen-faible				Faible	Moyen-faible

Tableau 16 : Performances relatives des sacs étudiés (réutilisation partielle du sac PE jetable en sac poubelle dans 65% des cas)

Légende :

Performance plus mauvaise d'au moins 20% par rapport au sac PE jetable

Performance meilleure d'au moins 20% par rapport au sac PE jetable

n Nombre d'utilisations des cabas

Indicateur	Sac PE jetable	Cabas souple (n=2)	Cabas souple (n=4)	Cabas souple (n=5)	Cabas souple (n=20)	Sac papier	Sac biodégradable
Consommation d'énergie primaire non renouvelable	1	2.4	1.2	1.0	0.2	1.4	1.2
Consommation d'eau	1	1.9	1.0	0.8	0.2	3.9	1.1
Emission de gaz à effet de serre	1	2.0	1.0	0.8	0.2	2.3	1.7
Acidification atmosphérique	1	2.2	1.1	0.9	0.2	2.2	1.9
Formation d'oxydants photochimiques	1	1.0	0.5	0.4	0.1	1.1	0.5
Eutrophisation	1	2.1	1.1	0.9	0.2	14	13
Production de déchets solides	1	2.4	1.2	1.0	0.2	2.6	1.6
Risque relatif par abandon des sacs usagés	Fort	Moyen-faible				Faible	Moyen-faible

Tableau 17 : Performances relatives des sacs étudiés
(réutilisation partielle du sac PE jetable en sac poubelle dans 32.5% des cas)

24.2 Traitements différents des sacs usagés

Les simulations suivantes visent à évaluer si les comparaisons relatives obtenues sur les sacs dans le contexte français évoluent avec un contexte différent de traitement des déchets ménagers.

- **Mise en décharge des sacs usagés**

Tous les sacs usagés non réutilisés sont mis en décharge dans cette simulation.

Le positionnement relatif des sacs n'est pas affecté. Le cabas PE souple reste préférable aux sacs jetables à partir de 4 utilisations.

Indicateur	Sac PE jetable	Cabas souple (n=2)	Cabas souple (n=4)	Cabas souple (n=5)	Cabas souple (n=20)	Sac papier	Sac biodégradable
Consommation d'énergie primaire non renouvelable	1	1.8	0.9	0.7	0.2	1.1	0.9
Consommation d'eau	1	1.6	0.8	0.6	0.2	4.0	1.0
Emission de gaz à effet de serre	1	1.6	0.8	0.6	0.2	3.3	1.5
Acidification atmosphérique	1	1.8	0.9	0.7	0.2	1.9	1.8
Formation d'oxydants photochimiques	1	0.9	0.4	0.4	0.1	1.3	0.5
Eutrophisation	1	1.8	0.9	0.7	0.2	14	12
Production de déchets solides	1	1.7	0.9	0.7	0.2	2.7	1.1
Risque relatif par abandon des sacs usagés	Fort	Moyen-faible				Faible	Moyen-faible

Tableau 18 : Performances relatives des sacs étudiés (avec mise en décharge des sacs usagés)

Légende :

Performance plus mauvaise d'au moins 20% par rapport au sac PE jetable

Performance meilleure d'au moins 20% par rapport au sac PE jetable

n Nombre d'utilisations des cabas

- **Incinération des sacs usagés sans récupération d'énergie**

Tous les sacs usagés non réutilisés sont incinérés sans récupération d'énergie dans cette simulation.

Le positionnement relatif des sacs n'est pas affecté. Le cabas PE souple reste préférable aux sacs jetables à partir de 4 utilisations.

Indicateur	Sac PE jetable	Cabas souple (n=2)	Cabas souple (n=4)	Cabas souple (n=5)	Cabas souple (n=20)	Sac papier	Sac biodégradable
Consommation d'énergie primaire non renouvelable	1	1.8	0.9	0.7	0.2	1.0	0.9
Consommation d'eau	1	1.7	0.8	0.7	0.2	3.4	1.0
Emission de gaz à effet de serre	1	1.7	0.8	0.7	0.2	1.3	1.3
Acidification atmosphérique	1	1.8	0.9	0.7	0.2	2.1	1.5
Formation d'oxydants photochimiques	1	0.9	0.4	0.4	0.1	0.8	0.4
Eutrophisation	1	1.8	0.9	0.7	0.2	11	10
Production de déchets solides	1	1.4	0.7	0.6	0.1	5.2	1.4
Risque relatif par abandon des sacs usagés	Fort	Moyen-faible				Faible	Moyen-faible

Tableau 19 : Performances relatives des sacs étudiés (avec incinération sans récupération d'énergie des sacs usagés)

- **Incinération des sacs usagés avec récupération d'énergie**

Tous les sacs usagés non réutilisés sont incinérés avec récupération d'énergie dans cette simulation. Les incinérateurs sont les mêmes que ceux utilisés pour représenter le cas français et récupèrent 27% de l'énergie des déchets.

Le positionnement relatif des sacs n'est pas affecté. Le cabas PE souple est préférable aux sacs jetables à partir de 5 utilisations pour tous les indicateurs sauf la production de déchets. En effet, le sac biodégradable économise de la production de déchets dans cette configuration et les cabas PE produiront toujours plus de déchets quel que soit le nombre d'utilisations des cabas.

Indicateur	Sac PE jetable	Cabas souple (n=2)	Cabas souple (n=4)	Cabas souple (n=5)	Cabas souple (n=20)	Sac papier	Sac biodégradable
Consommation d'énergie primaire non renouvelable	1	1.8	0.9	0.7	0.2	0.9	0.8
Consommation d'eau	1	1.7	0.8	0.7	0.2	3.5	0.9
Emission de gaz à effet de serre	1	1.6	0.8	0.7	0.2	1.0	1.3
Acidification atmosphérique	1	1.8	0.9	0.7	0.2	1.9	1.4
Formation d'oxydants photochimiques	1	0.8	0.4	0.3	0.1	0.7	0.3
Eutrophisation	1	1.8	0.9	0.7	0.2	12	11
Production de déchets solides	1	-0.5	-0.3	-0.2	-0.1	26	-0.3
Risque relatif par abandon des sacs usagés	Fort	Moyen-faible				Faible	Moyen-faible

Tableau 20 : Performances relatives des sacs étudiés (avec incinération avec récupération d'énergie des sacs usagés)

24.3 Réutilisation du sac papier

Hypothèses. Nous supposons ici que le sac papier peut être réutilisé une fois.

Résultats. En supposant qu'il peut être réutilisé une fois, le sac papier voit alors ses impacts divisés par deux. Ses performances par rapport au sac PE jetable sont cependant encore contrastées :

- La consommation d'énergie non renouvelable et la contribution à la formation d'oxydants photochimiques deviennent inférieures à celle du sac PE (-45%). Le risque par abandon est encore plus faible que sans réutilisation.
- Les émissions de gaz à effet de serre, la contribution à l'eutrophisation atmosphérique et la production de déchets solides sont proches (à 16% près) de celles du sac PE jetable.
- La consommation d'eau et les contributions à l'eutrophisation restent supérieures à celle du sac PE jetable.

Le cabas PE souple reste préférable aux sacs jetables à partir de 7 utilisations pour les indicateurs calculés.

Indicateur	Sac PE jetable	Cabas souple (n=2)	Cabas souple (n=4)	Cabas souple (n=5)	Cabas souple (n=20)	Sac papier (n=2)	Sac biodégradable
Consommation d'énergie primaire non renouvelable	1	1.8	0.9	0.7	0.2	0.5	0.9
Consommation d'eau	1	1.6	0.8	0.7	0.2	1.6	1.0
Emission de gaz à effet de serre	1	1.6	0.8	0.7	0.2	0.9	1.4
Acidification atmosphérique	1	1.8	0.9	0.7	0.2	0.9	1.6
Formation d'oxydants photochimiques	1	0.9	0.4	0.3	0.1	0.5	0.4
Eutrophisation	1	1.8	0.9	0.7	0.2	5.9	11
Production de déchets solides	1	1.7	0.8	0.7	0.2	0.9	1.1
Risque relatif par abandon des sacs usagés	Fort	Moyen-faible				Faible	Moyen-faible

Tableau 21 : Performances relatives des sacs étudiés (avec deux utilisations du sac papier et dans le contexte français de traitement des déchets)

Légende :

	Performance plus mauvaise d'au moins 20% par rapport au sac PE jetable
	Performance meilleure d'au moins 20% par rapport au sac PE jetable
n	Nombre d'utilisations des cabas et du sac papier

24.4 Recyclage des cabas usagés

Contexte. D'après l'expérience d'une autre enseigne qui propose des cabas réutilisables consignés, environ 15% des cabas mis en circulation sont rapportés puis recyclés.

Hypothèses. Nous supposons ici que 30% des cabas usagés sont recyclés, ce qui correspond à une simulation « prospective ». En cohérence avec le cas du recyclage du papier, seule la collecte des sacs usagés est prise en compte, les sacs usagés étant finalement comptés dans un stock de plastiques usagés.

Résultats. Dans ces conditions, les performances du cabas s'améliorent d'environ 10%. Le cabas PE souple reste préférable aux sacs jetables à partir de 4 utilisations pour les indicateurs calculés.

SECTION V - Conclusions

25 Analyse environnementale de chaque sac par étape

Les conclusions de la phase d'analyse des résultats par étape (voir §22) sont les suivantes.

- La phase de production des matériaux (PE, papier, amidon, colles, …) prédomine pour tous les sacs et pour la majorité des indicateurs étudiés.
- Les transports ont en général un impact faible par rapport aux autres étapes.
- La fabrication des sacs chez les fournisseurs directs de Carrefour génère des impacts en général plus faibles que ceux de la production des matériaux ; par exemple, la consommation d'énergie non renouvelable de la fabrication des sacs est 4 à 17 fois moins importante que celle de la production des matériaux. La fabrication des sacs peut néanmoins être une source importante d'oxydants photochimiques lorsque les encres utilisées contiennent des solvants.
- L'étape de fin de vie (mise en décharge et incinération) contribue aux impacts spécifiques de risque par abandon des sacs usagés, de production de déchets solides et d'émissions de gaz à effet de serre et de dioxine.

26 Bilan environnemental comparé des quatre types de sacs

Les conclusions principales de la comparaison des performances des sacs dans le contexte français de traitement des déchets ménagers et assimilés (voir §23) sont les suivantes.

Comparaison des performances des cabas PE souples et des sacs jetables

- Au-delà d'un certain nombre d'utilisations, les cabas PE souples deviennent toujours meilleurs que les sacs jetables étudiés.
- Pour un nombre d'utilisations supérieur ou égal à 5, le cabas PE souple est meilleur que les sacs jetables étudiés pour tous les indicateurs retenus et pour les émissions de dioxine.

Comparaison des performances des sacs jetables

- Par rapport au sac PE jetable, le sac papier est meilleur pour le risque par abandon, équivalent pour la consommation d'énergie et la formation d'oxydant photochimique et plus mauvais d'au moins 80% sur les 5 autres indicateurs étudiés. Le sac papier consomme notamment 3 fois plus d'eau, émet 80 à 90% de gaz à effet de serre et de gaz acides en plus.
- Par rapport au sac PE jetable, le sac biodégradable est meilleur pour le risque par abandon et la formation d'oxydant photochimique, équivalent pour trois indicateurs et plus mauvais pour l'émission de gaz à effet de serre, l'acidification atmosphérique (de 40 à 60% d'impact en plus) et l'eutrophisation où il est 11 fois pire.

Le sac PE jetable se situe donc plutôt mieux que les sacs papier et biodégradable sur la plupart des indicateurs, sauf pour la pollution photochimique et le risque par abandon qui est la principale faiblesse de ce sac.

27 Analyses de sensibilité et simulations

Les conclusions des analyses de sensibilité et des simulations réalisées au §24 sont les suivantes.

Utilisation du sac PE jetable en sac poubelle

Lorsque l'on prend en compte dans les calculs le fait que 65% des gens ont l'intention de réutiliser le sac PE jetable comme sac poubelle et que les sacs peuvent effectivement être réutilisés dans 50 à 100% des cas :

- Le sac PE jetable est généralement meilleur que les autres sacs jetables.
- Il faut utiliser le cabas PE souple 5 à 9 fois pour être meilleur que le sac PE jetable sur tous les indicateurs.

Résultats dans d'autres contextes de traitement des déchets ménagers

- Les résultats obtenus en terme de positionnement des performances des sacs dans la situation française de traitement des déchets ménagers (68% de mise en décharge, 32% d'incinération, recyclage de 45% des papiers) ne sont pas modifiés par des traitements différents des sacs usagés (100% mise en décharge, 100% incinération, 100% incinération avec récupération d'énergie).

Réutilisation du sac papier

- Lorsque l'on considère que le sac papier est réutilisé une fois, ses performances s'améliorent et sont meilleures que celles du sac PE jetable pour le risque lié à l'abandon, la consommation d'énergie et la formation d'oxydants photochimiques mais restent équivalentes ou moins bonnes que celles du sac PE jetable sur les cinq autres points.
- Le cabas PE souple reste meilleur que les sacs jetables pour tous les indicateurs à partir de 7 utilisations.

Recyclage des cabas usagés

- Lorsque l'on considère que 30% des cabas usagés sont recyclés, leurs performances sont améliorées de 10% environ.
- Le cabas PE souple reste meilleur que les sacs jetables pour tous les indicateurs étudiés à partir de 4 utilisations.

SECTION VI - Revue critique

28 Rapport de la revue critique et réponses d'Ecobilan aux remarques de la revue critique

Les remarques présentées dans les pages suivantes sont issues de la revue critique, coordonnée par M. Henri Lecouls, à partir de la version provisoire du rapport final de novembre 2003.

Les réponses d'Ecobilan font directement référence aux remarques de la revue critique présentées dans le paragraphe précédent qui appellent une réponse. Elles reprennent la section et le chapitre du rapport concernés, ainsi que l'intitulé du sujet.

le 22 décembre 2003

Revue critique du rapport d'évaluation des impacts environnementaux des sacs de caisse Carrefour.

(8 pages)

La revue critique ci-dessous a été réalisée par un comité de revue critique (que nous appelons « le comité »), ainsi constitué :

Animateur M. Henri Lecouls expert ACV indépendant, assisté de :

Mlle Laura Degallaix, représentant l'UFC-Que Choisir,

Mme Dominique Royet, représentant le WWF.

Références :

Les références chiffrées (numéros de pages et de paragraphes) **sont celles du « Rapport final pour revue critique » établi par Ecobilan et remis le 15 novembre 2003,** que nous appelons « l'étude » dans la revue ci-après**.**

Remarque générale

Les différents chapitres de l'étude répondent bien aux exigences des normes de la série 14040, et notamment aux principes de transparence et de clarté.

Cependant, pour améliorer la pertinence du rapport final, certains points demandent à être précisés et font l'objet de recommandations ou de simples questions à l'auteur de l'étude.

Ces points sont identifiés dans les domaines suivants :

- Rédaction de certains passages et notamment des sections Conclusions et Synthèse
- Choix des hypothèses
- Choix des indicateurs utilisés pour l'évaluation des performances
- Validité technique des inventaires

En annexe, sont énumérées des observations « éditoriales » relevant de simples améliorations du texte. Cette annexe n'est pas reproduite dans le rapport final.

Le comité demande que les recommandations soient autant que possible prises en compte pour modifier l'étude.

Les réponses aux questions relèvent par contre de la seule initiative de l'auteur.

1° - Rédaction de certains passages et notamment des sections Conclusions et Synthèse

1.1 Conclusions et Synthèse de l'étude

Le comité considère que la Section V Conclusions (p. 49 et 50) et la Synthèse de l'étude (p. 7 et 8), dans leur forme actuelle, n'expriment pas assez clairement les résultats de l'étude et doivent bénéficier d'une rédaction plus complète.

1.1.1 Terminologie : titre de la page 7

Le mot « Synthèse » ne parait pas approprié parce qu'il peut créer une confusion avec le « rapport de synthèse » qui désigne parfois l'étude elle-même.

Recommandation : remplacer « Synthèse de l'étude » par « Résumé de l'étude »

Réponse d'Ecobilan : Recommandation acceptée.

1.1.2 Propositions du comité pour les conclusions et le résumé

- Alimenter le texte avec des éléments de conclusion et d'interprétation. Par exemple, éviter de laisser le lecteur comparer seul des résultats chiffrés et décider seul si c'est important ou non. Autre exemple, indiquer si les variations dues aux simulations sont fortes ou faibles par rapport au scénario de référence.

- Dans le résumé supprimer les formules du type « Nous ... », et les passages trop détaillés (nombre de fournisseurs, composition des sacs ...)

- Citer la revue critique (modalités et participants), ajouter au résumé une conclusion de quelques lignes et une phrase pour indiquer les modalités de diffusion de l'étude (diffusion libre ou contrôlée ? sur le site de Carrefour ? ...)

Recommandation : Améliorer la rédaction des conclusions et du résumé de l'étude pour en faciliter au mieux la compréhension par des non spécialistes.

Réponse d'Ecobilan : La rédaction de la conclusion et du résumé a été revue en suivant les recommandations de la revue critique.

1.2 Terminologie

1.2.1 Désignation des types de sacs

Dans le § 3, p.8 les termes « cabas PE souple », « cabas réutilisable souple », « cabas souple » désignent le même type de sac.

Recommandation : utiliser dans toute l'étude un terme unique pour désigner chaque type de sac.

Réponse d'Ecobilan : nous avons harmonisé le document et utilisons le terme « cabas PE souple ».

1.2.2 Energie non renouvelable

Les lecteurs non spécialistes ne savent pas que la « Consommation d'énergie non renouvelable », exprimée en MJ, inclut non seulement l'énergie des procédés, mais aussi la matière de certains sacs, pour lesquels le pétrole et le gaz constituent l'unique ressource matière (par exemple le Polyéthylène).

Question : peut-on remplacer (au moins au niveau des conclusions et du résumé) la formulation « Consommation d'énergie non renouvelable » par « Consommation de ressources non renouvelables » ?

Réponse d'Ecobilan : nous avons précisé la description de l'indicateur en détaillant les consommations de ressources correspondantes : « consommation d'énergie non renouvelable (*pétrole, gaz naturel, charbon, uranium*) ».

1.2.3 Qualité des données

Au §8, p.20 : les termes « doivent être », « doit être », « doivent refléter » peuvent laisser supposer que dans l'étude, les exigences de qualité des données ne sont pas remplies.

Recommandation : remplacer les termes « doivent être », « doit être », « doivent refléter », par « sont », « est », « reflètent ».

Réponse d'Ecobilan : reformulation acceptée.

1.3 Revue critique

Recommandation : Dans le texte du §9, p. 21, remplacer la première phrase par : « Cette étude a été menée pour le compte de Carrefour. A l'issue de cette étude, l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) a pris en charge et mis en place une revue critique indépendante de ses résultats, revue organisée comme suit :

- Dans un premier temps etc.... »

Réponse d'Ecobilan : reformulation acceptée.

2° - Choix des hypothèses

2.1 - Objectif de l'étude : public concerné

« L'objectif d'une analyse du cycle de vie doit indiquer sans ambiguité ... le public concerné, c'est à dire les personnes auxquelles il est envisagé de communiquer les résultats de l'étude » (ISO 14040)

L'expression « parties prenantes » utilisée dans l'étude (§ 2, p.9) n'est pas assez précise.

Recommandation : mieux définir le public concerné, par exemple : les personnes de Carrefour en charge de définir une politique « sacs de caisse », les fournisseurs de Carrefour, les ONG, les pouvoirs publics, les consommateurs ...

Réponse d'Ecobilan : La question posée par la revue critique a été transmise à Carrefour, qui a précisé la liste suivante de parties prenantes : fournisseurs de Carrefour, organisations non gouvernementales, pouvoirs publics et consommateurs. Cette information a été ajoutée dans le chapitre §2.

2.2 - Champ de l'étude (cf p. 10)

Question : peut-on préciser si Carrefour est un cas particulier, ou si les résultats présentés peuvent être considérés comme représentatifs des sacs de caisse de toutes enseignes, en France, ou même en Europe ?

Réponse d'Ecobilan : Le périmètre de l'étude étant la société Carrefour, les données récoltées proviennent exclusivement des fournisseurs de Carrefour et aucune information n'a été collectée sur le cas d'autres enseignes. Des études ACV sur des sujets similaires sont néanmoins résumées en annexe I. Des similitudes en termes de positionnement (par ex. intérêt des cabas) peuvent notamment être notées dans l'étude australienne.

2.3 - Description des sacs de caisse étudiés

(cf § 5.2, p.10) Plusieurs remarques du comité :

- pédagogie : les lecteurs risquent de ne pas toujours comprendre de quels modèles de sacs il est question.

- le prix est aussi une information utile ; les sacs jetables ne sont pas gratuits car en définitive c'est le consommateur qui les paie.

- dans le tableau 1, p.11, l'expression « non disponible » pour l'épaisseur du sac papier, nuit à la crédibilité du tableau.

Recommandations :

- Présenter des photos ou des illustrations des différents sacs.**Réponse d'Ecobilan** : La société Carrefour a été contactée sur ce point et entreprend des recherches.

- Indiquer, si cela est possible, le prix de vente (ou de consigne) au consommateur pour ceux qui sont vendus (ou consignés), et « intégré dans le prix de vente des marchandises » pour les autres.

Réponse d'Ecobilan : comme les prix de vente peuvent varier d'un pays à l'autre et que l'étude se place d'un point de vue uniquement environnemental, Carrefour ne souhaite pas mentionner ces informations dans le rapport.

- Supprimer le mot « gratuit » qui est répété 4 fois pages 7, 9 et 10

Réponse d'Ecobilan : le mot a été supprimé.

- Indiquer l'épaisseur du sac papier dans le tableau 1.

Réponse d'Ecobilan : le grammage a été indiqué.

2.4 - Recueil des données

(cf § 12, 13, 14, 15, p. 23 et suivantes) La phrase récurrente « La fabrication des sacs n'a pas fait l'objet de collecte spécifique » peut induire en erreur les non spécialistes qui penseront, par exemple, que la consommation d'électricité pour la fabrication des sacs n'est pas prise en compte.

Recommandation : modifier cette phrase, ou l'expliquer.

Réponse d'Ecobilan : pour les sacs et cabas PE, la phrase a été modifiée par « Les consommations d'énergie de la fabrication des sacs ont été caractérisées à partir de données bibliographiques (consommation d'électricité principalement) ». Pour les sacs papier, la phrase a été modifiée par « Les consommations d'énergie de la fabrication des sacs ont été caractérisées à partir de données bibliographiques (consommations d'électricité et d'eau principalement) ». Note : l'origine de ces données est également décrite dans les paragraphes 12 à 15.

2.5 - Modèle de production de l'électricité (cf § 20.2, p 33)

Le modèle d'électricité correspondant à la situation moyenne en Europe n'est pas seulement appliqué à la production de papier recyclé, mais aussi aux productions de PEHD, PEBD, H2O2, qui sont aussi des moyennes européennes.

Par ailleurs il serait utile de savoir dans quelle mesure le modèle de production de l'électricité influe (ou non) sur les résultats, c'est à dire si les résultats sont (ou non) extrapolables en Europe.

Recommandations :

- Compléter la liste des productions représentatives de la moyenne européenne
- Expliquer brièvement l'influence du modèle électrique sur les résultats .

Réponse d'Ecobilan : Recommandations acceptée. Le paragraphe §20.2 a été complété.

2.6 - Recyclage du cabas réutilisable

D'après l'expérience d'une autre enseigne qui propose des cabas réutilisables consignés, environ 15% des cabas mis en circulation sont rapportés puis recyclés.

Le comité pense qu'il faut introduire dans l'analyse de sensibilité (au chap 24) une simulation « prospective » à un niveau élevé de recyclage : 30%, pour en montrer l'intérêt potentiel.

Recommandation : rédiger dans l'analyse de sensibilité une simulation avec un taux de recyclage de 30% du cabas réutilisable.

Réponse d'Ecobilan : Recommandation acceptée. Nous avons contacté Eco-Emballages pour obtenir de l'information sur le recyclage des cabas consignés par une autre enseigne. Ces sacs usagés sont recyclés en boucle « ouverte », dans d'autres applications (ex. sacs poubelle). Une simulation complémentaire a été réalisée pour tenir compte d'un recyclage boucle ouverte de 30% des cabas usagés (voir § 24.4). En cohérence avec le cas du recyclage du papier, seule la collecte des sacs usagés est prise en compte dans le cycle de vie des sacs, les sacs usagés étant finalement comptés dans un stock de plastiques usagés.

2.7 - Transport des sacs (cf § 6.2.2.3, p.17 et tableaux 4 à 10, p.23 et suivantes)

Il n'est pas « équitable » de négliger le transport des sacs jetables en PEHD des entrepôts Carrefour vers les magasins, tout en imputant 500 km aux autres sacs pour la desserte directe des magasins.

Recommandation : imputer aux sacs jetables en PEHD la distance moyenne approximative des entrepôts aux magasins.

Réponse d'Ecobilan : Recommandation acceptée. La distance de transport des sacs vers les entrepôts Carrefour était déjà intégrée (100 à 1090 km de camion suivant les fournisseurs). Une distance complémentaire de 300 km a été rajoutée dans les calculs pour représenter le transport final vers les magasins. Note : Ceci influe très peu sur les résultats.

2.8 - Utilisation du sac jetable comme sac poubelle (cf § 24.1, p.46)

Le résultat de cette simulation - qui conduit à 27 utilisations pour que le cabas réutilisable soit meilleur que le sac jetable - est très surprenant.

Dans le tableau 16, p. 46 on voit que ce nombre élevé d'utilisations n'est du qu'à l'indicateur « Acidification atmosphérique » , alors que l'indicateur « Consommation d'énergie primaire non renouvelable » conduit à 6 utilisations. Tout se passe comme si l'émission spécifique de gaz acides était 5

fois plus faible dans le modèle sac poubelle que dans les modèles cabas. Ce qui est surprenant puisqu'il s'agit de PE dans les deux cas.

La seule hypothèse qu'un sac PE jetable usagé économise un sac poubelle dans 65% des cas est jugée insuffisante par le comité, et ceci pour différentes raisons :

- Un sac de caisse n'est pas fait comme un sac poubelle : le sac poubelle est muni d'un moyen de fermeture qui permet de bien remplir le sac puis de le fermer, alors qu'il faut utiliser les anses de portage pour fermer le sac de caisse, ce qui réduit la capacité pour des déchets. Il n'est donc pas conforme à la réalité de considérer qu'un sac de caisse usagé de 14 l économise un sac poubelle de 20 l nominal. Il convient au minimum d'ajouter un ratio de 14 / 20 au taux d'utilisation de 65% .

- Observons par ailleurs que, structurellement, le volume qu'un consommateur achète est supérieur à celui dont il a besoin pour les déchets, car il jette moins qu'il n'achète. On ne peut donc pas comptabiliser au bénéfice du sac jetable usagé les impacts évités de la production de sacs poubelle dont on n'aurait pas eu besoin.

- De plus, une partie des sacs jetables usagés est abîmée après le premier usage et il faut les doubler ou les rejeter.

Le comité estime qu'en définitive, seuls 50% des sacs jetables usagés sont utilisables.

Recommandations :

Revoir les émissions de gaz acides dans le modèle des sacs poubelles.

Reprendre les hypothèses de la simulation en tenant compte du taux « sondage » de 65%, d'un taux de sacs utilisables de 50% et du ratio « volume » de 14 / 20.

Réponse d'Ecobilan : Recommandation acceptée, en ce qui concerne la mise à jour des émissions du modèle sac poubelle (qui a été mis à jour avec les données APME 2000 déjà utilisées pour les sacs de caisse) et le ratio « volume » 14/20e. En ce qui concerne le pourcentage de sacs finalement utilisables, estimé à 50%, une simulation complémentaire a été effectuée et ses résultats figurent notamment dans les conclusions et le résumé.

2.9 - Réutilisation du sac papier (cf § 24.3, p. 48)

Si le sac en papier est payant, sa réutilisation est vraisemblable.

Recommandation : supprimer la note : « la vraisemblance de cette hypothèse n'a pas été vérifiée »

Remarque : même si le sac n'est pas payant, cette note introduit un jugement de valeur inutile.

Réponse d'Ecobilan : Recommandation acceptée.

3° - Choix des indicateurs utilisés pour l'évaluation des performances

Les sept indicateurs choisis sont des indicateurs classiques en Analyse du Cycle de Vie.

Il est cependant souhaitable d'examiner la possibilité d'en introduire un huitième et de rédiger une justification du choix qui est fait.

3.1 - Indicateur de potentiel d'abandon (cf. §23.10,p. 45)

Cet indicateur n'est pas classique, mais il est aussi important que les 7 autres dans le cas d'une étude sur les sacs de caisse. C'est évident à la lecture des très bons exemples cités dans le § « Contexte », auxquels on peut ajouter que, selon l'Ifremer, 60 à 90% des déchets observés en mer seraient des sacs plastique.

Il est donc souhaitable de faire apparaître cet indicateur dans les tableaux de comparaisons du chapitre 23, au même titre que les autres.

Cependant, par manque de données quantitatives, il apparaît difficile d'établir un indicateur numérique fiable.

Le comité préfère proposer un traitement plus qualitatif et plus exhaustif en termes de description des facteurs influents, sur une échelle à trois niveaux : faible / moyen / fort.

Le titre de l'indicateur deviendrait : « Risque relatif par abandon des sacs usagés », l'indicateur serait le « produit logique » des facteurs influents suivants (liste non limitative) :

- le volume des sacs usagés à traiter en fin de vie, comme cela est déjà expliqué dans l'étude.

- la probabilité d'abandon des sacs, que l'on peut estimer :

  - forte pour les sacs que l'on ne paie pas et ceux qui sont qualifiés biodégradables (cette qualification pouvant inciter à l'abandon)

  - faible pour les sacs que l'on paie (cabas et papier) : on n'abandonne pas facilement un sac consigné ou acheté.

- la probabilité d'évasion des sacs par envol lors des transports ou à partir de la décharge. On peut considérer que le ratio volume du sac / masse offre une possibilité de classement :

  - probabilité plutôt forte pour les sacs PE jetables et biodégradables, dont le ratio est supérieur à 1 litre par gramme

  - probabilité plutôt faible pour les cabas et les sacs papier, dont le ratio est inférieur à 1 litre par gramme

- la persistance dans l'environnement, surtout en mer :

  - forte pour les sacs plastique
  - faible pour les sacs biodégradables et papier

En combinant ces facteurs influents on pourrait aboutir à un « risque relatif par abandon » :

- élevé pour les sacs PE jetables
- moyen pour les cabas réutilisables puis de plus en plus faible à mesure que le nombre d'utilisations augmente
- faible pour les sacs papier.

Recommandations :

- Créer un indicateur qualitatif de « Risque relatif par abandon des sacs usagés » en combinant plusieurs facteurs qualitatifs influents.

- Intégrer cet indicateur qualitatif dans les tableaux de comparaison du chapitre 23, avec les autres indicateurs.

Réponse Ecobilan : Recommandations prises en compte. Par rapport aux propositions d'évaluation émises ci-dessus, une modification a été faite pour le paramètre « probabilité d'abandon des sacs » : le risque du sac biodégradable a été jugé « faible » car c'est un sac payant.

3.2 - Justification du choix des indicateurs

Il convient d'expliquer pourquoi certains indicateurs sont retenus, et d'autres ne le sont pas.

Par exemple les émissions de dioxine des usines d'incinération d'ordures ménagères (UIOM) qui font l'objet d'un suivi du ministère de l'écologie et du développement durable, dont le site fournit les informations suivantes :

- les émissions de dioxine des UIOM sont passées de 1,1 kg en 1995 à 220 g en 2002 et sont estimées à 115 g pour l'année 2003 en tenant compte des fermetures d'installations intervenues en 2002.

- l'application de la nouvelle directive européenne devrait diviser par un facteur 10 les émissions de dioxines en 2006 par rapport au niveau d'émission de 2002.

Cependant, le comité émet quelques doutes sur la représentativité des analyses ponctuelles qui sont publiées, et insiste sur le fait qu'il existe encore beaucoup d'installations en France qui ne sont pas aux normes.

Recommandations :

- Rédiger une justification du choix des indicateurs.

- Rédiger une note explicative sur les émissions de dioxine des UIOM en indiquant :

  - que cette pollution est en nette diminution (au moins officiellement).

  - que l'émission de dioxine ne modifie pas le classement environnemental des 4 scénarios de référence retenus pour les 4 modèles de sacs. En effet, si on admet que cette émission est proportionnelle au volume de fumée émis par la combustion, c'est à dire au produit de la masse incinérée par le pouvoir calorifique, on observe que ce produit est équivalent, à plus ou moins 20% près, pour les 4 scénarios de référence utilisés dans l'étude.

Cependant, ce produit devient de plus en plus faible si on augmente le nombre d'utilisations des cabas réutilisables et si on les recycle.

On peut donc conclure que les cabas réutilisables ont le meilleur potentiel de progrès sur les émissions de dioxine.

Réponse Ecobilan : Le chapitre 7 a été complété pour justifier les choix des indicateurs retenus et non retenus.

4° - Vérification de la validité technique des Inventaires

4.1 - Bilan de la production d'encre pour le papier

On voit dans l'inventaire (en Annexe V) que la somme des « Inputs », hors la consommation d'eau, s'établit à environ 227 g .

Ces entrées ne permettent pas de justifier la quantité de déchets solides «Waste (hazardous) » = 1170 g , associée à la production de l'encre.

Cette anomalie n'a pas échappé au rédacteur de l'étude : il l'attribue à la synthèse de la résine acrylique utilisée dans l'encre (cf § 22.7 p. 38)

Question : est-il possible de revoir la synthèse de cette résine et d'équilibrer son bilan ?

Réponse Ecobilan : La quantité de déchets solides générée lors de la production de résine acrylique a été adaptée en fonction de données fournies par la revue critique (0.11 kg de déchets pour 1 kg de dispersion acrylique).

4.2 - Bilan de la production de colle pour le papier

La production de colle vinylique utilisée pour les sacs papier contribue d'une façon importante à l'impact de formation d'oxydants photochimiques du sac papier (cf § 22.5 et fig. 10 p. 37). Cet impact est du à l'émission d'hydrocarbures dans l'air.

En effet, on voit dans l'inventaire (en Annexe V) que l'émission d'hydrocarbures « Hydrocarbons except methane) » s'élève à 21,68 g pour une production de 0,46 kg de colle vinylique (selon le § 22.1 p. 35), soit une perte de 4,7 % par rapport à la production.

Dans un procédé moderne cette perte serait jugée excessive.

Question : est-il possible de revoir cette émission d'hydrocarbures qui affecte anormalement la variante sacs papier ?.

Réponse Ecobilan : Le modèle utilisé pour la production de colle a été changé (voir annexe III pour la source). Les émissions d'hydrocarbures (non méthaniques et méthaniques) représentent désormais une perte de 1.9% par rapport à la production de colle vinylique.

4.3 - Emissions de COV

En exploitant les données qui figurent sur la ligne « encre » dans le tableau 4, p.23 on calcule que la quantité de solvant contenue dans l'encre utilisée est en moyenne de 41 mg par sac jetable de 6 g , soit 26 g par unité fonctionnelle. Dans l'inventaire des sacs jetables PEHD (en Annexe V) , dans la colonne fabrication des sacs on ne retrouve que 0,77 g. On peut faire la même observation pour les cabas et pour les sacs biodégradables.

Question : que deviennent les solvants contenus dans l'encre d'impression des sacs autres que les sacs papier (le papier utilise de l'eau) ? Si les solvants sont captés et détruits, il convient de le signaler.

Question associée : quelle est la signification exacte de la ligne « émissions COV » ? S'agit-il du résultat de mesures pour la protection du personnel de fabrication, ou du résultat d'un procédé de destruction des solvants, et lequel ?

Réponse Ecobilan : La ligne émission de COV qui figure dans les tableaux de données en provenance des fournisseurs est utilisée dans les inventaires pour représenter les émissions de COV dans l'environnement due à l'impression des sacs.

Nous avons recontacté les sites de production de sacs jetables à ce sujet. Seule une des trois sociétés (la société Z) nous a répondu. Son site de production est équipé d'un incinérateur de COV. De plus, la

société Z a modifié la valeur communiquée pour les émissions de COV et a explicité son mode de calcul, qui prend maintenant en compte les rejets diffus (13% des consommations) et les rejets à la cheminée, après incinération. Cette valeur apparaissant la plus crédible des données fournies par les trois sociétés productrices de sacs PE jetables a été utilisée pour les sacs PE jetables.

Concernant le producteur de cabas, également contacté, il n'a pas répondu. Nous avons revu les émissions de COV de la production des cabas à la hausse, en considérant une émission de COV lors de l'impression égale à 15% des consommations de solvants.

SECTION VII - Revue externe

29 Remarques de l'APME et réponses d'Ecobilan

ASSOCIATION OF PLASTICS
MANUFACTURERS IN EUROPE

Evaluation des impacts environnementaux des sacs de caisse Carrefour

Rapport préparé par Ecobilan pour Carrefour

Rapport final post-revue critique n°1 – Décembre 2003

Remarques de l'APME

- Remarques générales

Conformité aux normes ISO

Pour être strictement conforme aux normes ISO, une implication des parties intéressées (en particulier, les secteurs des sacs en papier et en matière plastique) dès le départ de l'étude eût été préférable. Ceci dit, l'étude apparaît dans son ensemble conforme aux prescriptions et à l'esprit de ces normes.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : D'après la norme ISO 14040, les parties intéressées peuvent intervenir dans la revue critique, mais pas nécessairement au départ de l'étude.

- Sacs "jetables"

Même si l'usage a consacré les termes, cette qualification crée un état d'esprit et apparaît presque comme un feu vert -voire une invitation- à l'abandon dans la nature. Il serait plus judicieux de parler, par exemple, de sac mono-usage ou de sac multi-usages.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Même si les termes « mono-usage » ou « multi-usages » semblent plus précis, les termes « jetables » et « réutilisables » ont été choisis car ils sont d'un usage plus courant.

- Limitations de l'étude – Restrictions quant à la signification des résultats

Un certain nombre de limitations sont méritoirement signalées. D'autres méritent aussi quelqu'attention (voir dans les commentaires ci-après). Mais le plus important est d'attirer l'attention des lecteurs pressés sur ces limitations (qui n'entachent en rien la validité de l'étude), de manière à prévenir dans la mesure du possible l'utilisation abusive des conclusions. Il est important d'indiquer ces limitations en préambule du résumé et des conclusions, les deux seuls chapitres consultés par les lecteurs pressés. Dans le corps du rapport (section IV / 21), on peut se contenter de mentionner leur existence en renvoyant aux conclusions et au résumé.

Recommandation: Rappeler les limitations en préambule du résumé et des conclusions.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : La limitation de l'étude aux sacs disponibles dans les magasins Carrefour figure déjà à de nombreuses reprises dans l'étude. Le résumé de l'étude a cependant été modifié pour faire apparaître la limitation géographique de l'étude (la France puis l'Europe dans un 2e temps).

- p.10/90 5.2 Description des sacs de caisse étudiés

En relation avec la section 7.3 –indicateur de risque relatif par abandon des sacs- il serait utile de mentionner ici que les sacs PE "jetables" sont fournis gratuitement et que les autres sacs sont consignés ou achetés.

Recommandation: mentionner le caractère "payant" ou "non-payant" du sac

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Le comité de revue critique a choisi d'écarter toute référence au prix des sacs afin de concentrer l'étude sur les impacts environnementaux du cycle de vie des sacs.

- p.11/90 – Tableau 1

Nature des matériaux: certains sacs de caisse en PE sont fabriqués avec du PE recyclé.

Recommandation: mentionner s'il s'agit de PEHD et de PEBD vierges (i.e. non recyclé) ou si on ignore la proportion de résine recyclée qu'ils contiennent. Idem pour le tableau 4 p.25/90 et le tableau 6 p.27/90

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Recommandation prise en compte.

- p.13 à 16 Fig. 1, 2, 3 et 4

Le scénario "fin de vie" correspond à la situation française actuelle et ne tient pas compte des restrictions (déjà en vigueur ou à venir, selon le pays) imposées par la Directive européenne sur la mise en décharge de déchets organiques (limitation progressive et finalement interdiction). Même si l'analyse de sensibilité envisage d'autres cas, il serait bon de signaler les contraintes de cette Directive.

Recommandation: Mentionner que la mise en décharge de déchets organiques sera progressivement limitée et finalement interdite par la Directive Européenne sur la mise en décharge.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : L'étude s'est concentrée sur la situation actuelle. Les simulations sur la fin de vie permettent d'envisager d'autres contextes de traitement des déchets.

- p.17 – 6.2.1.2. devenir d'un déchet ou d'un co-produit

(si les données ne sont pas disponibles) "la fin de vie du produit n'est pas prise en compte".

Recommandation: mentionner les exemples de déchets ou co-produits négligés, s'ils sont susceptibles d'influer de manière significative sur le résultat. Si aucune influence significative n'est attendue, le mentionner.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Recommandation prise en compte. Une phrase a été rajoutée précisant l'absence d'influence de la règle énoncée sur les résultats.

- p.18/90 note 5 en pied de page

énergie primaire totale = énergie combustible + énergie matière

Pour être tout à fait clair vis-à-vis de lecteurs moins avertis, il serait utile de préciser que l'énergie combustible est dépensée une fois pour toutes en procédés de production et en transport, alors que l'énergie matière est toujours disponible à des fins de recyclage matière ou de valorisation énergétique (même après mise en décharge dans le cas des plastiques non biodégradables, car "les déchets d'aujourd'hui sont les matières premières de demain" - E.Buchet, cours sur les combustibles, Univ. Liège 1964).

Recommandation: mentionner que l'énergie combustible n'est plus disponible, alors que l'énergie matière le reste, soit pour un recyclage matière soit pour une valorisation énergétique (comme illustré et inclus dans les scénarios correspondants), fût-ce dans le futur par extraction de la fraction combustible des décharges.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Recommandation prise en compte. Deux phrases ont été rajoutées dans le pied de page pour expliquer ces deux formes d'énergie (énergie combustible et énergie matière).

- P.20/90 Indicateur de risque relatif par abandon des sacs

Recommandation : ajouter en remarque : encouragement possible d'abandonner les sacs « dégradables » (en papier ou biodégradables) selon le raisonnement erroné que les sacs abandonnés disparaîtront puisque dégradables.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Les sacs papier et biodégradables sont à la fois jetables, et ont donc une probabilité d'abandon, mais cette caractéristique est compensée par le fait que les sacs sont payants, ce qui a tendance à diminuer leur probabilité d'abandon. Ces deux arguments opposés ont été débattus avec le comité de revue critique et le risque d'abandon pour ces deux sacs a finalement été jugé faible.

- p.21/90 Formation de dioxines

Même si ceci est sans effet sur les conclusions de l'étude, il convient de ne pas induire d'idée fausse ou approximative dans l'esprit des lecteurs.

"… la combustion des sacs usagés lors de leur incinération peut:

- dans le cas des sacs plastiques, favoriser la synthèse de dioxines par apport de chaînes carbonées".

Le terme favoriser est incorrect.

Recommandation Il serait mieux de dire " dans le cas des sacs plastiques, contribuer, comme toute autre source de matière carbonée et selon les conditions de combustion, à la génération de dioxines"

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Recommandation prise en compte. La phrase a été modifiée.

- p.21/90 antépénultième paragraphe

"… les cabas ont un important potentiel de progrès sur les émissions de dioxines …". Ceci est vrai par rapport au total des dioxines correspondant à la combustion des sacs de caisse, qui ne représente qu'une fraction très minime du total des dioxines émises dans le pays, même si tous les incinérateurs ne sont pas encore conformes aux normes de la Directive 2000/76/CE.

Recommandation: .

"… les cabas ont, toutes proportions gardées, un certain potentiel de progrès sur les émissions de dioxines dues à la combustion des sacs de caisse, en rapport e.a. avec le nombre de réutilisations"

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : La marge de progrès des cabas est potentiellement importante par rapport au cycle de vie des sacs.

- p.22/90 La géographie

L'étape "fin de vie" est caractéristique de la situation française (rapport valorisation énergétique/élimination, valorisation électricité/chaleur). La validité des conclusions générales pour l'Europe est basée sur une analyse de sensibilité qui a fait varier le premier rapport (de 100% d'élimination à 100% de valorisation énergétique), mais pas le second. En plus le rendement de la valorisation énergétique est resté figé à une moyenne de 27% alors qu'existent aujourd'hui, en France et ailleurs, des unités de valorisation bien plus performantes. A-t-on une idée de ce que deviendraient les conclusions dans un cas extrême de 100% de valorisation à des fins de chauffage urbain ou industriel, sans production d'électricité, dans des unités à haut rendement?

Recommandation: Un commentaire sur le sujet - fût-il qualitatif - donnant des indications de tendance, serait intéressant.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : L'étude s'est concentrée sur les données moyennes plus que sur des situations extrêmes. De plus, ce type de valorisation (vente de vapeur sur des réseaux urbains) n'est pas toujours adapté : par exemple, l'incinérateur est loin de tout réseau de chaleur ou l'alimentation des réseaux en chaleur n'est pas nécessaire en été.

- p.34/90 Fig. 5 et p.37/90 Fig.6

Un crédit est alloué au système pour la production de vapeur et d'électricité lors de la valorisation énergétique. Selon l'annexe IV, le crédit correspondant a en principe aussi été pris en compte dans l'indicateur "consommation d'énergie non renouvelable", en particulier pour la fraction "énergie matière ou matériau" (substitution de fuel par du déchet).

Recommandation: mentionner si le crédit porte autant sur l'énergie produite que sur la fraction "énergie matière" consommée.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Les crédits portent sur l'énergie produite et concernent tous les impacts (consommation d'énergie, émissions dans l'air, …) liés à cette économie d'énergie.

- p.36/90 Limites de l'étude

- "Limites de l'étude" peut facilement être compris comme "limites" ou "frontières" du système étudié, plutôt que comme restrictions à apporter à la signification des résultats. Ne conviendrait-il pas mieux de parler de "limitations de l'étude"?

Recommandation: choisir entre limites et limitations (ou restrictions)

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Recommandation prise en compte. Le terme « limitation », utilisé dans la norme ISO 14040, est utilisé dans le rapport.

- Nulle part il n'est fait mention de la résistance des sacs à la déchirure (nécessité de remplacer le sac) ou à l'humidité (cas de transport de produits tels que laitues, surgelés… qui peut entraîner l'utilisation d'un sac plastique supplémentaire pour emballer séparément ces produits).

Recommandation: signaler cette limitation et ses conséquences estimées sur les résultats.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Les sacs étudiés sont utilisés dans des magasins et présentent donc tous une résistance supérieure à la résistance minimale nécessaire pour remplir la fonction attendue, transporter les achats.

- p.52/90 25 Analyse environnementale de chaque sac par étape

Dans une perspective de développement durable, il convient d'analyser l'impact environnemental sur l'ensemble du cycle de vie. Cette analyse par étape est très intéressante pour comprendre l'impact au cours du cycle de vie et identifier les priorités dans une approche d'amélioration du système étudié. Elle est par contre beaucoup moins significative si l'on compare les différents sacs pour une étape particulière, sauf si on se focalise sur la solution d'un problème local spécifique, par exemple la diminution du volume de déchets solides, en négligeant l'impact global du système.

Recommandation: Signaler cette limitation à la fin du paragraphe 25

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : L'analyse par étape est aussi légitime que l'analyse sur l'ensemble du système. Le rapport présente les deux approches.

- p.53/90 Résultats dans d'autres contextes de traitement des déchets ménagers

"Les résultats obtenus en terme de positionnement … ne sont pas modifiés".

En fait, "le positionnement" n'est pas modifié, dans les limites des différentes analyses de sensibilité, mais les résultats sont forcément différents. On voit trop souvent des résultats utilisés hors-contexte à tort et à travers, et il est bon de rappeler, sans relâche, le lien entre résultats et périmètre du système étudié. Par contre, les tendances peuvent être considérées comme extrapolables à d'autres contextes sous réserve de vérification.

Recommandation: préciser les limites d'applicabilité des résultats, par exemple comme suit.

"Les tendances, en terme de positionnement des différents types de sacs, ne sont pas modifiées. Les résultats, en termes d'inventaire du cycle de vie ou d'analyse des impacts, dépendent des conditions locales; on ne peut pas appliquer tels quels ceux qui correspondent aux conditions moyennes françaises d'aujourd'hui à des situations à première vue similaires, mais dans un autre contexte de lieu ou de temps (par exemple, la France en 2010)."

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Nous avons présenté les limitations de l'étude dans le rapport (chapitre 21).

****

30 Remarques du CEPI et réponses d'Ecobilan

CONFEDERATION OF EUROPEAN PAPER INDUSTRIES

CEPI

Brussels, 26 January 2004.

Cher Monsieur,

Voiçi quelques commentaires sur l'étude PWC/Ecobilan, que vous m'avez fait parvenir le 22 décembre 2003.

1. Cette étude porte sur des produits parfaitement identifiés et non pas sur des familles de produits (papier, plastique).

En effet, le sac papier est en fait un sac en papier recyclé fabriqué par un transformateur italien. Dans ces conditions, cette étude ne saurait en aucun cas constituer autre chose qu'une étude des sacs achetés par la société CARREFOUR en Italie et en aucun cas une étude comparative portant sur les sacs plastique PEHD.... et sacs papier.

En effet, sur les différents indicateurs, le choix du type de sac papier (pur fibre vierge, mixte, pur recyclé, écru ou blanchi...), compte tenu de la méthodologie retenue, a des conséquences très importantes sur les résultats d'impacts (consommation d'énergie, gaz à effet de serre...)

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Le rapport traite effectivement le cas des sacs de caisse disponibles dans les magasins Carrefour.

2. Compte tenu des remarques faites au point n°1, il ne saurait donc être question que cette étude soit autre chose qu'une étude effectuée pour le compte de CARREFOUR. Elle ne devrait pas être présentée comme une étude « générale » de l'ADEME et ceci même si l'ADEME a participé à la partie critique et « validé techniquement » l'étude spécifique demandée et réalisée pour le compte de CARREFOUR.

Cette étude ne doit pas être utilisée à d'autres fins qu'à des fins internes à CARREFOUR et sa diffusion devrait être strictement limitée, sachant qu'il conviendrait que soit parfaitement indiqué que cette étude ne permet pas de tirer des conclusions générales sur les impacts environnementaux du sac papier en général d'une part, et leurs conséquences d'autre part.

Ce point est d'autant plus important que les sacs papier fabriqués dans le monde et en Europe pour l'utilisation concernée ne sont que très marginalement fabriqués dans les conditions considérées dans l'étude (la majorité de ces sacs est en effet à base de fibres vierges).

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Comme indiqué p.23, cette étude a été menée pour le compte de Carrefour. A l'issue de cette étude, l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) a pris en charge et mis en place une revue critique indépendante de ses résultats, revue organisée comme suit :

- Dans un premier temps, par un expert ACV externe, Henri Lecouls, ingénieur chimiste et expert ACV indépendant, assisté de Laura Degallaix, représentant l'UFC-Que Choisir et de Dominique Royet représentant le WWF.

- Dans un second temps, par un comité externe composé :
    - d'un expert ACV/plastique de l'APME,
    - d'un expert ACV/papier du CEPI
    - d'un expert ACV/« matériaux biodégradable », de la société Novamont qui fabrique ce type de matériau.

La revue critique de cette analyse de cycle de vie correspond selon la norme ISO 14 040 à une revue d'expert externe.

Il s'agit d'une étude qui, bien que spécifique au cas des sacs Carrefour, est à vocation externe. De plus, l'étude est publiée avec l'intégralité des commentaires. Enfin, les sacs papier considérés dans l'étude sont des sacs recyclés car c'est la réalité des achats actuels de Carrefour.

3. Les critiques générales concernant la méthodologie des ACV et plus particulièrement les limitations d'usage de ce type d'étude doivent être impérativement rappelées en introduction de celle-ci.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : La méthodologie ACV est normalisée et les limitations sont précisées en introduction à la norme ISO 14040. Les indicateurs utilisés sont des indicateurs potentiels, comme précisé dans le résumé.

4. S'agissant de l'étude proprement dite :
    a. Pour le produit concerné (sac recyclé), il faut noter que les impacts évités par l'utilisation de produits de récupération n'ont pas été pris en compte (évitement des impacts liés aux opérations alternatives de fin de vie).

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : La méthode utilisée, est la méthode dite des « stocks » (voir §19 et figure en §6.1.3). Les fibres recyclées utilisées pour faire des sacs papier proviennent d'un stock de vieux papiers et, de même, les sacs papier usagés recyclés (45% des sacs papier usagés) rejoignent un stock de vieux papiers. Cette méthode rend compte du fait que l'approvisionnement de l'usine à papier ne consomme pas de produits ou de co-produits forestiers et du fait que 45% des sacs papier usagés ne sont ni incinérés ni mis en décharge.

    b. S'agissant de la consommation énergétique, dans le cadre de la méthodologie retenue, qui consiste à étudier un produit de fabrication particulière, l'utilisation d'un sac à base de fibres vierges aurait profondément modifié les résultats concernant l'indicateur « consommation énergétique » puisqu'une large partie de l'énergie utilisée pour la fabrication du matériau proviendrait de la biomasse.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Le rapport est basé sur le cas de Carrefour dont les sacs papier sont à base de fibres recyclées. Si l'étude avait porté sur des sacs papier en fibres vierges, certains types d'impact auraient été supérieurs, d'autres inférieurs au cas des sacs papier en fibres recyclées.

    c. Effet de serre : mêmes observations concernant les gaz à effet de serre. Les résultats seraient très profondément modifiés dans l'hypothèse précédente.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Même réponse.

    d. S'agissant des déchets solides, leur importante tient essentiellement au fait que le sac concerné est fabriqué par désencrage (recyclé blanc)

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Même réponse.

    e. S'agissant de la fin de vie, la probabilité que ce type de sac soit recyclé est très élevée compte tenu de sa taille et ceci dans tous les pays qui ont mis en place des systèmes de reprise et de collecte des emballages ménagers. Contrairement aux sacs plastique, les sacs papier ne sont généralement pas exclus des consignes de collecte et de tri de ces dispositifs.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : La situation considérée pour le recyclage des sacs papier (45%) est la situation actuelle française. Le rapport se base sur des moyennes plus que sur des cas extrêmes.

f. S'agissant des sources, nous constatons que certaines données ont été puisées dans l'étude FEFCO/KRAFT INSTITUTE/GROUPEMENT EUROPEEN ONDULÉ de 2001 qui ne concerne pas les papiers destinés à la fabrication des sacs, mais les papiers destinés à la fabrication de carton ondulé, dont les caractéristiques sont différentes ; il s'agit de papiers écrus.

Les études réalisées sur la fabrication des sacs pour le compte d'EUROSAC, par les sociétés ECOBILAN et Chalmers Institute en 1995 et par la société CHALMERS INSTITUTE en 2002, n'ont été que partiellement ou pas du tout utilisées dans cette étude.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Le rapport se base sur les dernières données moyennes actuellement disponibles et publiques, en l'occurrence pour le papier recyclé l'étude FEFCO/KRAFT INSTITUTE/GROUPEMENT EUROPEEN ONDULÉ de 2001, qui présente une moyenne de la profession européenne. A titre d'analyse de sensibilité, nous avons également calculé les résultats du papier avec des données de production de pâte recyclée provenant d'une étude réalisée par Ecobilan pour la profession papetière française (données site relatives à l'année 1992, consommation d'eau et effluents liquides mis à jour pour refléter les « Best Available Techniques » de la Commission Européenne en 1999). Les résultats de cette analyse de sensibilité sont contenus dans le tableau suivant.

Ce tableau est à comparer au tableau 14 §23.10.

Indicateur	Sac PE jetable	Cabas souple (n=2)	Cabas souple (n=4)	Cabas souple (n=5)	Cabas souple (n=20)	Sac papier (sce France)	Sac biodégradable
Consommation d'énergie primaire non renouvelable	1	1.8	0.9	0.7	0.2	1.5	0.9
Consommation d'eau	1	1.6	0.8	0.7	0.2	8.1	1.0
Emission de gaz à effet de serre	1	1.6	0.8	0.7	0.2	2.5	1.4
Acidification atmosphérique	1	1.8	0.9	0.7	0.2	2.0	1.6
Formation d'oxydants photochimiques	1	0.9	0.4	0.3	0.1	1.6	0.4
Eutrophisation	1	1.8	0.9	0.7	0.2	19	11
Production de déchets solides	1	1.7	0.8	0.7	0.2	2.2	1.1
Risque relatif par abandon des sacs usagés	Fort	Moyen-faible				Faible	Moyen-faible

Ce sont les principales observations que nous vous adressons compte tenu des délais limités dont nous avons bénéficié.

Nous restons naturellement à votre disposition pour vous apporter tout complément d'information et vous prions de croire, cher Monsieur, à l'expression de nos meilleurs sentiments.

Annick Carpentier

31 Remarques de Novamont et réponses d'Ecobilan

Analyse critique de L'étude menée par PricewaterhouseCoopers pour le compte de Carrefour

Introduction

Si les critiques qui sont adressées aux sacs de caisses sont divers, impact environnemental élevé en terme de contenu énergétique - contribution à l'effet de serre, à la toxicité de l'air ou autre - la cause réelle de ces critiques est liée à leur dispersion dans l'environnement. C'est donc avant tout un problème de pollution visuelle qui, parfois, a de graves conséquences environnementales, en particulier sur la faune aquatique et terrestre.

Le remplacement des sacs plastics traditionnels par des sacs moins persistants dans l'environnement et avec un impact environnemental global inférieur peut donc constituer un pas en avant évident. Il n'en demeure pas moins que la véritable réponse consisterait à offrir aux usagers des produits dont l'intérêt pratique reste pertinent et leurs avantages environnementaux clairement perçus. Des sacs réutilisés pour des applications spécifiques, la collecte des déchets ménagers en particulier dans le cadre ou non de la collecte sélective pourraient en constituer un bon exemple. Il s'agirait alors d'une gestion intégrée.

Rappel d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : l'étude porte sur la situation moyenne actuelle. Le cas évoqué par Novamont est encore prospectif.

Ne remettant pas en cause le sérieux général et l'excellent travail d'ensemble de l'étude, nous nous permettrons quelques remarques.

Sans faire une analyse critique détaillée de l'étude, il nous semble, que les scénarii et critères de cette étude sont, d'une manière générale, peu favorables aux sacs Biodégradables.

1 Choix des types de sacs

L'étude a fait le choix d'un sac PE de 14 litre à 16µm d'épaisseur et d'un sac Mater-Bi de 25 litres à 27 µm d'épaisseur. Il semble que ces deux sacs aient à remplir la même fonction, alors pourquoi cette différence de format et d'épaisseur ?

La péréquation opérée sur un an pour 9 000 litres de marchandise tend à réduire les écarts mais n'y parvient pas totalement. Dans l'étude réalisée par Novamont étaient comparés 1 000 sacs PE de 10 litres à 7g et 1000 sacs Mater-Bi de 10 litres à 9 g.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : l'étude utilise des données provenant des fournisseurs de Carrefour. L'étude tient compte des différences de volume des sacs dans la construction de l'unité fonctionnelle. Quant aux différences d'épaisseur, ce sont celles des sacs disponibles sur le marché et produits par les fournisseurs de Carrefour.

Remarque :

Afin de permettre une meilleure comparaison des produits, compte tenu de la grande différence de type de sacs qui ne se justifie pas par la différence des matières (deux matières plastiques extrudées) il serait utile de comparer également les impacts environnementaux par kg de produits.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Prendre en compte cette proposition pour comparer les sacs reviendrait à nier la notion d'unité fonctionnelle, utilisée pour comparer les performances des sacs sur la base d'un même service rendu (voir §5.1 du rapport).

2 Les scénarii (Bilan environnemental comparé ; Titre 3, p 8)

2.1 Cas de la situation française de traitement des déchets ménagers

L'étude a considéré le scénario suivant, 51% de mise en décharge, 49% d'incinération et recyclage de 45% des papiers. Pour les sacs PE, l'étude fait référence à l'un des meilleurs scenarii de récupération d'énergie qui n'aient jamais été utilisé dans une étude ACV, mais elle ne prend pas en compte la collecte sélective qui est pourtant une réalité européenne et qui ne cesse de se développer, y compris en France. Dans la mesure où cette étude s'inscrit nécessairement dans la perspective d'une gestion intégrée en vue d'améliorer le bilan environnemental global, il est regrettable de ne pas l'intégrer.

La collecte sélective et le compostage se sont considérablement développés ces dernières années[17]. Concernant plus particulièrement les déchets organiques, la directive européenne limite à 5% leur mise en décharge à partir de 2006. Par ailleurs, la loi du 13 juillet 1992 relative à l'élimination des déchets a fixé pour objectif la valorisation et le recyclage des déchets en premier lieu et autorisé les décharges ou le stockage pour les seuls déchets ultimes. Si la limite du 1er juillet 2002 pour la mise en décharge des seuls déchets ultimes a été, en partie, reconsidérée, il est toutefois clair que nous nous orientons vers la valorisation des déchets et donc le développement de la collecte sélective.

Des villes telles que, Lorient, Niort ou Bapaume, par exemple, ont déjà développé la collecte sélective des fermentescibles. Certaines utilisent déjà des sacs biodégradables pour cette collecte, ce type de sac biodégradable étant un des éléments pouvant faciliter le développement de la collecte des déchets organiques.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Les sacs étudiés sont les sacs sortie de caisse, dont la fonction est différente de celle des sacs vendus par ailleurs pour la pré-collecte des fermentescibles. Comme nous l'avons signalé plus haut, les scénarios étudiés portent sur la situation actuelle plus que sur une situation future où les sacs biodégradables vendus en tant que sacs de caisse seront peut-être réutilisés par (une partie de) la population pour collecter ses déchets fermentescibles.

Remarque :

L'absence de prise en compte totale de la collecte sélective et du traitement par compostage, n'inscrit donc pas cette étude dans une perspective de gestion intégrée des déchets et pénalise le sac biodégradable par la non considération du réel intérêt de la biodégradabilité, à savoir une solution pour la valorisation du sac et des déchets organiques, au delà de l'absence d'accumulation en cas de dispersion.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : si le caractère biodégradable est réellement important pour les sacs vendus pour la pré-collecte des fermentescibles, cela n'est pas forcément vrai pour les sacs sortie de caisse, alors qu'on ne sait pas si une pré-collecte des fermentescibles est mise en place dans la collectivité où habite la personne ayant utilisé un sac sortie de caisse biodégradable.

2.2 Réutilisation des sacs et collecte sélective (Titre 19, p33)

Les possibles réutilisations du sacs "cabas" ont fort justement été prises en compte dans l'étude, ainsi que la possibilité d'une réutilisation des sacs de caisse PE et Papier (à 45% recyclés).

Cette possible réutilisation n'a en revanche pas été étudiée pour les sacs biodégradables. Leur biodégradabilité n'interdit en aucun cas plusieurs utilisations comme cela est le cas, du reste, pour les sacs papier. Par ailleurs, ces sacs ne sont pas sensibles à l'eau, ce sont donc leur qualité et la reconnaissance de celle-ci par les utilisateurs qui conditionneront leur réutilisation ou non. C'est du reste très généralement le cas dans les pays qui utilisent ce type de sac.

Le fait de ne pas prendre en compte cette utilisation secondaire fausse la comparaison puisque seule la réutilisation du sac biodégradable n'a pas été étudiée. Soulignons, pourtant, que ses dimensions et son épaisseur (27µ pour 25l) le prédispose d'avantage à une réutilisation que le sac PE (16µ pour 14 l).

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : En imaginant que ce sac, malgré les réserves que vous-mêmes évoquez quant à la possible réutilisation de ce sac, était réutilisé, les impacts potentiels résultant de deux utilisations du sac biodégradable seraient alors moindres que ceux du sac PE jetable, sauf pour l'eutrophisation. L'éventuel développement de ce sac permettra sans doute de valider cette hypothèse de réutilisation, non prouvée à ce jour.

[17] Rapport final de la Commission Européenne "analyses économiques et options de gestion des déchets organiques ménagers"

Nota : Particularité liée à l'utilisation du sac biodégradable comme sac poubelle

L'utilisation de sacs biodégradables comme sacs poubelle permet, par ailleurs, de perdre jusqu'à 20% du poids des déchets qu'il contient. En effet ce sac a la caractéristique de transpirer, comme la peau, et des études faites à Anvers et Stawanger - collectivités qui ont adopté ce type de sacs pour la collecte des fermentescibles - ont permis de mettre en évidence ce phénomène de respirabilité du sac. Dans le scénario actuel, la respirabilité et la biodégradabilité du sac pourrait avoir une valeur bien au delà de celle du sac.

En retenant le chiffre de 24 millions de tonnes d'ordures ménagères[18] dont 29% de déchets organiques[19], soit près de 7 tonnes de matière putrescible, en prenant une composition moyenne de 70% d'eau et une perte de 15 à 20% du poids des déchets nous obtenons une perte en eau de 1 million de tonnes minimum. Par voie de conséquence, il y a réduction des problèmes d'odeur, économie d'environ 100 000 voyages de camion, et augmentation de la valeur calorique moyenne de cette fraction de l'ordre de 300 Kcal/kg.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Comme précisé en réponse à votre point 2.1, l'étude porte sur les sacs de caisse et non les sacs de pré-collecte des fermentescibles.

Remarque :

Outre le caractère anormal de la non prise en compte de la réutilisation du sac biodégradable, il pourrait être intéressant dans le cadre de cette étude de déterminer une répartition entre les sacs PE réutilisables et les sacs biodégradables, en se basant sur la quantité moyenne de déchets produit à partir de 9 000 litres de courses annuelles et sur la composition des déchets établi par l'ADEME.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Le scénario proposé sort largement du cadre de la présente étude.

3 Méthodes d'évaluation des impacts environnementaux

3.1 Appréhension des écarts

Le nombre de paramètres et la relative incertitude de certaines des données d'une ACV entraîne généralement que soit définie une échelle de comparaison des résultats obtenus. Cette échelle est généralement donnée comme suit :

Une différence de 80% à 125% est considérée comme peu significative

Une différence de 125% à 167% est considérée comme significative

Une différence de 167% à 500% est considérée comme importante

Une différence supérieure à 500% est considérée comme très importante

Remarque :

Il serait sans doute utile de donner une échelle correspondant à cette étude qui permettrait de tirer les conclusions en fonction de celle-ci.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Etant donné la diversité des cas étudiés par les ACV, une telle échelle n'existe pas en tant que telle. Pour le présent rapport, les variations relatives sont systématiquement précisées, charge à chacun d'évaluer l'importance attribuée aux variations constatées.

3.2 Interprétation des résultats

Remarque :

Comme il est généralement exprimé dans les ACV, il serait nécessaire d'exprimer les résultats de l' impact lié au mode de traitement (incinération ou mise en décharge) de façon indépendante des bénéfices dus à la valorisation (incinérateur avec récupération d'énergie par exemple). Ce mode de présentation permet une meilleure lisibilité des impacts environnementaux.

[18] ADEME ITOM 2000

[19] ADEME - Rapport final de la Commission Européenne "analyses économiques et options de gestion des déchets organiques ménagers"

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Autant la séparation des résultats par étape du cycle de vie est utile (et est présentée dans le rapport au chapitre 22), autant la contribution relativement mineure de la fin de vie par rapport aux autres étapes ne justifie pas ce degré d'éclatement des résultats.

3.3 Production d'électricité et Production de sacs PE et Mater-Bi

Production d'électricité

Le scénario français de la production électrique et le scénario italien, comme il est clairement indiqué dans l'étude, diffère de façon très importante au net avantage de la France. La comparaison entre des produits faits en France et des produits faits en Italie ressent donc fortement cette différence indépendamment qu'il s'agisse de PE ou de Mater-Bi.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Les cas étudiés en terme d'implantation des sites de production correspondent au cas de Carrefour.

Production de sacs PE et Mater-Bi

D'après des informations obtenues directement par le producteur de sacs Mater-Bi, la valeur de 820 kwh par tonne de sacs a été calculée. C'est en divisant la consommation énergétique totale de l'entreprise (pour toutes les activités de l'établissement confondues, y compris les bureaux) par les tonnes de sacs en PE et en Mater-Bi que ce chiffre a été obtenu. Cette donnée n'est donc pas spécifique au Mater-Bi. La donnée spécifique qui devrait être appliquée est d'environ 500kwh/t. Cette correction comporte des améliorations significatives des résultats d'impact à scénario d'élimination égal.

La production de sac en PE et de sac en Mater-Bi est opérée sur les mêmes machines et dans les mêmes conditions. Les sacs Mater-Bi sont déjà largement produits dans toute l'Europe et particulièrement en France. Les conditions de température d'extrusion pour le Mater-Bi (135-140°C) sont inférieures d'au moins 40% par rapport au PE et il en va naturellement de même pour les conditions de soudures. Enfin, dans le cas de l'étude, il sera nécessaire de pratiquer 643 soudures dans le cas du PE et seulement 360 dans le cas du Mater-Bi.

Remarque :

Il ne nous semble pas réaliste que la production du Mater-Bi puisse avoir un impact environnemental supérieur à celui du PE.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Les calculs ne sont pas rapportés à la masse de matière mais à l'unité fonctionnelle. Ces calculs reposent sur les données de production correspondant au cas du fournisseur de Carrefour et à sa localisation géographique.

3.4 Contribution à l'eutrophisation des eaux superficielles (annexe II, p 74)

Parmi les coefficients retenus par la méthode CML (Université de Leiden, Pays Bas 1992) ne figurent pas les NOx de l'air. Il est pourtant couramment reconnu que, par l'effet des pluies, les NOx peuvent être amenés à être précipités au sol et, par la même, à entrer dans le cycle de l'eau. En ne prenant pas en compte les NOx de l'air, l'eutrophisation constaté est due à la présence de matière renouvelable dans le Mater-Bi (l'amidon) et est alors comparable à un autre produit de type alimentaire, de plus elle reste très faible.

Diverses méthodes de calcul plus récentes le prennent donc en compte. C'est par exemple le cas de la procédure EPD Suédoise et Ecoindicator95- programme Simapro. Sans la prise en compte de cet élément, les valeurs de PO4 sont particulièrement basses et non significatives quand bien même la différence entre le Mater-Bi est 11 fois supérieure à celle du PE. Le facteur de conversion pour les NOx est de 0,13 et, après calcul, les produits sont ainsi confrontables. Le PE atteint dans ce cas des valeurs plus habituelles et similaires aux valeurs d'autres études comme celle d'APME par exemple.

Remarque :

Prendre également en compte les NOx de l'air pour le calcul de l'eutrophisation de l'eau.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : L'indicateur d'eutrophisation de l'étude caractérise la pollution liée aux émissions directes dans l'eau. Nous n'avons pas fait d'hypothèse sur le devenir des NOx dans l'air.

3.5 Absence de prise en compte de la toxicité de l'air et des métaux lourds.

Remarque :

Compte tenu du scénario retenu, particulièrement l'incinération, la prise en compte de ces indicateurs serait sans doute intéressante.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Les résultats quantifient spécifiquement le potentiel de formation d'oxydants photochimiques, eux-mêmes reliés à des problèmes de pollution atmosphérique et de maladies respiratoires. De plus, le rapport aborde la question des dioxines. Enfin, comme signalé au chapitre 7.5, les émissions de métaux lourds ne sont pas prises en compte car les sacs n'en contiennent pas.

4 Simulations

4.1 H+ équivalent, CO2 équivalent et PO4 équivalent reporté au kg de matière plastique (PE ou Mater-Bi)

Indicateur	Sac	Matériau	Sac: production	Fin de vie	TOTAL
Acidification (g H+/kg)	PE	0,2	0,051	0,03	**0,28**
	Mater-Bi	0,19	0,14	0,0039	**0,33**
Emission de gaz à effet de serre (kg eq. CO2/kg)	PE	1,8	0,29	0,57	**2,6**
	Mater-Bi	1,35	0,6	0,47	**2,42**
Eutrophisation (g eq. PO4/kg)	PE	0,42	0,06	0,327	**0,95**
	Mater-Bi	0,88	0,12	0,35	**1,35**

Nous pouvons constater que malgré les mauvais paramètres relatifs à la production, la valeur de l'acidification n'est plus élevée que de 18% et une valeur de +/- 25% est généralement considérée comme non significative.

Toujours sans changer les paramètres de la production de sacs, les émission de CO2 sont légèrement inférieures pour le Mater-Bi.

Pour les paramètres de l'eutrophisation, si nous considérons les NOx de l'air avec un facteur de 0,13 (procédure EPD Suédoise et Ecoindicator95- programme simapro) nous obtenons une différence de 43% qui pourra être elle-même réduite si les paramètres de production étaient pris en compte.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Prendre en compte cette masse pour comparer les sacs revient à nier la notion d'unité fonctionnelle, qui traduit le service rendu par les sacs (voir §5.1 du rapport).

4.2 H+ équivalent, CO2 équivalent et PO4 équivalent rapportés à 9000 litres de marchandise par an pour les sacs PE et Mater-Bi conformément à l'étude Carrefour

Indicateur	Sac	Matériau	Sac: production	Fin de vie	TOTAL
Acidification (g H+/9000lt)	PE	0,78	0,2	0,12	**1,15**
	Mater-Bi	1,19	0,86	0,024	**1,97**
Emission de gaz à effet de serre (kg eqCO2/9000lt)	PE	7	1,12	2,2	**10,3**
	Mater-Bi	8,2	3,66	2,8	**14,7**
Eutrophisation (g eq. PO4/9000)	PE	1,64	0,24	1,28	**3,7**
	Mater-Bi	5,34	0,72	2,15	**8,6**

Précision d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Ces données ont été adaptées par Novamont à partir du rapport Ecobilan dans la situation moyenne française étudiée (§23). Les chiffres correspondent à 20% près à ceux calculés par Ecobilan pour l'acidification et l'effet de serre. Le mode de calcul des chiffres relatifs à l'eutrophisation n'est par contre pas clair.

4.3 Scénario modifié considérant la production de Mater-Bi équivalente aux sacs PE

Indicateur	Sac	Matériau	Sac: production	Fin de vie	TOTAL
Acidification (g H+/9000lt)	PE	0,78	0,2	0,12	**1,15**
	Mater-Bi	1,19	0,2	0,024	**1,42**
Emission de gaz à effet de serre (kg eqCO2/9000lt)	PE	7	1,12	2,2	**10,3**
	Mater-Bi	8,2	1,12	2,8	**12**
Eutrophisation (g eq. PO4/9000)	PE	1,64	0,24	1,28	**3,7**
	Mater-Bi	5,34	0,24	2,15	**7,7**

L'acidification et la production de CO2 sont équivalents car ils se tiennent dans la limite des +/-25%.

Pour eutrophisation la valeur du Mater-Bi est ici 2 fois plus importante.

En conclusion, bien que ne soient pas pris en compte les scénarii de fin de vie les plus adaptés au Mater-Bi les sacs PE et Mater-Bi sont des sacs comparables.

Un scénario prenant en compte une valorisation adapté au sac biodégradable Mater-Bi, avec réutilisation du sac et perte du poids des déchets que ce soit avec collecte sélective ou non, démontrerait définitivement son bas impact environnemental.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : Nous rappelons que les chiffres ci-dessus supposent une même épaisseur des sacs, une même localisation des usines de fabrication des sacs et des consommations électriques identiques, ce qui ne correspond pas à la réalité représentée dans le rapport : les épaisseurs des sacs sont différentes selon le matériau, les usines sont implantées dans des pays différents et les consommations électriques sont issues de sources distinctes.

4.4 Scénario prenant en compte une épaisseur de 20µm au lieu de 27µm

Indicateur	Sac	Matériau	Sac: production	Fin de vie	TOTAL
Acidification (g H+/9000lt)	PE	0,78	0,2	0,12	**1,15**
	Mater-Bi	0,87	0,23	0,018	**1,12**
Emission de gaz à effet de serre (kg eqCO2/9000lt)	PE	7	1,12	2,2	**10,3**
	Mater-Bi	6,06	1,29	2,11	**9,46**
Eutrophisation (g eq. PO4/9000)	PE	1,64	0,24	1,28	**3,7**
	Mater-Bi	3,96	0,27	1,58	**5,8**

Cette hypothèse est a évaluer dans la mesure où l'épaisseur de 27 µm est surestimée et où un sac de 20 µm est adapté. Les kg de matière sur 1 an seraient donc de 4,5 kg et non 6,1 kg.

Si le paramètre de l'eutrophisation reste toujours plus élevé, tous les autres sont meilleurs.

Nota :

Ces démonstrations apportées, Novamont se tient bien entendu à votre disposition pour collaborer à un scénario déjà mis en pratique et éprouvé avec satisfaction.

Réponse d'Ecobilan avec l'appui du comité de revue critique : La situation avec une épaisseur de 20 µm pour le sac biodégradable ne correspond pas à la situation réelle du marché observée chez Carrefour. Une réduction significative de l'épaisseur constitue à ce stade un scénario prospectif.

SECTION VIII - Références

Général

1. APME (Association of Plastics Manufacturer in Europe) – « Eco-profiles of the European plastics industry – Polyolefins », Juillet 2003.

2. FEFCO, Groupement Ondulé & Kraft Institute – « European Database for Corrugated Board Life Cycle Studies », 2001.

3. Composto, Composting Promotion and Consultancy, "Life cycle assessment of Mater-Bi bags for the collection of compostable waste", étude commanditée par Novamont Italie, septembre 1998.

4. Département environnement de l'Australie (Environment Australia, "Plastic shopping bags analysis of levies and environmental impacts, final report", décembre 2002, étude réalisée par Nolan ITU.

Annexe I – Résumé d'autres études environnementales sur les sacs de caisse

32 Etude italienne réalisée pour Novamont [3]

- **Description de l'étude**

- Étude réalisée par NOVAMONT Italie (fabricant de Mater-Bi) postérieure à 1995, disponible sur www.novamont.com
- 3 formats de sac étudiés : sac PE (7 g) / sac papier Kraft (60 g) / sac Mater-Bi (biodégradable, 9 g)

- **Hypothèses - Différences avec l'étude Carrefour**

- Étude représentative de la Suisse et non de la France
- Papier vierge au lieu de papier recyclé
- Poids du sac Mater-Bi : 9 g au lieu de 17 g
- Fin de vie "suisse", jugée comme peu représentative du cas européen
    1. 100% compostage pour le papier et le mater-Bi
    2. 100% incinération pour le PE

- **Indicateurs étudiés**

Énergie totale contenue dans les matériaux, effet de serre, acidification, eutrophisation, ozone, toxicité air et eau, rejets salins aqueux, quantité de déchets.

Note 1 : L'énergie totale n'est pas très pertinente car elle n'est pas reliée à un épuisement de ressources non renouvelables.

Note 2 : les indicateurs supplémentaires (toxicité, rejets salins) ne sont pas pertinents pour les produits étudiés.

- **Résultats et commentaires**

Tendance générale : le Mater-Bi est meilleur que le PE, le PE étant lui-même meilleur que le papier. Note : il y a dépendance aux hypothèses (géographie : traitement des déchets, masse du sac biodégradable).

Le sac Mater-Bi est jugé moins performant que le sac PE pour la production de déchets.

33 Etude australienne [4]

- **Description de l'étude**

- Étude réalisée par le ministère de l'environnement australien en décembre 2002 et obtenue via Eco-Emballages.
- Étude des impacts environnementaux et des aspects économiques
- 11 formats de sac étudiés : sac HDPE simple (6g) / sac HDPE avec 50% de recyclé (6g) / sac LDPE "boutique" (18g) / calicots (toile de coton, 125g) / cabas HDPE tissé (131g)/ cabas PP (116g) / Sac papier Kraft (43g)/ Boite "smart" en PP rigide (250g) / sac LDPE réutilisable (36g)/ Sac biodégradable à base d'amidon (12g)/ Sac biodégradable PE avec additifs prodégradables (12g)

- **Hypothèses - Différences avec l'étude Carrefour**

- Étude représentative de l'Australie
- Unité fonctionnelle : porter une quantité donnée d'articles de supemarché sur un an
- Utilisation des sacs.

  Sacs HDPE : fin de vie australienne, jugée comme peu représentative du cas européen

  - 1% des sacs plastiques est estimé être abandonnée
  - Le reste est considéré comme mis en décharge et se comporte comme un déchet inerte

  Sac LDPE "boutique ": usage unique

  Sac coton (calicots) : coton importé d'Asie, mis en décharge en fin de vie (le recyclage est jugé difficile mais pas impossible), réutilisable, 52 réutilisations (~durée de vie de 1 an).

  Cabas HDPE tissé : réutilisable, potentiellement recyclable, 104 réutilisations (~durée de vie de 2 ans)

  Cabas PP : PP non tissé avec socle en PET, potentiellement recyclable, réutilisable, 104 réutilisations (~durée de vie de 2 ans)

  Sac papier Kraft : papier vierge, considéré comme recyclé après usage, usage unique

  Boite "smart" en PP rigide : importé d'Écosse, potentiellement recyclable, réutilisable, 156 réutilisations (~durée de vie de 3 ans)

  Sac LDPE réutilisable : 12 réutilisations (~durée de vie de 3 mois)

  Sac biodégradable amidon : usage unique, amidon de maïs + polycaprolactone de Novamont (Italie)

  Sac biodégradable PE (BiobagTM) : usage unique, contient environ 2% d'additifs qui favorisent la biodégradabilité, mais non inclus dans l'ACV par manque de données

Étapes de transports différentes : le PE est importé d'Asie du Sud-Est, le Mater-Bi provient d'Italie.

- Méthodes des impacts évités en fin de vie comme pour l'étude Carrefour :
  - Le recyclage des sacs papiers ou plastique évite la production de matière vierge
  - La réutilisation de sac comme sac poubelle évite la consommation de sacs poubelle de cuisine

L'étude modélise le phénomène d'abandon en combinant la masse des sacs abandonnés, la surface couverte par le sac et la persistance par année (en m2.an) du sac avec les persistances suivantes dans l'environnement :

1. Plastique : 5 ans
2. Papier et matériaux biodégradables : 6 mois
3. Coton : 2 ans

- **Indicateurs ACV étudiés**

Énergie totale primaire utilisée et effet de serre, soit un nombre d'indicateurs très limité : l'étude réalisée n'est pas réellement multicritères.

- **Résultats et commentaires**

Les sacs boutique LDPE et papier Kraft sont, de loin, les moins performants pour les deux indicateurs utilisés.

Les plus performants dans l'ordre : cabas HDPE tissé, Boîte smart PP puis cabas PP.

Le sac biodégradable se situe au milieu, et est peu performant sur l'effet de serre.

Note : le nombre d'utilisations des sacs PE tissés, coton et de la boîte PP est élevé (50 à 150) et permet à ces sacs d'atteindre de bonnes performances, mais ces nombres ne semble pas reposer sur des données "terrain".

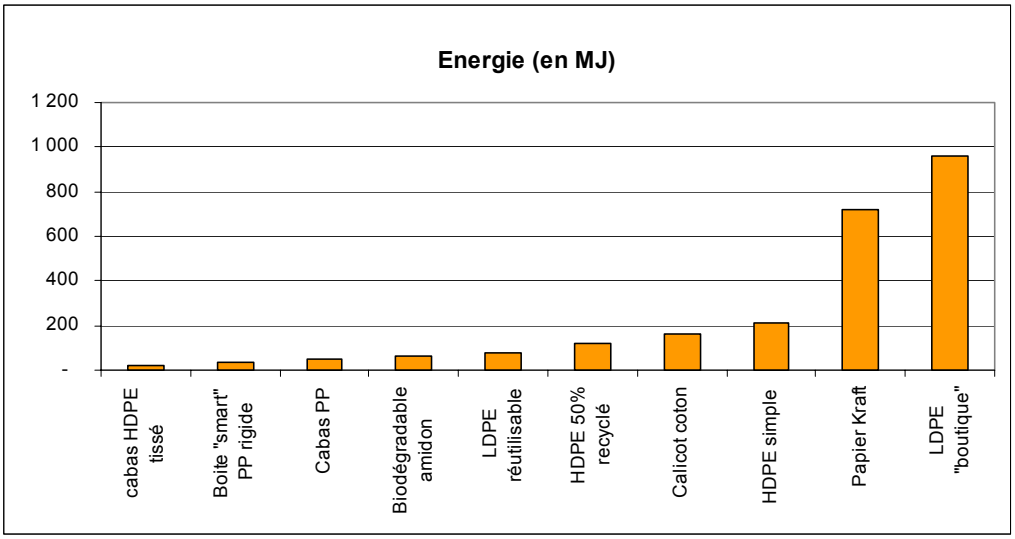


Figure 20 : Energie utilisée pour les sacs étudiés dans l'étude australienne

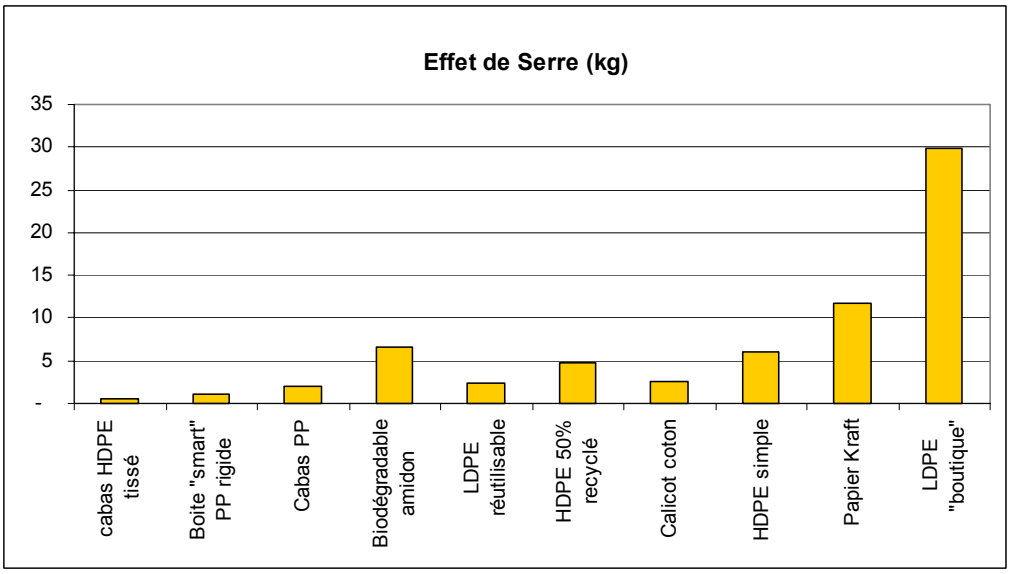


Figure 21 : Effet de serre pour les sacs étudiés dans l'étude australienne

Annexe II - Méthodes générale des analyses de cycle de vie

L'évaluation de systèmes industriels n'est pas une discipline récente. C'est au milieu des années 1970 que l'on peut faire remonter les premières tentatives d'évaluation des impacts sur l'environnement - alors uniquement centrées sur les aspects énergétiques - d'une filière de produit [20].

Le terme d'analyse du cycle de vie de produit - Life Cycle Analysis ou Assessment - a été introduit lors des ateliers organisés par la SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry). Selon les standards définis par les praticiens, repris par la SETAC, et formalisés dans des normes nationales (AFNOR X 30-300) ou internationales (ISO 14040), le bilan environnemental d'un produit est effectué en quatre phases [21] :

Définition des objectifs et du champ de l'étude, (première définition des frontières du système, de l'unité fonctionnelle, des données à collecter,...),

Analyse de l'inventaire (traduite par «écobilan» en français), phase d'inventaire répertoriant les flux de matières et d'énergies (facteurs d'impacts) d'un système défini,

Evaluation de l'impact, phase d'interprétation et d'analyse des impacts sur l'environnement, réalisée sur la base des chiffres de l'inventaire et d'indicateurs synthétiques, choisis avec discernement, représentatifs d'impacts spécifiques,

Interprétation, phase d'analyse de la filière, incluant l'identification des forces et faiblesses de la filière et l'éventuelle analyse de scénarios spécifiques.

1 La méthodologie générale des analyses de cycle de vie

L'inventaire du cycle de vie - ou écobilan - consiste à recenser les flux de matières et d'énergies - ou *facteurs d'impacts* sur l'environnement - aux frontières du *système d'étude*. Ces flux sont rapportés à une unité appelée *unité fonctionnelle*.

L'objet de ce paragraphe est de présenter les différentes phases de l'inventaire, depuis la définition de l'unité fonctionnelle jusqu'au recueil des données sur site en passant par la définition du système et le choix de règles d'imputation et de règles de prise en compte du recyclage de produits en fin de vie.

1.1 L'unité fonctionnelle

Les flux recensés dans les écobilans sont calculés non pour des quantités physiques des produits, mais sur la base d'un service rendu équivalent.

Par exemple, lors de l'évaluation des avantages respectifs de différents types d'emballages, on ne comparera pas 1 kg de verre avec 1 kg de matière plastique, mais un litre de liquide emballé avec soit X g de verre perdu, Y g de verre consigné (Y étant une fonction du nombre de réutilisations des bouteilles) ou Z g de matière plastique.

Le choix de cette unité doit être conditionné par le fait que l'écobilan d'un produit a pour but d'évaluer les impacts sur l'environnement de ce produit **remplissant une fonction** donnée. L'unité fonctionnelle doit donc être une **unité d'usage** et non pas seulement une unité de fabrication (tonnage ou volume par exemple).

Cette unité, appelée «unité fonctionnelle» selon la terminologie européenne des écobilans, est la base de calcul des flux recensés.

[20] Handbook of industrial energy analysis. Boustead I. & Hancock G.F. - Ellis Horwood (1979)

[21] ISO/14040 . International Standardisation Organisation, (1997), Management environnemental - Analyse du cycle de vie - Principes et cadre.

1.1 La délimitation du système

L'objectif de l'écobilan est de connaître et d'interpréter l'ensemble des impacts sur l'environnement d'un système donné, qui, en fonction de la problématique envisagée, peut être :

- l'ensemble des étapes du cycle de vie d'un produit donné,
- les étapes d'un process donné, pour un produit donné,
- un site de production d'un produit donné.

Les flux recensés aux frontières du système doivent être directement interprétables en terme d'impacts sur l'environnement. Ainsi, une consommation de gasoil n'est pas directement interprétable, en revanche cette consommation correspond à une certaine quantité de pétrole brut extrait, transporté, raffiné puis brûlé, chacune de ces étapes ayant des impacts sur l'environnement.

Les flux interprétables sont ceux directement puisés ou rejetés dans l'environnement, et sont appelés **flux élémentaires**. Ils peuvent être :

- en entrée du système : des matières premières et certaines formes d'énergie (éolienne, solaire, hydraulique, …),
- en sortie du système : rejets liquides, gazeux, solides ultimes et certains flux d'énergie (chaleur, radiations ionisantes, …).

Ils sont opposés aux **flux non élémentaires** suivants :

- en entrée du système : matières extraites, produits intermédiaires, vapeur, électricité, …,
- en sortie du système : déchets d'emballage, énergie produite, ….

Ainsi, le système doit inclure les étapes permettant d'aboutir aux flux élémentaires telles que l'élaboration des produits intermédiaires et la production de l'énergie consommée.

D'une façon générale, un tel système comprend, outre les transports, les étapes suivantes, que l'on traite comme des sous-systèmes :

- extraction des matières premières et production des constituants du produit fini,
- assemblage/ formulation du produit fini,
- distribution,
- utilisation,
- traitement du produit en fin de vie.

Plus généralement, l'analyse du cycle de vie élargit le système aux filières de production de chaque flux entrant, jusqu'à leurs matières premières constitutives.

Les flux en sortie du système doivent de même être suivis jusqu'au déchet final dans le milieu naturel ou en décharge.

La démarche d'élargissement du système exposée ci-dessus est simple dans son principe : on prend en compte dans le système toutes les étapes qui permettent de remonter ou de descendre jusqu'aux flux élémentaires.

Elle ne peut cependant pas être conduite de manière exhaustive, pour la raison suivante :

> **l'inclusion de toutes les étapes concourant au cycle de vie d'un produit revient à étudier l'ensemble du monde industriel : construction des biens d'équipement (usines, camions, bateaux, etc.…), des routes et infrastructures portuaires nécessaires aux transports, etc.…**

Il importe alors de préciser clairement les filières incluses dans le système, concernant tant l'élaboration des produits intermédiaires consommés que l'élimination des flux en sortie jusqu'à leur transformation en déchet ultime.

Le choix des frontières du système étudié, par nature conventionnel et dépendant des objectifs de l'écobilan, doit cependant se fonder sur des critères :

- quantitatifs : par exemple, pourcentage en masse ou en contenu énergétique par rapport à la masse du produit étudié,
- qualitatifs : par exemple, toxicité (inclusion d'une filière réputée polluante même si elle ne concourt qu'en faible proportion au produit total).

On assimile alors à des flux élémentaires :

- les matériaux à usage non énergétique consommés sur le site et dont l'extraction ou la production n'est pas prise en compte ; il s'agit de matériaux dont les quantités mises en jeu sont faibles,
- les effluents liquides et les émissions atmosphériques,
- certains déchets solides, en l'absence de données concernant leurs filières d'élimination.

Remarque sur les biens d'équipement : L'exemple suivant montre de façon très schématique l'incidence en général négligeable des biens d'équipement sur le cycle de vie d'un produit, en se limitant à un bilan énergétique. Pour évaluer le coût énergétique de la fabrication d'une raffinerie, on considère celui de la fabrication d'acier : une raffinerie traitant 6 millions de tonnes de brut par an sur 15 ans requiert de l'ordre de 20 000 tonnes d'acier pour sa construction. Or l'élaboration d'une tonne d'acier requiert environ un équivalent énergétique d'une tep. Il s'ensuit au plan sidérurgique une demande en énergie de 0.0002 tep/ tonne de pétrole raffinée ou encore 0.02%, ce qui est négligeable au regard de l'énergie consommée lors de l'extraction, le transport et le raffinage de pétrole (de l'ordre de 10% de l'énergie livrée).

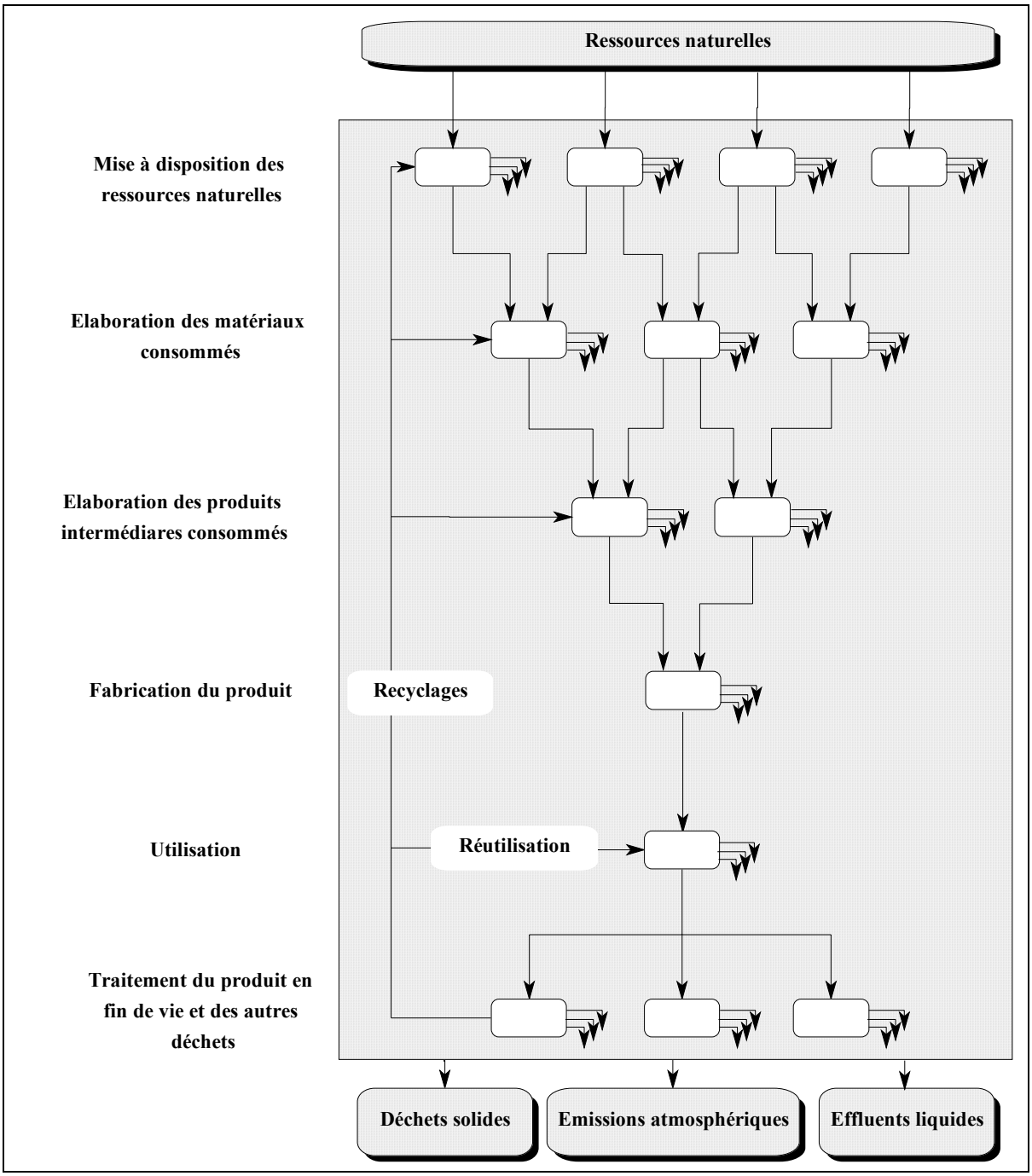


Figure 22 : Méthodologie - Délimitation du système

1.2 Les données collectées

Pour chaque étape identifiée dans le système, il convient de procéder au recensement des flux suivants, appelés facteurs d'impacts car source d'impacts sur l'environnement :

- **consommation énergétique**, différenciée par origine : énergie électrique du réseau, énergie provenant de combustibles fossiles, etc.,
- **consommation de matières premières** renouvelables ou non (eau, minerais, etc.),
- **effluents liquides** : matières en suspension, demande chimique (et biologique) en oxygène, hydrocarbures, nitrates, sulfates, phénols, métaux lourds, etc.,
- **émissions atmosphériques** : CO, CO_2, NO_x, N_2O, SO_x, CH_4, poussières, composés organiques volatils, hydrocarbures, métaux, etc.,

– **déchets solides**, classés par nature (papier, plastique, métaux, verre, etc.) ou destination (décharge, incinération, recyclage, valorisation, etc.).

Cette collecte de données concerne toutes les étapes industrielles incluses dans le système ainsi que les étapes de transport, la mise à disposition d'énergie (énergie électrique et énergie thermique) et la consommation d'emballages et de suremballages.

La Figure 23 montre les données qui doivent être recensées à chaque étape du cycle de vie.

Ces données quantitatives sont en priorité celles mesurées par les sites industriels impliqués dans la filière.

En dernier recours, on utilise les données d'autres industriels fabriquant des produits similaires. Ces données sont alors généralement d'origine bibliographique.

En accord avec le principe de transparence quant au mode d'établissement des écobilans, ce type de choix est toujours explicité.

Figure 23 : Méthodologie - Données recensées pour chaque module

Les données bibliographiques peuvent se présenter sous trois formes :

– **écobilan brut :** seuls sont accessibles les résultats finaux de l'inventaire,

– **écobilan documenté :** toutes les sources d'information sont citées et explicitées,

– **données bibliographiques éclatées :** les données se répartissent entre plusieurs sources (i.e. chaque source ne traite qu'un aspect des données). L'écobilan calculé par cette voie correspond en définitive à un modèle qui est interne à la société ECOBILAN et qui peut être affiné au cours du temps.

On note que les données obtenues dans les deux derniers cas peuvent être adaptées à l'analyse de filières particulières.

Cependant, compte tenu du caractère relativement récent de la notion de bilan environnemental, le dernier cas est le plus fréquent. En outre, les données disponibles dans la littérature scientifique ne permettent souvent de ne faire l'inventaire que des consommations de matière et d'énergie. L'origine et la nature des données doivent être explicitées pour permettre de compléter l'écobilan dès que les données sont disponibles ou que les mesures sont réalisées.

En résumé, les données bibliographiques pallient le manque d'informations collectées directement sur les sites industriels impliqués. Leur usage est obligatoire pour les procédés dont l'observation sur des sites industriels est difficile (extraction du gaz, du pétrole, production d'électricité par exemple). Elles offrent un gain de temps appréciable. Elles ont le mérite de permettre d'étendre le système d'étude à des étapes qui n'auraient pu être intégrées sans elles. On cherche toutefois à leur substituer des données mesurées sur les sites industriels propres au système dans la mesure du possible.

1.3 Le choix des règles d'imputation

Les systèmes industriels étudiés sont souvent multi-produits (ou multi-fonctions). Il est alors nécessaire de pouvoir imputer à chacun des co-produits les impacts qui lui incombent à l'aide de règles d'imputation.

À titre d'exemple, le raffinage du pétrole est à l'origine de bitumes, de graisses, d'huiles, de fiouls lourds, de gasoil, de kérosène et de coupes légères (naphta et gaz de pétrole liquéfiés : propane et butane notamment).

L'industrie chimique, de façon générale, met en jeu de nombreux procédés à l'origine de co-produits, puisqu'il est rare qu'une réaction chimique ne donne lieu à la synthèse que d'un seul produit. Le plus souvent, deux, voire trois produits sont obtenus, qui peuvent être des co-produits, ou des sous-produits susceptibles d'être valorisés, ou encore des déchets sans valeur.

Dans le cas où il y a des co-produits, ou si certains des sous-produits du produit étudié sont valorisés, les impacts sur l'environnement du process dont ils sont issus doivent être répartis entre les divers produits.

La détermination de telles règles est de même indispensable dans le cas de procédés avec des flux entrants multiples tel que l'incinération.

Diverses règles d'imputation peuvent être utilisées et répartissent les facteurs d'impacts du process selon les cas au prorata :

- de la masse des produits (**imputation massique**),
- du volume des produits (**imputation volumique**),
- du nombre de moles des produits (**imputation molaire**),
- du PCI (pouvoir calorifique inférieur) des produits (**imputation énergétique**).

Plusieurs règles portant sur différents facteurs d'impacts peuvent être utilisées si la nature physique des phénomènes le requiert.

Remarque : l'absence de données précises conduit également à utiliser des clefs de répartition sans que les process en jeu ne génèrent de co-produits : c'est le cas d'une usine qui fabrique dans des ateliers distincts des produits sans lien entre eux et qui ne communique que des informations relatives à l'usine entière.

1.4 Le choix des règles de prise en compte des recyclages

Dans le cycle de vie des produits de la filière, de nombreuses boucles de recyclage peuvent exister :

- recyclage des chutes et rebuts de fabrication,
- incorporation de matériaux recyclés dans la fabrication des produits,
- recyclage des produits en fin de vie, etc.

Les cas dans lesquels un produit est recyclé dans son propre cycle de vie, recyclage dit **en boucle fermée**, sont directement pris en compte dans l'écobilan réalisé, au travers de l'unité fonctionnelle.

Ainsi, une bouteille de verre vert recyclée en post consommation à 50% consommera deux fois moins de matières premières qu'une bouteille en verre vert non recyclé (en faisant abstraction du rendement du recyclage).

On oppose à ce type de recyclage le recyclage dit **en boucle ouverte**, le plus fréquent, dans lequel le produit initial est recyclé dans une autre filière, dite secondaire.

Dans ce dernier cas, différentes méthodes existent pour imputer les flux associés aux étapes de recyclage ainsi que l'économie de matières réalisée entre la filière du produit initial et celle du produit secondaire. Il s'agit là encore de choix de règles d'imputation et de prise en compte de co-produits. En effet, le recyclage en boucle ouverte peut être considéré soit comme un traitement de déchets du point de vue du produit initial, soit comme une étape d'obtention de matière première du point de vue du produit secondaire.

Les effets de l'opération de recyclage se traduisent dans :

- la collecte des produits à recycler,
- le procédé de recyclage proprement dit,
- les économies de matières premières dans la filière du produit secondaire,
- l'adaptation des procédés ou des produits à l'utilisation de matière recyclée,
- les économies d'élimination dans la filière du produit primaire,
- les différences introduites dans la filière d'élimination du produit secondaire.

Des choix, dont dépendent les résultats finaux, doivent alors être faits entre :

- l'imputation de la totalité des impacts du recyclage au produit initial,
- l'imputation de la totalité des impacts du recyclage au produit secondaire,
- la répartition de tout ou partie des impacts du recyclage entre le produit initial et le produit secondaire.

Sur le plan théorique, l'analyse de systèmes multi-fonctionnels permettrait de s'affranchir de ces choix.

Ces règles de délimitation des frontières du système ont fait l'objet d'une publication, reconnue par la profession, dans les actes de l'atelier de la SETAC de Leyden (Décembre 1991, atelier de travail «*System Boundaries*», animé par Ecobilan) et sont reprises dans la norme internationale ISO 14041[22].

2 Méthodes d'évaluation des impacts environnementaux

2.1 Effet de serre

On appelle "effet de serre" l'augmentation de la température moyenne de l'atmosphère induite par l'augmentation de la concentration atmosphérique moyenne de diverses substances d'origine anthropique (CO2, méthane, CFC, ...). L'unité retenue pour évaluer l'impact potentiel sur l'effet de serre d'une substance est le GWP (Global Warming Potential), exprimé en masse d'équivalent CO2. Le GWP d'une substance est le potentiel d'effet de serre de l'émission instantanée d'un gramme ou d'un kilogramme de la substance par rapport au CO2 (source IPCC, 1995). Les émissions de CO2 d'origine biologique (« CO_2 biomasse ») ne sont pas comptabilisées comme gaz à effet de serre d'origine anthropique, conformément aux conventions internationales fixées par le groupe intergouvernemental d'experts sur le réchauffement climatique (GIEC ou IPCC). Les coefficients utilisés pour calculer cet impact potentiel sur l'environnement sont présentés ci-dessous.

Tableau 22 : Coefficients d'équivalence d'effet de serre (source : IPCC et WMO 1998)

IPCC-Greenhouse effect (direct, 100 years)	g eq. CO2	IPCC
(a) Carbon Dioxide (CO2, fossil)	g	1
(a) Methane (CH4)	g	23
(a) Nitrous Oxide (N2O)	g	296
(a) Carbon Tetrafluoride (CF4)	g	5 700
(a) Halon 1301 (CF3Br)	g	6 900

2.2 Acidification atmosphérique

Iil s'agit de l'augmentation de la quantité de substances acides dans la basse atmosphère, à l'origine des "pluies acides" et notamment du dépérissement de certaines forêts. L'unité retenue pour évaluer la contribution d'une substance à l'acidification est le potentiel de libération de protons H+ (source CML, 1992). Comme cet impact est un phénomène de portée régionale, le résultat du calcul global de l'impact d'un produit en termes d'acidification doit être nuancé par la distribution spatiale des émissions de gaz contribuant à cet effet.

Tableau 23 : Coefficients d'équivalence d'acidification de l'air (source : Université de Leiden, Pays Bas)

CML-Air Acidification	g eq. H+	CML
(a) Nitrogen Oxides (NOx as NO2)	g	0.022
(a) Sulphur Oxides (SOx as SO2)	g	0.031
(a) Ammonia (NH3)	g	0.059
(a) Hydrogen Chloride (HCl)	g	0.027
(a) Hydrogen Cyanide (HCN)	g	0.037
(a) Hydrogen Fluoride (HF)	g	0.050
(a) Hydrogen Sulphide (H2S)	g	0.059
(a) Sulphuric Acid (H2SO4)	g	0.020

[22] ISO 14041 : Management environnemental - Analyse du cycle de vie - Définition de l'objectif et du champ de l'étude et analyse de l'inventaire.

2.3 Formation d'ozone photochimique

Sous certaines conditions climatiques, les émissions atmosphériques des industries et des transports peuvent réagir avec les photons solaires et produisent un smog photochimique. Une succession de réactions impliquant des composés organiques volatiles et des NOx, conduit à la formation d'ozone, un composé super oxydant. Le potentiel de formation d'oxydants photochimiques est exprimé en g. éq. éthylène.

Les coefficients utilisés pour calculer cet impact potentiel sur l'environnement sont présentés ci-contre.

Tableau 24 : Coefficients d'équivalence d'acidification (source : World Meteorological Organization)

WMO-Photochemical oxidant formation (a	g eq. ethylene	UN
(a) Hydrocarbons (unspecified)	g	0.377
(a) VOC (Volatil Organic Compounds)	g	0.377
(a) VOC (Volatile Organic Compounds)	g	0.377
(a) Acetaldehyde (CH3CHO)	g	0.527
(a) Acetone (CH3COCH3)	g	0.178
(a) Acetylene (C2H2)	g	0.168
(a) Alcohol (unspecified)	g	0.196
(a) Aldehyde (unspecified)	g	0.443
(a) Alkane (unspecified)	g	0.398
(a) Aromatic Hydrocarbons (unspecified)	g	0.761
(a) Benzaldehyde (C6H5CHO)	g	-0.334
(a) Benzene (C6H6)	g	0.189
(a) Butane (n-C4H10)	g	0.41
(a) Butene (1-CH3CH2CHCH2)	g	0.959
(a) Ethane (C2H6)	g	0.082
(a) Ethanol (C2H5OH)	g	0.268
(a) Ethyl Benzene (C6H5C2H5)	g	0.593
(a) Ethylene (C2H4)	g	1
(a) Formaldehyde (CH2O)	g	0.421
(a) Heptane (C7H16)	g	0.529
(a) Hexane (C6H14)	g	0.421
(a) Hydrocarbons (except methane)	g	0.416
(a) Methane (CH4)	g	0.007
(a) Methanol (CH3OH)	g	0.123
(a) Propane (C3H8)	g	0.42
(a) Propionaldehyde (CH3CH2CHO)	g	0.603
(a) Propylene (CH2CHCH3)	g	1.03
(a) Tetrachloroethylene (C2Cl4)	g	0.005
(a) Toluene (C6H5CH3)	g	0.563

2.4 Eutrophisation des eaux

L'eutrophisation d'un milieu aqueux se caractérise par l'introduction de nutriments, sous la forme de composés azotés et phosphatés par exemple, qui conduit à la prolifération d'algues. Cela induit dans un premier temps une forte consommation de CO2 dissous en présence de lumière (par photosynthèse) et donc à une alcalinisation des eaux, puis dans un second temps à une décomposition bactérienne qui entraîne une diminution de la teneur en oxygène dissous dans l'eau. Ce phénomène peut conduire à la mort de la faune et de la flore du milieu aquatique considéré.

Les coefficients utilisés pour calculer cet impact potentiel sur l'environnement sont présentés ci-dessous.

Tableau 25 : Coefficients d'équivalence d'eutrophisation (source : Université de Leiden, Pays Bas)

CML-Eutrophication (water)	g eq. PO4	CML
(w) Ammonia (NH4+, NH3, as N)	g	0.420
(w) COD (Chemical Oxygen Demand)	g	0.022
(w) Nitrate (NO3-)	g	0.095
(w) Nitrite (NO2-)	g	0.130
(w) Nitrogenous Matter (Kjeldahl, as N)	g	0.420
(w) Nitrogenous Matter (unspecified, as N)	g	0.420
(w) Phosphates (PO4 3-, HPO4--, H2PO4-, H3PO4, as P)	g	3.060
(w) Phosphorous Matter (unspecified, as P)	g	3.060
(w) Phosphorus (P)	g	3.060
(w) Phosphorus Pentoxide (P2O5)	g	1.336

Annexe III - Données secondaires utilisées

3 Sources bibliographiques des données secondaires

Procédés industriels	Sac concerné	Sources des données
Transport sur route par camion (moteur diesel)	tous	ETH, Laboratorium fur Energie Systeme, Zurich, 1996, Teil 3, Anhang B
Production de diesel	tous	ETH, Laboratorium fur Energie Systeme, Zurich, 1996, Teil 1
Transport par mer	Sac PEHD	Laboratorium fur Energiesysteme , ETH, Zurich, 1996. Anhang B, Hochseefrachter, Page 61 Sources primaires: EPA (Environmental Protection Agency) Handbook of emission factors; Non industrial sources 1, Ministry of health and environmental protection, The Hague 1980.
Transport par train (moyenne européenne)	Sac papier	Laboratorium fur Energiesysteme, ETH, Zurich, 1996 Anhang B, Bahntransport, Page 32-33
Production et combustion de gaz naturel	tous	ETH, Laboratorium fur Energie Systeme, Zurich, 1996, Teil 1
Production et combustion de fuel lourd	tous	ETH, Laboratorium fur Energie Systeme, Zurich, 1996, Teil 1
Production et combustion de fuel léger	tous	ETH, Laboratorium fur Energie Systeme, Zurich, 1996, Teil 1
Production et combustion de charbon et de lignite	tous	ETH, Laboratorium fur Energie Systeme, Zurich, 1996, Teil 1
Production de nitrocellulose (résine d'encre)	Sac PEHD	Production française de 1997 (Il existe 1 seul site en France)
Production de polyamide 66 (résine d'encre)	Sac PEHD	Ecoprofiles of selected man-made fibers, CIRFS (Comité International de la Rayonne et des Fibres synthétiques), I.Boustead, December 1997, page 15-16, page 37-40
Production d'acide sulfurique	Sac PEHD	BUWAl n°232, Comparative environmental evaluation of construction paints and varnishes, Volume 2: data, Bern , 1994, Page: 56-57
Production d'acide nitrique	Sac PEHD	Laboratorium für Energiesysteme , ETH (Eidgenössische Technische Hochschule Zurich), Zurich, 1996, Teil 3: Basismaterialieren, Page 77-78.
Production d'éthanol	Sac PEHD, Sac biodégradable	Données d'un site industriel de 1990
Production de n-butanol	Sac PEHD	BUWAL n°232, Comparative environmental evaluation of construction paints and varnishes, Volume 2: data, Bern , 1994, Page: 70-71.
Production d'alcool isopropyl	Sac PEHD, Cabas PEBD	Chauvel A., Lefebvre G., Castex L., Procédés de pétrochimie, page 88, volume 2, Paris, Ecole Nationale Supérieure du Pétrole et des Moteurs, Technip, 1985.
Production de pâte sulfite non blanchie (pour la fabrication	Sac PEHD	BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) n°250, Band II: Ökoinventare für Verpackungen, Bern,

Procédés industriels	Sac concerné	Sources des données
de la nitrocellulose)		1996, Page 186-187
Production d'ethyl acetate (solvant d'encre)	Sac PEHD, Cabas PEBD	Reaction stoechiométrique Concise of Encyclopedia Kirk Othmer
Production d'acetaldehyde (utilisé pour l'ethyl acetate)	Sac PEHD, Cabas PEBD	Buwal 232: Comparative environmental evaluation of construction paints and varnishes, volume 2: data, Bern, 1994, page 62-63
Production de colle hot melt EVA	Sac PEHD, Sac papier	Données bibliographiques de 1992 correspondant à une enquête américaine
Production de copolymere styrene butadiene (colle)	Sac PEHD	IFP, Caoutchoucs synthétiques, procédés et données économiques, Technip édition, JP Arlié, 1980, page 28
Production de butadiène	Sac PEHD	Eco-profiles of the European Plastics Industry, Report 11: CO-POLYMERS OF ACRYLONITRILE-BUTADIENE-STYRENE, I. Boustead, Brussels, October 1997, page: 15 to 17
Production de styrène	Sac PEHD	Eco-profiles of European plastics industry, Report 4 : Polystyrene (Second edition), I.Boustead, April 1997, Page 26-27
Production de résine polyurethane flexible (résine de la colle)	Cabas PEBD, Sac biodégradable	Ecoprofiles of the European plastics industry, APME Association of Plastics Manufacturers in Europe), Report 9 : polyurethane precursers (TDI, MDI, Polyols), Brussels, June 1996, Page 30-31
Production de benzène (utilisé pour la production de cyclohexanone)	Sac biodégradable	Ecoprofiles of plastics and related intermediates, I.Boustead, APME, Brussels, 1999, available on web site: http://www.apme.org
Production d'hydrogène (H2) (utilisé pour la production de cyclohexanone)	Sac biodégradable	Ecoprofiles of plastics and related intermediates, I.Boustead, APME, Brussels, 1999, available on web site: http://www.apme.org
Production d'urée (utilisée pour la culture du maïs)	Sac biodégradable	Laboratorium für Energiesysteme , ETH (Eidgenössische Technische Hochschule Zurich), Zurïch, 1996, Page 112.
Production de superphosphate normal (utilisé pour la culture du maïs)	Sac biodégradable	Source: Bo Weidema, LC screening of Food Products. Danish Academy of Technical Sciences (p. 51)
Production de chlorure de potassium (utilisé pour la culture du maïs)	Sac biodégradable	The Fertilizer Handbook, values multiplied by 85% to account for efficiencies over time
Séchage du maïs	Sac biodégradable	Inventaires écologiques relatifs aux emballages, BUWAL n° 250, Berne, 1998, Volume II, page 452
Production de soufre (utilisé pour la production d'amidon de maïs	Sac biodégradable	Tenside Surfactants Detergents, Journal for Theory, Technology and Application of Surfactants, arl Hanser Verlag, Munchen, März/April 1995, Page 412 to 414
Séchage d'amidon de maïs	Sac biodégradable	BUWAL (inventaires écologiques des emballages) n°250, Volume II, page 453

Procédés industriels	Sac concerné	Sources des données
Production de résine acrylique (composant de l'encre des sacs)	Sac papier	BUWAL n°232, Comparative environmental evaluation of construction paints and varnishes, Volume 2: data, Bern , 1994, Page: 84-85 Note : la quantité de déchets générée fournie par cette source de donnée a été jugée trop importante par la revue critique et fournie par la revue critique (origine : ACV moyenne européenne réalisée par les producteurs de résine acrylique).
Production de n butyl acrylate (utilisé pour la résine acrylique)	Sac papier	BUWAL n°232, Comparative environmental evaluation of construction paints and varnishes, Volume 2: data, Bern , 1994, Page: 90-91.
Production de n butyl acrylate (utilisé pour la résine acrylique)	Sac papier	BUWAL n°232, Comparative environmental evaluation of construction paints and varnishes, Volume 2: data, Bern , 1994, Page: 90-91.
Production d'acétate versatique (utilisé pour la résine acrylique)	Sac papier	BUWAL n°232, Comparative environmental evaluation of construction paints and varnishes, Volume 2: data, Bern , 1994, Page 82-83.
Production d'acétate de vinyle (utilisé pour la résine acrylique et l'alcool polyvinylique)	Sac papier	BUWAL n°232, Comparative environmental evaluation of construction paints and varnishes, Volume 2: data, Bern , 1994, Page 127-128
Production d'alcool polyvinyle (colle)	Sac papier	Prise en compte de la stœchiométrie pour la réaction de l'acétate de vinyle sur le méthanol. L'étape de polymérisation et d'alcoolisation est négligée. On alloue la synthèse aux deux coproduits de réaction : l'alcool polyvinylique et le méthyle acétate. Modélisation basée sur l'encyclopédie Merck (art. 7562).
Production de méthanol (utilisé pour la colle vinylique)	Sac papier	BUWAL n°232, Comparative environmental evaluation of construction paints and varnishes, Volume 2: data, Bern , 1994, Page: 77-78. Source primaire: Franklin Associates, Ltd "Ressource and environmental profile analysis of oleochemical methyl ester sulfonates and petrochemical LAS ", Appendix, July 1991.

4 Part des consommables dont la production est exclue des systèmes

Les consommables dont la production n'a pas été prise en compte (« remontée ») proviennent, pour ce projet, des sources de données secondaires utilisées. En effet, la totalité des ingrédients connus (ou estimés dans le cas du sac biodégradable) ont été remontés.

Après analyse des résultats figurant en annexe V, ces consommables non remontés sont principalement classés dans la catégorie « *raw materials (unspecified)* » et leur nature n'est pas connue.

	Total des masses des flux non remontés (kg)	**Total des masses des flux élémentaires extraits de l'environnement (kg)**	**Rapport masse des flux non remontés sur masse des flux élémentaires prélevés dans l'environnement**
Sac PE jetable	0.065	7.2	0.9%
Cabas PE souple (1 utilisation)	0.173	18.8	0.9%
Sac papier	0.171	9.4	1.8%
Sac biodégradable	0.093	9.7	1.0%

Tableau 26 : Part des consommables dont la production est exclue des systèmes

Pour tous les sacs, les flux non remontés représentent entre 1 et 2% de la masse des flux élémentaires prélevés dans l'environnement, ce qui est cohérent avec le critère de délimitation des frontières (voir §6.2.1).

Annexe IV - Modélisation de la fin de vie

5 Détail de la modélisation de la fin de vie des sacs via les déchets ménagers

5.1 Collecte des déchets ménagers

Les sacs usagés sont collectés par les bennes de déchets ménagers puis, selon les cas de figures, suivent la filière d'incinération avec et sans récupération d'énergie ou de mise en décharge. Les données utilisées pour modéliser la collecte des déchets ménagers sont présentées dans le Tableau 27. Elles sont représentatives de la situation française des années 1990-2000.

Donnée	Valeur
Charge des bennes	3.6 tonnes
Consommation en diesel	75 l/100 km
Distance du circuit de collecte	30 km

Tableau 27 : Données concernant la collecte des déchets ménagers (moyenne)

5.2 Incinération des emballages en fin de vie

5.2.1 Modélisation de l'incinération avec ou sans récupération d'énergie

A- Description du procédé

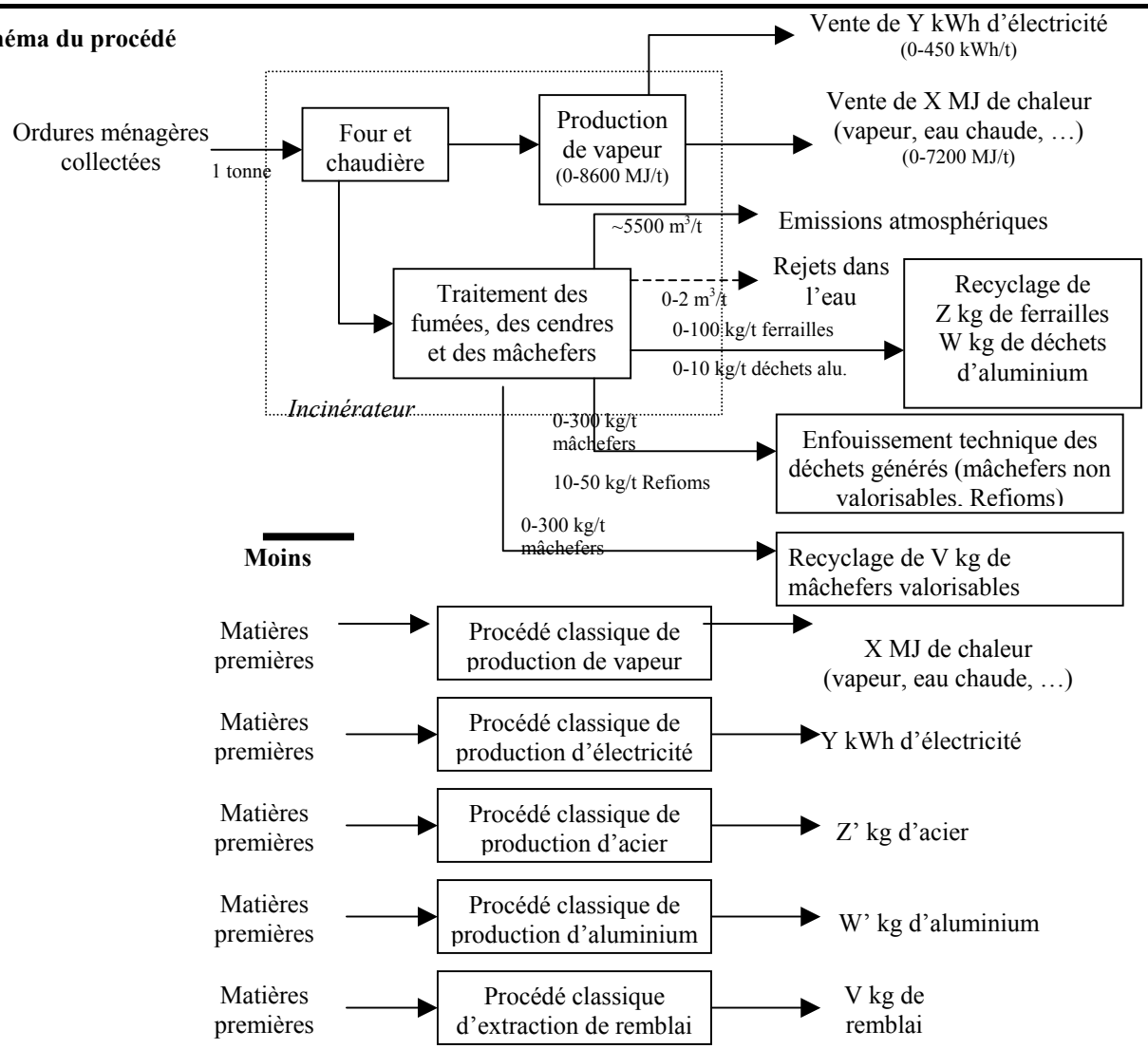
Modélisation paramétrique de l'incinération des déchets ménagers avec récupération de vapeur et d'électricité. Les opérations suivantes peuvent être prises en compte :

- Déversement des ordures dans une fosse et reprise par un grappin.
- Incinération dans un four à grille, un four rotatif, un four à lit fluidisé.
- Récupération de la chaleur dégagée dans une chaudière. La vapeur peut être vendue et/ou servir à produire de l'électricité.
- Lavage (voie sèche, humide, semi-humide) et dépoussiérage (électrofiltre, filtre à manches) des gaz de combustion.
- Traitement des effluents de lavage en station d'épuration avant rejet dans le réseau d'assainissement.
- Déferraillage et passage dans une machine à courant de Foucault des mâchefers.

Commentaires

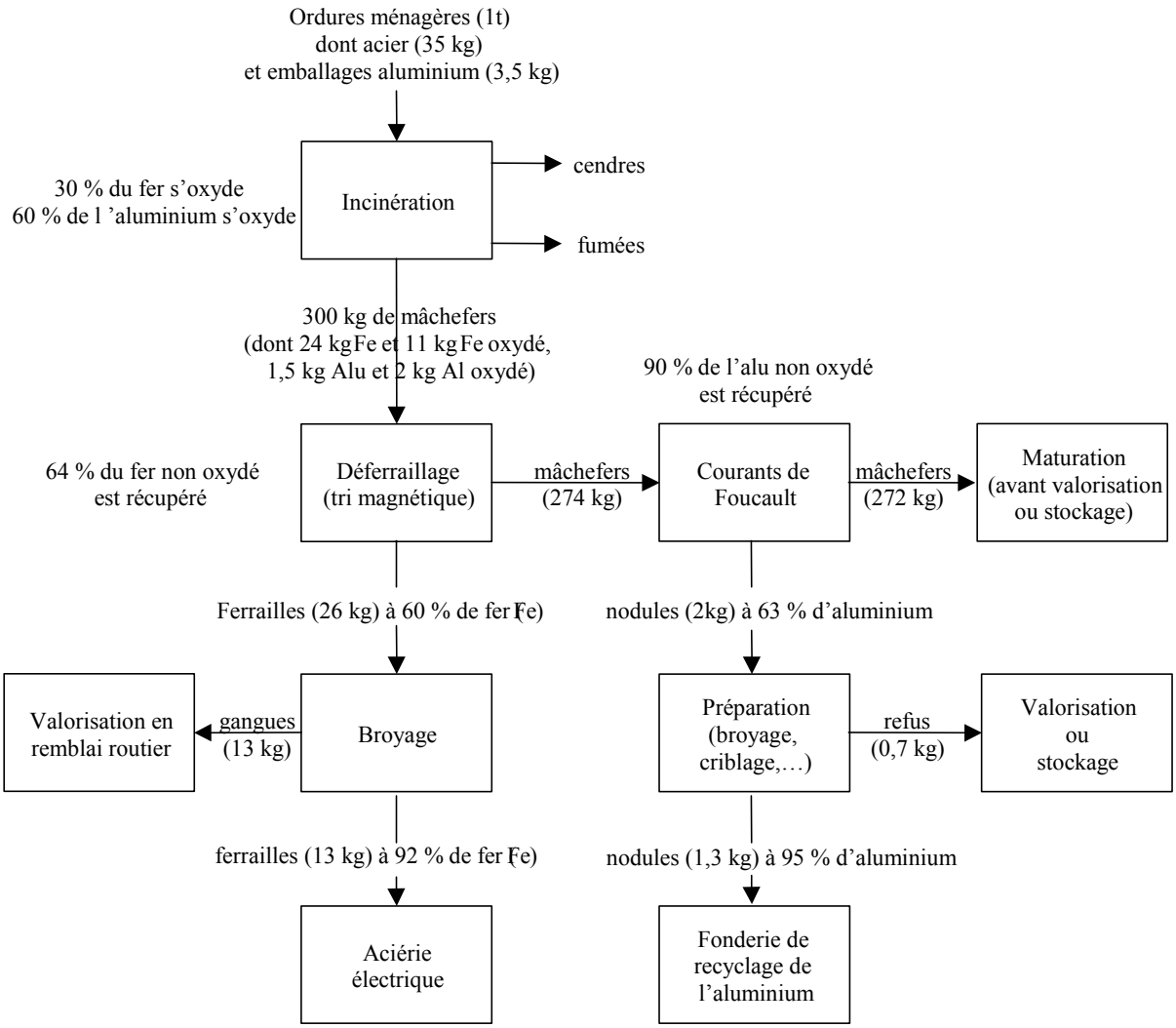
L'unité fonctionnelle est « incinérer des déchets ménagers dont la quantité et la composition sont fixées par d'autres parties du logiciel ».

Schéma du procédé



Note : Les chiffres ci-dessus sont indicatifs. Pour plus d'informations concernant les filières de valorisation, voir fiches correspondantes.

Le schéma suivant présente les filières de recyclage des métaux récupérés après incinération (chiffres indicatifs).



B- Définition du système

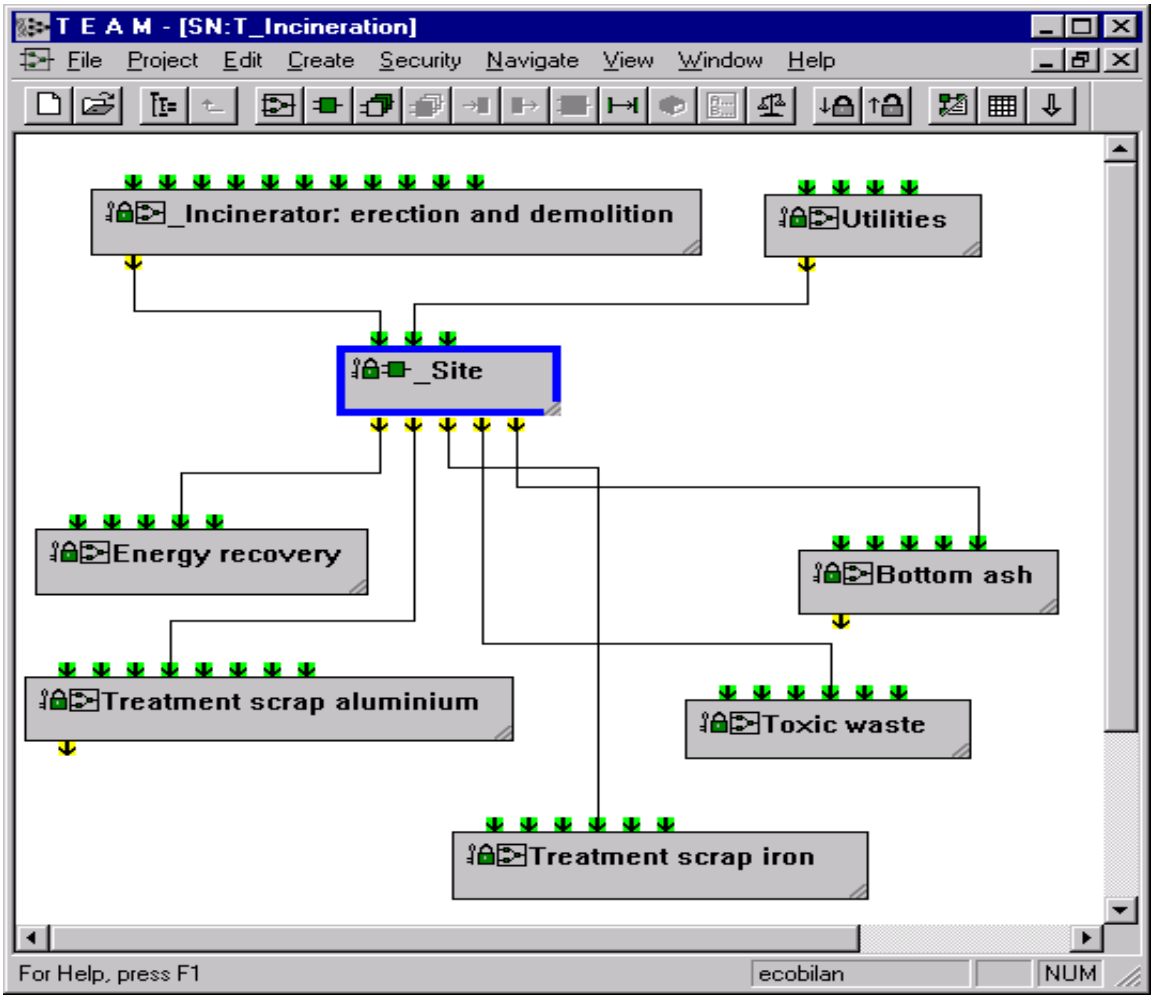
Inclus :

- La construction et la démolition du site d'incinération.
- Les opérations liées au fonctionnement sur le site (consommation des engins, …).
- Les consommation électriques et énergétiques.
- Le traitement des fumées.
- Le traitement des effluents de lavage des fumées.
- Le traitement des mâchefers (déferraillage, courant de Foucault).
- Le transport et le recyclage des ferrailles et des déchets d'aluminium (voir fiches correspondantes).
- Le transport et la mise en décharge des mâchefers non valorisables et des Refioms (voir fiches correspondantes).
- Le transport et la valorisation en sous-couches routières des mâchefers valorisables (voir fiche correspondante).

Exclus :

- La collecte et le transport des déchets ménagers vers le centre d'incinération (pris en compte ailleurs dans l'outil).

Copie du système TEAM™



C- Caractérisation des données principales

Type des données :

Paramétrage relatif à la gestion du site : Sources [1], [2], [3].

Traitement des données :

- **Nature :** bilans massiques
- **Règles d'allocation utilisées** :

Type de flux	Règle d'allocation
Consommation sur le site : construction et démolition	Allocation massique Conso.(kg/kg déchet) = Conso. totale (kg) / Capacité (site) /Durée vie (site)
Exploitation	Allocation massique
Sorties solides	• Mâchefers = Mâchefers (typique)* contenu en matières minérales des déchets entrants / contenu en matières minérales (typique) • Ferrailles = Ferrailles (typique) * contenu en fer des déchets entrants / contenu en fer (typique) • Déchets d'aluminium = Déchets d'aluminium (typique)* contenu en aluminium des déchets entrants / contenu en aluminium (typique)

Opérations consommables relatifs à la production d'énergie	Allocation suivant le contenu énergétique des déchets
Opérations production d'énergie	Allocation suivant le contenu énergétique des déchets Energie = Energie (typique) * PCI/PCI_0
Opérations consommables relatifs au traitement des fumées	Allocation suivant le contenu en soufre et chlore des déchets : Conso. = Conso. (typique) * (Contenu en S + Cl)/(Contenu S+Cl (typique))

Opérations (traitement des fumées) - sorties

Volume des fumées (V_{fum})	$V_{fum} = V_{fum}(0)$[23] * $PCI_{humide}/PCI_{humide}$ (0)
CO_2	$CO_2 = CO_2$ (0) * C/C(0)
CO	CO = [CO] (0) * V_{fum}
SO_x	$SO_x = [SO_x]$ (0) * V_{fum} si il y a du soufre dans les déchets, 0 sinon.
NO_x	$NO_x = [NO_x]$ (0) * V_{fum}
N_2O	$N_2O = [N_2O]$ (0) * V_{fum}
NH_3	$NH_3 = [NH_3]$ (0) * V_{fum}
HCl	HCl = [HCl] (0) * V_{fum} si il y a du chlore dans les déchets, 0 sinon.
HF	HF = [HF] (0) * V_{fum} si il y a du fluor dans les déchets, 0 sinon.
HBr	HBr = [HBr] (0) * V_{fum} si il y a du brome dans les déchets, 0 sinon.
Poussières	Poussières = [Poussières] (0) * V_{fum}
Métaux lourds	Métaux lourds = [Métaux lourds] (0) * V_{fum} si il y a des métaux lourds dans les déchets, 0 sinon.
Zn	Zn = [Zn] (0) * V_{fum} si il y a du zinc dans les déchets, 0 sinon.
Hg	Hg = [Hg] (0) * V_{fum} si il y a du mercure dans les déchets, 0 sinon.
Cd	Cd = [Cd] (0) * V_{fum} si il y a du cadmium dans les déchets, 0 sinon.
Cendres volantes	Cendres = Cendres (typique) * (½ Mat. Min./Mat $Min._0$+ ½ (Cl + S) /$(S+Cl)_0$)

Opérations consommables relatifs au traitement des eaux de lavage	Allocation suivant le contenu en soufre et chlore des déchets : Conso. = Conso. (typique) * (Contenu en S + Cl)/(Contenu S+Cl (typique))

Opérations (traitement des eaux de lavage) - sorties

Quantité de rejets liquides	Allocation massique. Soit V_{eau} le volume d'eau (l/t)
Matières en suspension (MES)	MES = $[MES]_0$ *V_{wat} * (1/3 Mat. Min./Mat $Min._0$+ 2/3 (Cl + S) /$(S+Cl)_0$)
DCO	DCO=$[DCO]_0$*V_{wat} *1/3 (PCI/PCI_0 + 2/3 (Cl + S) /$(S+Cl)_0$)
DBO_5	DBO_5=$[DBO_5]_0$*V_{wat} *1/3 (PCI/PCI_0 + 2/3 (Cl + S) /$(S+Cl)_0$)
N (total)	N=$[N]_0$*V_{wat} *1/3 (PCI/PCI_0 + 2/3 (Cl + S) /$(S+Cl)_0$)
P (total)	P=$[P]_0$*V_{wat} *1/3 (PCI/PCI_0 + 2/3 (Cl + S) /$(S+Cl)_0$)
Chlorures	Cl=$[Cl]_0$*V_{wat} *1/3 (PCI/PCI_0 + 2/3 (Cl + S) /$(S+Cl)_0$)
Phénols	Phénols=$[Phénols]_0$*V_{wat} *1/3 (PCI/PCI_0 + 2/3 (Cl + S) /$(S+Cl)_0$)
Métaux lourds	Métaux lourds=$[Métaux\ lourds]_0$*V_{wat} * Métaux lourds déchets/ Mét. Lourds 0
Résidus solides (gâteau de lavage)	Gâteau = Gâteau (typique) * (½ Mat. Min./Mat $Min._0$+ ½ (Cl + S) /$(S+Cl)_0$)

[23] Le suffixe (0) est utilisé en référence à la composition typique des déchets. Les crochets [] désignent des concentrations en mg/Nm^3.

Représentativité :

- **Année :** techniques utilisées dans les années 1990
- **Zone géographique :** Europe
- **Capacité du site** : Variable
- **Part du marché** : les fours à grilles représentent la plus grande partie du marché des incinérateurs.

Caractérisation du module :

- **Fiabilité** : Modélisation réalisée à partir du fonctionnement de plus de 15 sites en Europe.
- **Complétude** : Elevée

D- Sources des données

- **Identification :**

Source [1] : « Bilan environnemental du traitement des déchets ménagers par incinération, mise en décharge, compostage et méthanisation », étude Ecobilan pour l'ADEME, 1994-1997.

Source [2] : « Life Cycle Inventory of the Incineration of Municipal Solid Waste », Tebodin UK Ltd, 1996, rapport pour l'Environment Agency of England and Wales.

Source [3] : « Life Cycle Inventory development for Incineration construction and dismantling », Chem 1997, Systems, rapport pour l'Environment Agency of England and Wales.

Contact :

Date de transmission des données principales :

Sources principales, détaillées par compartiment :

- **matières premières** : paramétrage selon données issues de [1], [2] et [3]
- **énergies** : paramétrage selon données issues de [1], [2] et [3]
- **émissions dans l'air** : paramétrage selon données issues de [1] et [2]
- **émissions dans l'eau** : paramétrage selon données issues de [1] et [2]
- **déchets et co-produits** : paramétrage selon données issues de [1] et [2]

E- Aspect de Confidentialité

Données concernées : données du procédé

Accord de confidentialité: non

F- Traçabilité au sein d'Ecobilan

Création du module : Estelle Vial, Christèle Wojewodka

Validation du module : Olivier Muller

5.2.2 Incinération avec récupération d'énergie

Les différentes hypothèses retenues pour l'incinération des emballages usagés avec récupération d'énergie sont regroupées dans le Tableau 28. Les voies classiques de production d'énergie économisées par l'incinération sont présentées au paragraphe 19. Dans les scénarios de référence considérés dans cette étude, 43.1 % des sacs rejoignant la filière des déchets ménagers sont incinérés avec récupération d'énergie.

Rendement de chaudière	90 %
Part de l'énergie valorisée utilisée pour produire de la vapeur à usage urbain	57 %
Part de l'énergie valorisée utilisée pour produire de l'électricité	43 %
Rendement de la turbine pour produire l'électricité	13 %
Rapport massique vapeur de l'incinérateur - vapeur urbaine Structure de la vapeur économisée (réseau urbain)	1 kg - 1 kg 36 % fuel lourd 35 % charbon 29 % gaz naturel
Structure de l'électricité économisée	76.8 % de nucléaire 13.4 % d'énergie hydraulique 9.2 % de combustibles fossiles 0.6 % de divers (éolien, solaire…)

Tableau 28 : Hypothèses de modélisation de l'incinération des emballages avec récupération d'énergie

5.3 Mise en décharge

A- Description du procédé

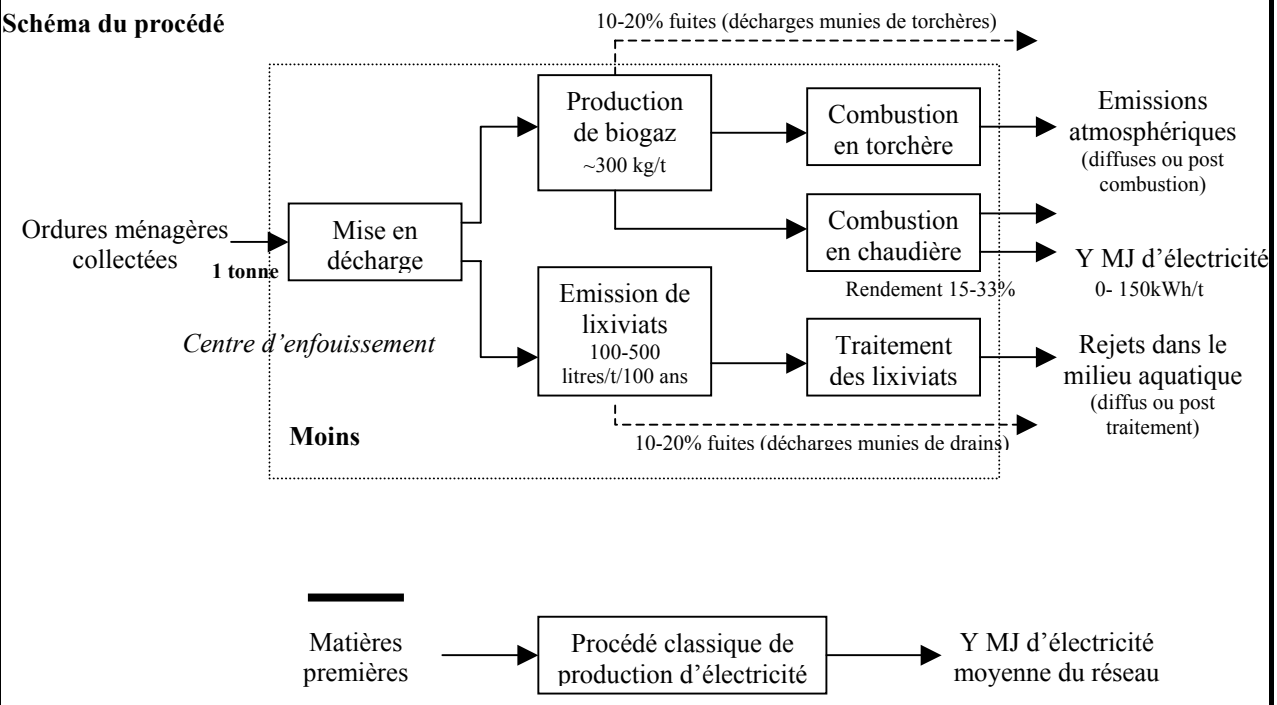
Modélisation paramétrique de l'enfouissement technique des déchets ménagers. Les opérations suivantes peuvent être prises en compte : des déchets ménagers :

- Préparation des casiers par dépôt d'argile contrainte et de membranes
- Placement des déchets dans les casiers.
- Recouvrement périodique par de l'argile et/ou du sable.
- Collecte et combustion du biogaz en torchères et/ou en chaudière en vue de récupérer de l'électricité.
- Collecte et traitement des lixiviats (voies physico-chimique ou évapo-incinération).

Commentaires

L'unité fonctionnelle est « stocker en centre d'enfouissement technique des déchets ménagers dont la quantité et la composition sont fixées par d'autres parties du logiciel ». Les données concernant la production de biogaz et de lixiviats prennent en compte une période d'environ 100 ans. Ceci rend délicate la collecte des données relatives à la production de biogaz et de lixiviats.

Schéma du procédé



Note : Les chiffres ci-dessus sont indicatifs.

B- Définition du système

<u>Inclus</u> :

- La construction et la couverture du site.
- Les opérations de mise en décharge (consommation huile et fuel des engins, …).
- La lixiviation due au passage d'eau sur les déchets ménagers.
- La décomposition des ordures fermentescibles avec production de biogaz.
- Le traitement des lixiviats en station d'épuration (y compris la production de boues).
- La combustion du biogaz capté.
- Les émissions diffuses de biogaz non capté.
- Les émissions diffuses de lixiviats non captés.

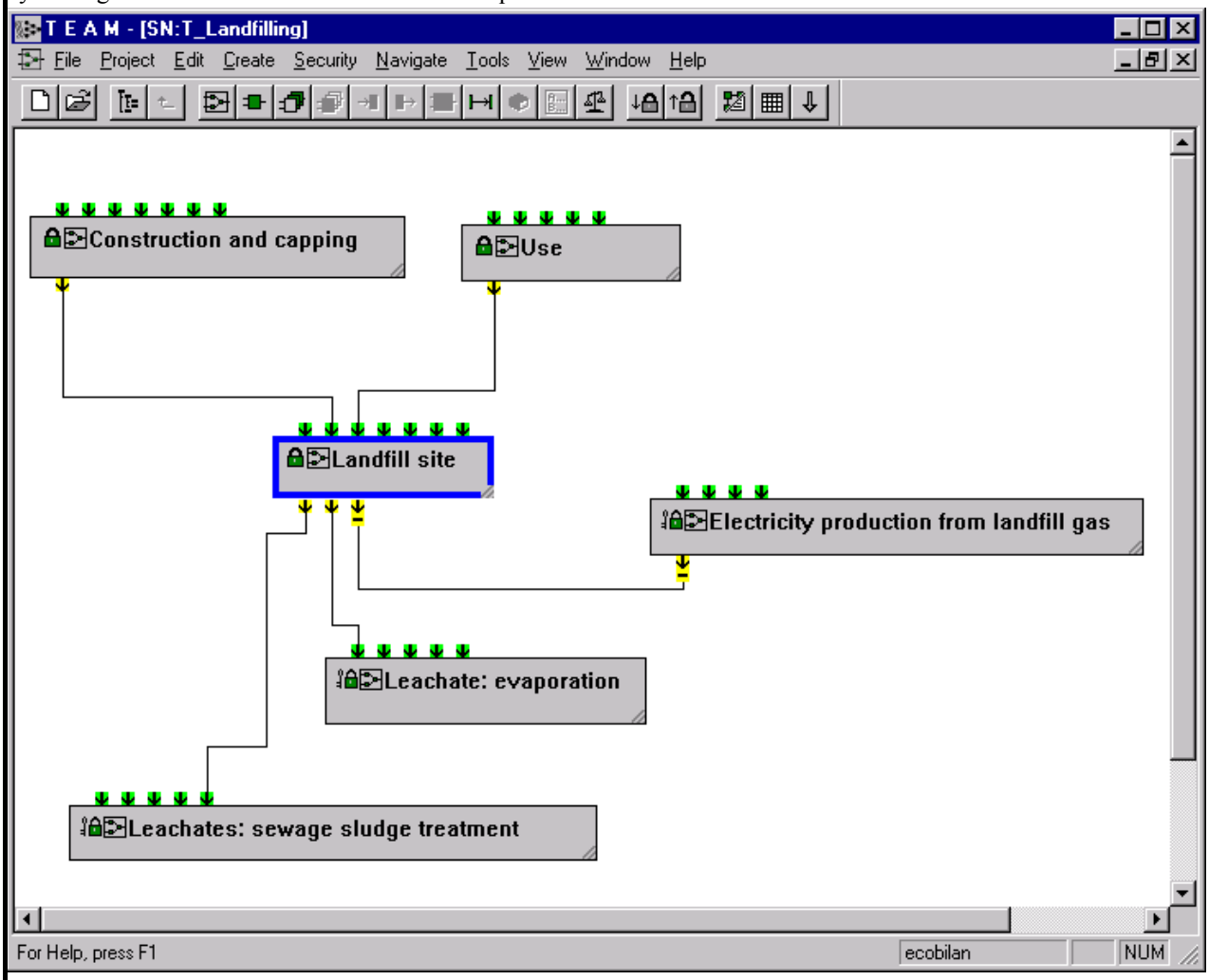
Exclus :

- La collecte et le transport des déchets ménagers vers le centre d'enfouissement technique (pris en compte ailleurs dans l'outil).
- Le transport des matières premières vers le site.
- Le traitement des lixiviats par certaines voies : physiques (osmose inverse, ultrafiltration), thermique (incinération).

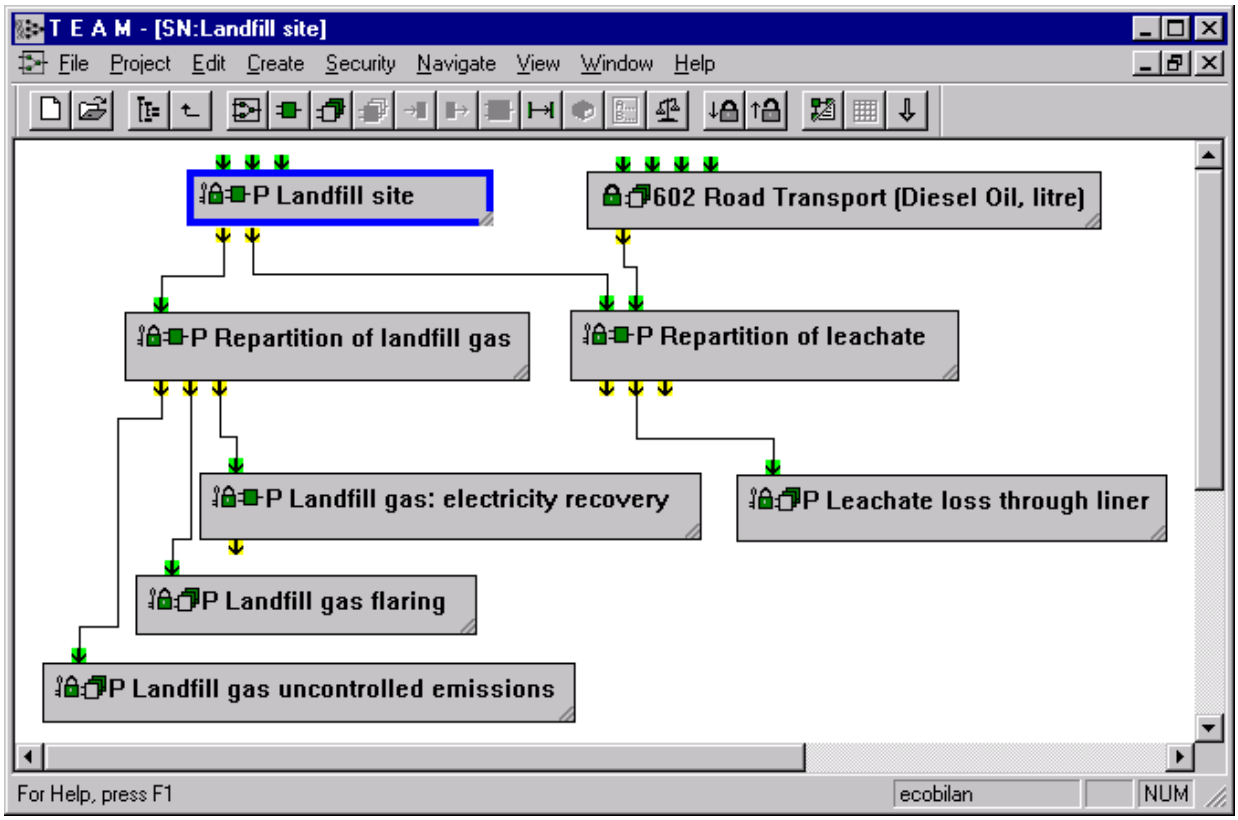
Le devenir des boues de station d'épuration (elles représentent moins de 0.6% de la masse d'déchets ménagers entrantes).

Copie du système TEAM™

Système général relatif à l'enfouissement technique



Sous-système relatif au site d'enfouissement technique



C- Caractérisation des données principales

Type des données :

- Paramétrage relatif à la gestion du site : Sources [1], [2], [4], [5]

Traitement des données :

- **Nature :** bilans massiques
- **Règles d'allocation utilisées** :

Type de flux	Règle d'allocation
Consommation sur le site : construction et démolition	Allocation massique : Conso.(kg/kg déchet) = Conso. totale (kg) / Capacité (site) /Durée vie (site)
Exploitation	Allocation massique
Production de biogaz	Allocation suivant le potentiel de formation de biogaz des déchets, paramètre figurant dans la base de données « Déchets » (qi en kg/kg pour la fraction i). La quantité de biogaz Q_{tot} produite est alors pour un déchet composé de n fractions de masse mi chacune : $Q_{tot}=\Sigma\ m_i\ (kg)*q_i$, pour i = {1, .. n}
Production de lixiviats	Allocation massique

Représentativité :

- **Année :** techniques utilisées dans les années 1990
- **Zone géographique :** Europe
- **Capacité du site** : Variable
- **Part du marché** :

Caractérisation du module :

- **Fiabilité** : Modélisation réalisée à partir du fonctionnement de plus de 15 sites en Europe.
- **Complétude** : Elevée

D- Sources des données

- **Identification :**

Source [1] : « Bilan environnemental du traitement des déchets ménagers par incinération, mise en décharge, compostage et méthanisation », étude Ecobilan pour l'ADEME, 1994-1997.

Source [2] : « Inventory Development for Waste Management Operations: Landfill », WS Atkins Environment, 1997, rapport pour l'Environment Agency of England and Wales.

Source [3] : « Mémento Technique de l'eau », Degrémont, 9e édition, 1998, p.1301.

Source [4] : Données anglaises collectées pour le logiciel Wisard en Grande Bretagne en 1996. Technologie moderne.

Source [5] : « Life Cycle Inventory of a modern municipal solid waste landfill », étude sponsorisée par l'Environmental Research and Education Foundation sur 37 décharges (13 US, 24 France), 1996

Contact :

Date de transmission des données principales : 1998

Sources principales, détaillées par compartiment :

- **matières premières** : paramétrage selon données issues de [1], [2], [4] et [5]
- **énergies** : paramétrage selon données issues de [1], [2], [4] et [5]
- **émissions dans l'air** : paramétrage selon données issues de [1], [2], [4] et [5]. Voir aussi tableaux modules à la fin de cette fiche.
- **émissions dans l'eau** : paramétrage selon données issues de [1], [2], [3], [4] et [5] pour les rendements de station : 95% DBO_5, 96% MES, 90% DCO, 20% P, 20% NH_4, 15% métaux lourds. Voir aussi tableaux modules à la fin de cette fiche.
- **déchets et co-produits** : paramétrage selon données issues de [1], [2], [4] et [5]

E- Aspect de Confidentialité

Données concernées : données du procédé

Accord de confidentialité: non

F- Traçabilité au sein d'Ecobilan

Création du module : Estelle Vial, Christèle Wojewodka

Validation du module : Olivier Muller

Annexe V - Inventaires d'ACV

6 Guide de lecture des tableaux de chiffres présentés ci-après

Chaque ligne des tableaux suivants correspond à un flux environnemental (sections intitulées « entrées » et « sorties ») ou à un impact potentiel sur l'environnement (section intitulée « méthodes d'évaluation des impacts potentiels sur l'environnement »). Dans cette section des méthodes, la première ligne qui indique le nom de l'impact présente le total et les lignes suivantes présentent la contribution de chaque flux participant à cet impact.

Par convention, certaines catégories de flux (flux élémentaires en entrée ou en sortie des systèmes étudiés) comprennent dans leur intitulé une notation particulière :

- (r) correspond à une consommation de ressource naturelle directement puisée dans l'environnement. Par exemple « (r) Oil (in ground) » correspond à la consommation de pétrole brut tandis que « (r) Iron (Fe, ore) » correspond à la consommation de minerai de fer.
- (a) correspond à une émission dans l'air. Par exemple, « (a) Carbon Monoxide (CO) » correspond aux émissions atmosphériques de monoxyde de carbone.
- (w) correspond à une émission dans l'eau. Par exemple, « (w) BOD5 (Biochemical Oxygen Demand) » représente les émissions dans l'eau de DBO5 (demande biochimique en oxygène sur 5 jours).

Au niveau des colonnes, le tableau présente, pour chaque sac étudié, le total associé à chaque cycle de vie et sa décomposition selon les principales sous-étapes de ce cycle de vie : production des matériaux, fabrication du sac, transport des sacs et fin de vie. Les colonnes de la partie droite du tableau indiquent les variations sur l'étape fin de vie en cas de mise en décharge, incinération sans valorisation énergétique et incinération avec valorisation énergétique.

7 Inventaires relatifs aux 4 sacs du scénario de référence

Les inventaires présentent les résultats dans le contexte français de traitement des déchets ménagers et, à droite, les variations sur l'étape fin de vie en cas de mise en décharge, incinération sans valorisation énergétique et incinération avec valorisation énergétique des sacs usagés non réutilisés.

System: Sac PEHD jetable

Sep: .

	Flow	Units	PE One way	Production	PE	Colle	Encre	Pigment	Sac PE one-way: Fabrication	Transport	Utilisation	Fin de vie	100%D					Impacts évités sac poubelle
													100% I sans VE	Fin de vie	Fin de vie	Fin de vie		
Inputs:	(r) Barium Sulphate (BaSO4, in ground)	kg	1,95E-04	0,00	3,20E-06	1,05E-06	1,40E-05	1,55E-05	0,00	2,59E-06	-	- 0,00	100% I avec VE	0,00	0,00	- 0,00	0,00	
	(r) Bauxite (Al2O3, ore)	kg	7,79E-03	0,01	0,00	1,12E-06	1,41E-05	0,01	5,41E-06	3,70E-06	-	6,17E-05		0,00	0,00	0,00	- 0,00	
	(r) Bentonite (Al2O3.4SiO2.H2O, in ground)	kg	2,17E-04	0,00	1,55E-04	2,68E-07	3,08E-06	4,33E-06	2,64E-05	2,44E-07	-	2,80E-05		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
	(r) Calcium Sulphate (CaSO4, ore)	kg	4,97E-04	2,49E-05	1,53E-05	3,23E-08	2,04E-07	2,04E-06	7,35E-06	4,08E-07	-	0,00		0,00	0,00	0,00	- 0,00	
	(r) Chromium (Cr, ore)	kg	1,94E-06	1,96E-06	1,89E-06	2,02E-10	3,14E-09	1,32E-08	5,37E-08	4,97E-10	-	-2,34E-08		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
	(r) Clay (in ground)	kg	2,72E-01	0,00	4,88E-05	7,87E-07	4,76E-06	0,00	0,00	3,11E-06	-	0,27		0,53	0,01	0,00	- 0,17	
	(r) Coal (in ground)	kg	5,36E-01	0,76	0,44	0,00	0,00	0,07	0,25	0,00	-	- 0,22		0,00	0,01	- 0,52	- 0,16	
	(r) Copper (Cu, ore)	kg	2,09E-06	2,20E-06	1,89E-06	1,03E-09	1,40E-08	2,54E-08	2,73E-07	2,53E-09	-	-1,19E-07		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
	(r) Dolomite (CaCO3.MgCO3, in ground)	kg	7,79E-06	7,78E-06	7,56E-06	7,31E-09	9,76E-08	1,23E-07	-	-	-	1,60E-09		-	0,00	0,00	- 0,00	
	(r) Gravel (unspecified)	kg	4,04E-04	0,00	3,21E-05	2,09E-06	3,05E-06	0,00	0,00	5,57E-05	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
	(r) Ilmenite (FeO.TiO2, ore)	kg	1,18E-01	0,12	-	-	-	0,12	-	-	-	-		-	-	-	-	
	(r) Iron (Fe, ore)	kg	1,46E-03	0,00	0,00	4,50E-06	5,22E-05	0,00	0,00	8,08E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
	(r) Iron Sulphate (FeSO4, ore)	kg	2,78E-06	9,97E-06	4,82E-09	1,17E-08	5,65E-09	1,97E-06	7,98E-06	9,68E-09	-	-7,19E-06		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
	(r) Lead (Pb, ore)	kg	1,97E-06	2,01E-06	1,89E-06	3,21E-10	1,79E-08	1,50E-08	8,53E-08	7,89E-10	-	-3,72E-08		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
	(r) Lignite (in ground)	kg	3,52E-02	0,04	0,00	1,31E-05	0,00	0,00	0,03	4,24E-05	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
	(r) Limestone (CaCO3, in ground)	kg	2,06E-01	0,22	0,00	6,44E-06	0,00	0,20	0,01	3,16E-05	-	- 0,01		0,00	0,05	- 0,03	0,01	
	(r) Manganese (Mn, ore)	kg	2,15E-08	3,48E-08	1,47E-10	1,18E-10	1,55E-09	1,74E-09	3,13E-08	2,90E-10	-	-1,37E-08		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
	(r) Natural Gas (in ground)	kg	2,50E+00	2,58	2,28	0,00	0,03	0,09	0,18	0,00	-	- 0,08		0,00	0,01	- 0,19	- 1,14	
	(r) Nickel (Ni, ore)	kg	1,91E-06	1,92E-06	1,89E-06	6,84E-11	1,39E-09	1,13E-08	1,82E-08	1,68E-10	-	-7,94E-09		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
	(r) Oil (in ground)	kg	3,34E+00	3,36	3,23	0,00	0,02	0,04	0,06	0,08	-	- 0,09		0,03	0,02	- 0,25	- 1,62	
	(r) Olivine ((Mg,Fe)2SiO4, ore)	kg	7,73E-06	7,73E-06	7,56E-06	4,87E-09	6,80E-08	1,02E-07	-	-	-	-		-	-	-	- 0,00	
	(r) Phosphate Rock (in ground)	kg	5,02E-03	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	-	-	0,01		0,01	-	-	- 0,00	
	(r) Potassium Chloride (KCl, as K2O, in ground)	kg	6,11E-05	1,94E-05	4,80E-06	1,91E-08	1,45E-05	7,81E-08	-	-	-	4,17E-05		-	0,00	0,00	- 0,00	
	(r) Pyrite (FeS2, ore)	kg	3,07E-04	0,00	2,10E-06	1,68E-06	2,21E-05	2,48E-05	0,00	4,14E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
	(r) Sand (in ground)	kg	1,74E-01	0,00	0,00	6,72E-07	5,55E-06	0,00	3,16E-05	1,90E-06	-	0,17		0,34	0,00	- 0,00	- 0,11	
	(r) Silver (Ag, ore)	kg	9,30E-10	1,51E-09	6,35E-12	5,10E-12	6,70E-11	7,52E-11	1,35E-09	1,25E-11	-	-5,91E-10		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
	(r) Sodium Carbonate (Na2CO3, in ground)	kg	9,11E-04	0,00	-	-	-	0,00	-	-	-	-		-	-	-	-	
	(r) Sodium Chloride (NaCl, in ground or in sea)	kg	1,40E-02	0,01	0,00	2,87E-06	0,00	0,01	0,00	1,18E-05	-	0,01		0,00	0,01	0,01	- 0,00	
	(r) Sulfur (S, in ground)	kg	1,65E-07	1,65E-07	-	1,65E-07	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	
	(r) Sulphur (in natural gas)	kg	4,99E-04	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00		0,00	-	-	- 0,00	
	(r) Sulphur (S, in ground)	kg	5,23E-04	0,00	0,00	6,18E-08	0,00	2,28E-06	-	-	-	1,58E-06		0,00	0,00	0,00	- 0,00	
	(r) Uranium (U, ore)	kg	1,13E-04	0,00	1,08E-04	3,20E-08	5,06E-07	6,54E-06	7,92E-06	2,55E-08	-	-9,92E-06		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
	(r) Zinc (Zn, ore)	kg	6,05E-05	6,05E-05	5,67E-05	7,47E-12	3,75E-07	3,48E-06	1,99E-09	1,84E-11	-	-8,67E-10		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
	Explosive (unspecified)	kg	8,68E-05	9,47E-05	4,61E-08	1,42E-07	7,34E-08	2,43E-05	7,01E-05	9,26E-08	-	-7,92E-06		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
	Gravel (unspecified)	kg	1,46E-04	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00		0,00	-	-	- 0,00	
	Iron Scrap	kg	3,49E-04	0,00	3,15E-05	1,20E-06	2,40E-06	2,48E-05	0,00	6,19E-05	-	-4,86E-05		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
	Raw Materials (unspecified)	kg	6,51E-02	0,01	2,30E-05	3,09E-06	0,00	0,01	0,00	4,38E-05	-	0,05		0,00	0,13	0,11	- 0,02	
	Scrap: Iron	kg	9,69E-06	9,69E-06	-	-	-	9,69E-06	-	-	-	-		-	-	-	-	
	Steel	kg	9,74E-07	3,48E-07	2,82E-07	2,04E-08	4,55E-08	-	-	6,13E-07	-	1,29E-08		0,00	0,00	0,00	- 0,00	
	Water Used (total)	litre	5,26E+01	36,04	13,10	0,02	5,81	15,56	1,55	0,31	-	16,25		0,28	37,21	32,28	- 15,59	
	Water: Public Network	litre	7,29E+00	7,29	6,80	0,00	0,47	0,02	-	-	-	0,00		0,00	0,01	0,01	- 3,23	
	Water: River	litre	1,53E+01	3,75	3,74	6,92E-06	9,82E-04	5,12E-03	-	-	-	11,55		-	23,58	23,58	- 5,31	
	Water: Sea	litre	5,86E-01	0,59	0,57	0,00	0,01	0,01	-	-	-	7,21E-06		-	0,00	0,00	- 0,42	
	Water: Unspecified Origin	litre	2,91E+01	24,05	1,63	0,02	5,33	15,52	1,55	0,31	-	4,69		0,28	13,62	8,69	- 6,47	
	Water: Well	litre	3,59E-01	0,36	0,36	1,21E-08	1,68E-06	1,02E-08	-	-	-	8,81E-08		-	0,00	0,00	- 0,15	
	Wood	kg	5,23E-03	0,01	2,72E-06	1,94E-06	0,00	0,00	0,00	1,66E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
Outputs:	(a) Acetaldehyde (CH3CHO)	g	-2,80E-04	0,00	2,24E-07	5,32E-07	4,63E-06	9,58E-06	0,00	4,49E-07	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
	(a) Acetic Acid (CH3COOH)	g	-4,82E-04	0,00	5,59E-06	5,91E-06	3,78E-05	7,52E-05	0,00	1,11E-05	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01	0,00	
	(a) Acetone (CH3COCH3)	g	-2,84E-04	0,00	1,96E-07	5,09E-07	4,53E-06	9,37E-06	0,00	3,93E-07	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
	(a) Acetylene (C2H2)	g	2,30E-03	0,00	2,20E-06	3,32E-06	1,77E-06	0,00	0,00	4,42E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
	(a) Alcohol (unspecified)	g	7,02E-02	0,07	-	-	0,07	-	-	-	-	-		-	-	-	-	
	(a) Aldehyde (unspecified)	g	2,06E-03	0,00	0,00	9,36E-07	2,19E-05	0,00	4,37E-05	9,53E-07	-	-4,75E-05		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
	(a) Alkane (unspecified)	g	1,35E-02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	-	- 0,02		0,00	0,00	- 0,05	0,01	
	(a) Alkene (unspecified)	g	2,28E-03	0,00	2,44E-06	1,02E-05	4,79E-06	0,00	0,00	4,89E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01	0,00	
	(a) Alkyne (unspecified)	g	3,13E-07	5,07E-07	2,14E-09	1,71E-09	2,25E-08	2,53E-08	4,56E-07	4,22E-09	-	-1,99E-07		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
	(a) Aluminium (Al)	g	1,82E-02	0,06	0,00	6,27E-05	3,15E-05	0,01	0,05	0,00	-	- 0,04		0,00	0,00	- 0,09	0,01	
	(a) Ammonia (NH3)	g	3,04E-03	0,00	0,00	2,24E-06	0,00	0,00	0,00	3,36E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
	(a) Antimony (Sb)	g	1,92E-03	1,93E-03	1,89E-03	1,31E-08	4,95E-07	1,25E-05	2,98E-05	3,42E-08	-	-7,80E-06		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
	(a) AOX (Adsorbable Organic Halogens)	g	1,24E-14	4,44E-14	2,14E-17	5,21E-17	2,51E-17	8,75E-15	3,55E-14	4,31E-17	-	-3,20E-14		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
	(a) Aromatic Hydrocarbons (unspecified)	g	3,04E-01	0,30	0,30	5,48E-05	0,00	0,00	0,00	3,82E-07	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,13	
	(a) Arsenic (As)	g	1,94E-03	0,00	1,90E-03	1,94E-07	1,02E-06	3,13E-05	0,00	2,29E-05	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
	(a) Barium (Ba)	g	2,75E-04	0,00	3,64E-07	7,54E-07	3,87E-07	0,00	0,00	7,32E-07	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
	(a) Benzaldehyde (C6H5CHO)	g	5,65E-11	9,16E-11	3,86E-13	3,09E-13	4,07E-12	4,56E-12	8,23E-11	7,61E-13	-	-3,59E-11		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
	(a) Benzene (C6H6)	g	5,06E-03	0,01	0,00	2,16E-05	7,95E-05	0,00	0,01	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01	0,00	
	(a) Benzo(a)pyrene (C20H12)	g	8,93E-06	1,51E-05	1,17E-07	1,08E-08	9,68E-09	1,75E-06	1,32E-05	2,14E-07	-	-6,34E-06		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
	(a) Beryllium (Be)	g	5,35E-06	1,29E-05	6,43E-09	1,24E-08	5,74E-09	2,07E-06	1,08E-05	1,29E-08	-	-7,58E-06		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
	(a) Boron (B)	g	3,71E-03	0,01	3,77E-06	6,07E-06	3,61E-06	0,00	0,01	7,58E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01	0,00	
	(a) Bromium (Br)	g	3,12E-04	0,00	5,09E-07	1,19E-06	6,20E-07	0,00	0,00	1,02E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
	(a) Butane (n-C4H10)	g	4,23E-03	0,02	0,00	3,92E-05	0,00	0,00	0,01	0,01	-	- 0,02		0,00	0,00	- 0,04	0,00	
	(a) Butene (1-CH3CH2CHCH2)	g	1,60E-04	0,00	6,86E-05	3,54E-07	5,93E-06	6,04E-06	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
	(a) Cadmium (Cd)	g	3,26E-03	1,99E-03	1,89E-03	1,89E-07	1,70E-06	1,37E-05	8,23E-05	5,55E-06	-	0,00		0,00	0,00	0,00	- 0,00	
	(a) Calcium (Ca)	g	1,42E-02	0,02	0,00	8,75E-06	1,05E-05	0,00	0,02	0,00	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,01	0,00	
	(a) Carbon Dioxide (CO2, biomass)	g	3,32E+00	3,32	- 0,00	-	3,33	- 0,00	-	-	-	-		-	-	-	0,00	
	(a) Carbon Dioxide (CO2, fossil)	g	1,01E+04	7 766	6 236	6	95	385	1 043	244	-	2 099		87	6 092	3 935	- 3 989	
	(a) Carbon Disulphide (CS2)	g	1,91E-03	0,00	0,00	3,79E-07	1,01E-05	1,02E-05	-	-	-	8,01E-07		-	0,00	0,00	- 0,00	
	(a) Carbon Monoxide (CO)	g	4,82E+01	47,84	45,60	0,00	0,07	0,22	1,95	0,52	-	- 0,19		0,26	0,70	- 0,83	- 20,63	
	(a) Carbon Tetrafluoride (CF4)	g	4,54E-08	7,36E-08	3,10E-10	2,49E-10	3,27E-09	3,67E-09	6,61E-08	6,12E-10	-	-2,89E-08		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
	(a) Chlorides (Cl-)	g	-1,35E-08	1,79E-08	2,61E-11	0,00	2,24E-10	1,75E-08	-	5,25E-11	-	-3,14E-08		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
	(a) Chlorinated Matter (unspecified, as Cl)	g	2,07E-03	2,07E-03	0,00	4,20E-07	1,28E-05	1,64E-04	-	-	-	8,01E-07		0,00	0,00	0,00	- 0,00	
	(a) Chlorine (Cl2)	g	1,91E-03	0,00	0,00	7,99E-07	1,28E-05	1,05E-05	7,01E-09	1,24E-11	-	7,81E-07		0,00	0,00	0,00	- 0,00	
	(a) Chromium (Cr III, Cr VI)	g	1,94E-03	0,00	1,89E-03	2,40E-07	1,19E-06	3,59E-05	0,00	1,26E-05	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	

System: Sac PEHD jetable

Sep: .

Flow	Units	PE One way	Production	PE	Colle	Encre	Pigment	Sac PE one-way: Fabrication	Transport	Utilisation	Fin de vie	100%D 100% I sans VE	Fin de vie	Fin de vie	Fin de vie		Impacts évités sac poubelle
(a) Cobalt (Co)	g	-1,66E-05	0,00	8,05E-06	2,01E-07	1,20E-06	5,54E-06	0,00	1,72E-05	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(a) Copper (Cu)	g	1,87E-03	0,00	1,90E-03	3,69E-07	2,37E-06	2,91E-05	0,00	1,81E-05	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(a) Cyanide (CN-)	g	4,05E-06	1,42E-05	7,76E-09	1,72E-08	1,87E-08	2,76E-06	1,14E-05	1,56E-08	-	-1,02E-05		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(a) Ethane (C2H6)	g	-3,28E-02	0,10	0,01	0,00	0,00	0,01	0,08	0,02	-	- 0,15		0,01	0,01	- 0,37	0,07	
(a) Ethanol (C2H5OH)	g	-5,69E-04	0,00	3,83E-07	1,01E-06	8,99E-06	1,87E-05	0,00	7,71E-07	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(a) Ethyl Benzene (C6H5C2H5)	g	1,70E-04	0,00	6,86E-05	1,68E-06	5,93E-06	6,04E-06	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(a) Ethylene (C2H4)	g	7,89E-02	0,13	0,00	0,00	0,01	0,01	0,11	0,00	-	- 0,05		0,00	0,00	- 0,13	0,02	
(a) Fluorides (F-)	g	3,37E-06	2,43E-06	8,01E-09	4,21E-07	1,39E-06	3,76E-07	2,41E-07	1,58E-08	-	9,18E-07		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(a) Fluorine (F2)	g	1,91E-03	0,00	0,00	3,79E-07	1,14E-05	1,03E-05	1,10E-07	3,76E-10	-	6,48E-07		0,00	0,00	0,00	- 0,00	
(a) Formaldehyde (CH2O)	g	-2,63E-04	0,00	4,01E-06	5,16E-06	2,71E-05	0,00	0,00	7,94E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01	0,00	
(a) Halogenated Hydrocarbons (unspecified)	g	2,12E-06	2,12E-06	-	7,99E-07	1,32E-06	-	-	-	-	-		-	-	-	-	
(a) Halogenated Matter (unspecified)	g	3,80E-03	0,00	0,00	2,31E-10	1,14E-05	1,02E-05	1,32E-07	1,65E-10	-	7,88E-07		0,00	0,00	0,00	- 0,00	
(a) Halon 1301 (CF3Br)	g	1,83E-05	2,18E-05	7,79E-06	1,91E-07	6,81E-07	6,85E-07	1,25E-05	1,53E-05	-	-1,89E-05		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(a) Heptane (C7H16)	g	1,59E-03	0,00	0,00	3,50E-06	5,88E-05	5,98E-05	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(a) Hexane (C6H14)	g	3,17E-03	0,00	0,00	6,48E-06	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01	- 0,00	
(a) Hydrocarbons (except methane)	g	1,40E+01	13,94	13,22	0,01	0,05	0,11	0,55	0,72	-	- 0,63		0,29	0,23	- 1,85	- 6,46	
(a) Hydrocarbons (unspecified)	g	4,01E-01	0,36	2,75E-05	0,02	0,04	0,30	0,00	5,46E-05	-	0,04		0,02	0,06	0,06	- 0,05	
(a) Hydrogen (H2)	g	6,24E-02	0,06	0,04	4,00E-05	0,02	0,00	0,00	1,62E-07	-	0,00		0,00	0,00	0,00	- 0,02	
(a) Hydrogen Chloride (HCl)	g	9,23E-01	0,52	0,26	0,00	0,00	0,05	0,21	0,00	-	0,40		0,00	1,21	0,77	- 0,26	
(a) Hydrogen Cyanide (HCN)	g	1,91E-03	0,00	0,00	3,79E-07	1,14E-05	1,02E-05	-	-	-	8,01E-07		-	0,00	0,00	- 0,00	
(a) Hydrogen Fluoride (HF)	g	2,77E-02	0,02	0,01	1,28E-05	0,00	0,00	0,01	2,55E-05	-	0,01		0,00	0,04	0,02	- 0,01	
(a) Hydrogen Sulphide (H2S)	g	5,81E-03	0,01	0,00	2,24E-05	0,00	0,00	0,01	3,13E-05	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,01	0,00	
(a) Iodine (I)	g	8,57E-05	0,00	1,33E-07	2,99E-07	1,66E-07	4,95E-05	0,00	2,66E-07	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(a) Iron (Fe)	g	9,30E-03	0,03	0,00	2,63E-05	2,18E-05	0,00	0,02	0,00	-	- 0,02		0,00	0,00	- 0,04	0,00	
(a) Lanthanum (La)	g	6,80E-06	1,89E-05	9,29E-09	1,98E-08	9,77E-09	3,30E-06	1,56E-05	1,87E-08	-	-1,21E-05		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(a) Lead (Pb)	g	1,97E-03	0,00	0,00	1,63E-06	1,53E-05	9,62E-05	0,00	2,00E-05	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(a) Magnesium (Mg)	g	7,02E-03	0,02	1,01E-05	2,20E-05	1,12E-05	0,00	0,02	2,03E-05	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,03	0,00	
(a) Manganese (Mn)	g	7,03E-05	0,00	2,41E-07	2,77E-07	1,97E-06	2,42E-05	0,00	4,78E-07	-	-9,76E-05		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(a) Mercaptans	g	1,91E-03	0,00	0,00	7,99E-07	1,28E-05	1,02E-05	-	-	-	8,01E-07		0,00	0,00	0,00	- 0,00	
(a) Mercury (Hg)	g	4,25E-03	0,00	0,00	8,27E-07	1,25E-05	1,33E-05	1,48E-05	8,29E-07	-	0,00		0,00	0,00	0,00	- 0,00	
(a) Metals (unspecified)	g	3,41E-02	0,01	0,01	2,78E-05	0,00	4,03E-05	5,20E-07	1,12E-08	-	0,03		0,00	0,05	0,05	- 0,01	
(a) Methane (CH4)	g	3,37E+01	38,33	34,20	0,02	0,29	0,60	3,22	0,38	-	- 5,04		0,26	0,21	- 12,03	- 14,66	
(a) Methanol (CH3OH)	g	-9,67E-04	0,00	6,50E-07	1,72E-06	1,53E-05	3,17E-05	0,00	1,31E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(a) Molybdenum (Mo)	g	1,12E-05	7,75E-05	8,78E-06	1,13E-07	5,87E-07	5,21E-06	6,29E-05	1,89E-05	-	-8,53E-05		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(a) Nickel (Ni)	g	4,46E-04	0,00	0,00	3,73E-06	2,40E-05	6,48E-05	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01	0,00	
(a) Nitrogen Oxides (NOx as NO2)	g	2,71E+01	15,20	12,46	0,02	0,36	0,59	1,78	2,97	-	8,90		0,97	20,76	16,66	- 10,81	
(a) Nitrous Oxide (N2O)	g	6,63E-02	0,05	0,01	2,25E-05	0,03	0,00	0,01	0,02	-	- 0,00		0,01	0,01	- 0,02	- 0,03	
(a) Organic Matter (unspecified)	g	2,64E-01	0,26	0,26	3,37E-05	0,00	0,01	9,04E-05	1,48E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,19	
(a) Particulates (unspecified)	g	1,92E+01	19,89	3,34	0,00	0,08	15,33	1,14	0,18	-	- 0,86		0,11	4,12	- 2,69	- 1,10	
(a) Pentane (C5H12)	g	1,32E-02	0,02	0,00	4,88E-05	0,00	0,00	0,01	0,01	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,03	- 0,00	
(a) Phenol (C6H5OH)	g	1,53E-04	0,00	8,60E-08	7,19E-09	1,99E-08	1,55E-06	0,00	1,73E-07	-	-2,85E-06		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(a) Phosphorus (P)	g	3,50E-04	0,00	5,79E-05	5,55E-07	2,85E-07	9,24E-05	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(a) Phosphorus Pentoxide (P2O5)	g	8,91E-08	3,19E-07	1,54E-10	3,74E-10	1,81E-10	6,29E-08	2,55E-07	3,10E-10	-	-2,30E-07		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(a) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH, unspecified)	g	1,95E-03	0,00	0,00	6,41E-07	1,14E-05	1,28E-05	7,03E-05	6,38E-07	-	-3,16E-05		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(a) Potassium (K)	g	2,24E-03	0,01	3,96E-06	8,04E-06	1,07E-05	0,00	0,01	7,93E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01	0,00	
(a) Propane (C3H8)	g	-1,97E-03	0,03	0,00	5,62E-05	0,00	0,00	0,03	0,01	-	- 0,04		0,00	0,00	- 0,10	0,02	
(a) Propionaldehyde (CH3CH2CHO)	g	1,55E-10	2,52E-10	1,06E-12	8,52E-13	1,12E-11	1,26E-11	2,26E-10	2,10E-12	-	-9,88E-11		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(a) Propionic Acid (CH3CH2COOH)	g	1,98E-07	3,26E-07	1,40E-09	1,12E-09	1,06E-08	1,40E-08	2,99E-07	2,76E-09	-	-1,31E-07		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(a) Propylene (CH2CHCH3)	g	2,69E-03	0,00	0,00	4,32E-06	1,37E-05	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01	0,00	
(a) Scandium (Sc)	g	1,89E-06	5,99E-06	2,92E-09	6,69E-09	3,26E-09	1,12E-06	4,86E-06	5,87E-09	-	-4,11E-06		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(a) Selenium (Se)	g	2,35E-05	0,00	3,67E-06	1,96E-07	6,14E-07	2,08E-05	0,00	7,84E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(a) Silicon (Si)	g	5,31E-02	0,11	0,00	9,52E-05	5,17E-05	0,02	0,09	0,00	-	- 0,06		0,00	0,00	- 0,14	0,01	
(a) Sodium (Na)	g	1,69E-03	0,01	0,00	7,92E-06	2,89E-05	0,00	0,00	0,00	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,01	0,00	
(a) Steam (H2O)	g	1,79E+00	-	-	-	-	-	-	-	-	1,79		3,44	0,08	0,08	- 1,14	
(a) Strontium (Sr)	g	3,81E-04	0,00	5,55E-07	1,23E-06	6,05E-07	0,00	0,00	1,12E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(a) Sulfuric Acid (H2SO4)	g	4,20E-07	4,20E-07	-	4,20E-07	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	
(a) Sulphur Oxides (SOx as SO2)	g	2,34E+01	23,92	16,23	0,02	0,50	2,18	4,99	2,42	-	- 2,93		0,13	8,73	- 8,13	- 6,01	
(a) Sulphuric Acid (H2SO4)	g	1,91E-03	0,00	0,00	3,79E-07	1,22E-05	1,02E-05	-	-	-	8,01E-07		-	0,00	0,00	- 0,00	
(a) Tars (unspecified)	g	2,37E-07	2,17E-07	2,19E-08	8,39E-10	1,62E-09	2,01E-08	1,72E-07	4,31E-08	-	-2,31E-08		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(a) Tetrachloroethylene (C2Cl4)	g	2,40E-06	-	-	-	-	-	-	-	-	2,40E-06		0,00	-	-	- 0,00	
(a) Thallium (Tl)	g	1,49E-06	5,23E-06	2,53E-09	6,11E-09	2,95E-09	1,02E-06	4,20E-06	5,09E-09	-	-3,75E-06		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(a) Thorium (Th)	g	3,90E-06	1,16E-05	5,70E-09	1,26E-08	6,20E-09	2,11E-06	9,51E-06	1,15E-08	-	-7,76E-06		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(a) Tin (Sn)	g	1,85E-06	4,28E-06	2,14E-09	3,98E-09	2,02E-09	6,66E-07	3,61E-06	4,30E-09	-	-2,44E-06		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(a) Titanium (Ti)	g	5,79E-04	0,00	9,36E-07	2,19E-06	1,07E-06	0,00	0,00	1,88E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(a) Toluene (C6H5CH3)	g	2,42E-03	0,00	0,00	1,65E-05	6,37E-05	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01	0,00	
(a) Uranium (U)	g	3,81E-06	1,13E-05	5,55E-09	1,23E-08	6,02E-09	2,05E-06	9,26E-06	1,11E-08	-	-7,53E-06		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(a) Vanadium (V)	g	-4,02E-04	0,01	0,00	1,46E-05	9,35E-05	0,00	0,01	0,00	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,03	0,01	
(a) Vinyl Chloride (CH2CHCl)	g	1,90E-03	0,00	0,00	3,79E-07	4,86E-07	1,02E-05	-	-	-	-		-	-	-	- 0,00	
(a) VOC (Volatil Organic Compounds)	g	5,38E-01	0,54	-	-	0,54	-	-	-	-	-		-	-	-	-	
(a) VOC (Volatile Organic Compounds)	g	2,25E+01	22,54	0,60	0,00	0,07	0,00	21,86	-	-	0,00		0,00	-	-	- 0,28	
(a) Xylene (C6H4(CH3)2)	g	1,12E-03	0,00	0,00	7,33E-06	2,41E-05	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(a) Zinc (Zn)	g	1,26E-02	0,01	0,00	6,84E-07	3,28E-06	0,00	0,00	0,01	-	0,00		0,00	0,00	0,00	- 0,01	
(a) Zirconium (Zr)	g	2,28E-06	8,03E-06	3,88E-09	9,36E-09	4,52E-09	1,57E-06	6,43E-06	7,80E-09	-	-5,75E-06		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(w) Acetic Acid (CH3COOH)	g	3,64E-07	3,64E-07	-	3,64E-07	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	
(w) Acids (H+)	g	1,62E+00	1,60	0,01	8,24E-05	1,59	0,00	3,58E-05	1,45E-06	-	0,01		0,02	0,01	0,01	- 0,01	
(w) Alcohol (unspecified)	g	9,08E-05	0,00	2,33E-08	0,00	8,42E-05	1,03E-05	1,46E-05	4,68E-08	-	-1,84E-05		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Aldehyde (unspecified)	g	1,05E-06	1,70E-06	7,15E-09	5,74E-09	7,54E-08	8,46E-08	1,53E-06	1,41E-08	-	-6,66E-07		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(w) Alkane (unspecified)	g	1,16E-03	0,00	0,00	1,21E-05	4,36E-05	4,46E-05	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Alkene (unspecified)	g	1,07E-04	0,00	4,52E-05	1,12E-06	4,02E-06	4,11E-06	7,50E-05	8,89E-05	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Aluminium (Al3+)	g	1,75E+00	1,76	0,00	1,63E-05	0,00	1,75	0,00	4,06E-05	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01	- 0,01	
(w) Aluminium Hydroxide (Al(OH)3)	g	3,21E-08	3,54E-07	3,61E-10	0,00	2,30E-09	1,80E-07	1,70E-07	7,25E-10	-	-3,22E-07		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	

System: Sac PEHD jetable

Sep: .

Flow	Units	PE One way	Production	PE	Colle	Encre	Pigment	Sac PE one-way: Fabrication	Transport	Utilisation	Fin de vie	100%D 100% I sans VE	Fin de vie	Fin de vie	Fin de vie		Impacts évités sac poubelle
(w) Aluminum (Al3+)	g	1,68E-06	1,68E-06	-	1,68E-06	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	
(w) Ammonia (NH4+, NH3, as N)	g	1,28E-01	0,02	0,01	8,43E-05	0,01	0,00	0,01	0,00	-	0,10		0,21	0,00	- 0,02	- 0,08	
(w) AOX (Adsorbable Organic Halogens)	g	1,92E-03	1,92E-03	1,90E-03	1,92E-07	1,09E-06	1,09E-05	1,11E-05	1,48E-05	-	-1,61E-05		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Aromatic Hydrocarbons (unspecified)	g	4,75E-03	0,01	0,00	4,88E-05	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01	- 0,00	
(w) Arsenic (As3+, As5+)	g	1,92E-03	0,00	0,00	4,41E-07	8,41E-07	1,30E-05	9,36E-06	3,12E-06	-	-2,19E-06		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Barium (Ba++)	g	2,23E-02	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	-	- 0,02		0,01	0,01	- 0,06	- 0,00	
(w) Barytes	g	3,47E-02	0,06	0,00	1,90E-04	0,00	0,00	0,05	0,00	-	- 0,02		0,00	0,00	- 0,05	0,01	
(w) Benzene (C6H6)	g	1,17E-03	0,00	0,00	1,21E-05	4,36E-05	4,46E-05	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) BOD5 (Biochemical Oxygen Demand)	g	2,64E-01	0,12	0,08	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	-	0,15		0,09	0,21	0,20	- 0,12	
(w) Boric Acid (H3BO3)	g	5,66E-05	0,00	4,31E-07	0,00	2,68E-06	0,00	0,00	8,66E-07	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Boron (B III)	g	1,45E-04	0,00	6,10E-05	1,51E-06	5,44E-06	5,55E-06	0,00	1,20E-04	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Cadmium (Cd++)	g	1,95E-03	1,95E-03	1,89E-03	6,23E-08	6,16E-07	5,55E-05	2,92E-06	4,00E-06	-	-6,35E-07		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Calcium (Ca++)	g	1,05E+00	1,11	0,13	0,00	0,01	0,76	0,21	0,24	-	- 0,30		0,08	0,07	- 0,79	- 0,06	
(w) Carbonates (CO3--, HCO3-, CO2, as C)	g	2,60E-02	0,03	0,02	3,67E-05	0,00	0,00	0,00	8,43E-07	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,02	
(w) Cerium (Ce++)	g	8,60E-06	1,03E-05	3,76E-06	9,17E-08	3,19E-07	2,47E-07	5,93E-06	7,39E-06	-	-9,13E-06		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Cesium (Cs++)	g	1,38E-07	9,08E-08	6,56E-12	-	2,18E-10	7,84E-08	1,21E-08	1,32E-11	-	4,74E-08		0,00	0,00	0,00	- 0,00	
(w) Chlorides (Cl-)	g	9,11E+01	9,09	2,51	0,05	0,23	1,02	5,27	3,83	-	78,19		3,05	172,49	154,21	- 28,11	
(w) Chlorinated Matter (unspecified, as Cl)	g	5,51E-03	0,01	3,77E-05	3,02E-05	0,00	0,00	0,01	7,44E-05	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01	0,00	
(w) Chlorine (Cl2)	g	1,92E-03	0,00	0,00	7,99E-07	1,28E-05	1,02E-05	-	-	-	3,20E-06		-	0,00	0,00	- 0,00	
(w) Chloroform (CHCl3, HC-20)	g	5,89E-09	9,57E-09	4,04E-11	1,11E-11	4,26E-10	4,78E-10	8,62E-09	7,98E-11	-	-3,76E-09		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(w) Chromate (CrO4--)	g	1,04E-05	9,57E-06	-	-	9,57E-06	-	-	-	-	8,01E-07		-	0,00	0,00	- 0,00	
(w) Chromites (CrO3-)	g	1,90E-03	0,00	0,00	3,79E-07	4,86E-07	1,02E-05	-	-	-	-		-	-	-	- 0,00	
(w) Chromium (Cr III)	g	2,57E-05	4,17E-05	1,76E-07	1,41E-07	1,85E-06	2,08E-06	3,74E-05	3,47E-07	-	-1,63E-05		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(w) Chromium (Cr III, Cr VI)	g	2,23E-03	0,00	1,90E-03	2,45E-07	1,02E-05	0,00	2,16E-05	1,79E-05	-	1,64E-05		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Chromium (Cr VI)	g	9,55E-09	7,83E-10	3,30E-12	2,65E-12	3,48E-11	3,90E-11	7,03E-10	6,51E-12	-	8,76E-09		0,00	0,00	0,00	- 0,00	
(w) Cobalt (Co I, Co II, Co III)	g	1,59E-06	2,57E-06	1,08E-08	8,70E-09	1,14E-07	1,28E-07	2,31E-06	2,14E-08	-	-1,01E-06		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(w) COD (Chemical Oxygen Demand)	g	5,09E+00	2,72	0,76	0,01	0,19	1,76	0,01	0,01	-	2,36		0,49	4,31	4,29	- 1,25	
(w) Copper (Cu+, Cu++)	g	3,12E-03	0,00	0,00	9,65E-07	4,39E-05	0,00	1,84E-05	1,06E-05	-	-1,54E-05		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Cyanide (CN-)	g	2,04E-03	0,00	0,00	1,05E-06	1,30E-05	8,98E-05	0,00	1,62E-05	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Dissolved Matter (unspecified)	g	2,20E-01	0,34	0,06	0,00	0,03	0,08	0,17	0,00	-	- 0,13		0,00	0,06	- 0,30	- 0,03	
(w) Dissolved Organic Carbon (DOC)	g	2,13E-01	0,21	1,33E-05	1,07E-05	0,21	0,00	0,00	2,63E-05	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(w) Edetic Acid (EDTA, C10H16N2O8)	g	9,61E-08	7,32E-07	7,31E-10	0,00	4,55E-09	3,56E-07	3,69E-07	1,47E-09	-	-6,37E-07		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Ether (unspecified)	g	8,41E-05	8,41E-05	-	-	8,41E-05	-	-	-	-	-		-	-	-	-	
(w) Ethyl Benzene (C6H5C2H5)	g	2,11E-04	0,00	9,03E-05	2,21E-06	7,71E-06	7,86E-06	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Fluorides (F-)	g	2,49E-03	0,00	0,00	3,81E-06	3,81E-05	0,00	0,00	7,89E-05	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Formaldehyde (CH2O)	g	7,49E-11	1,22E-10	5,12E-13	4,11E-13	5,40E-12	6,06E-12	1,09E-10	1,01E-12	-	-4,77E-11		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(w) Hexachloroethane (C2Cl6)	g	1,04E-14	1,69E-14	7,13E-17	5,72E-17	7,51E-16	8,43E-16	1,52E-14	1,41E-16	-	-6,63E-15		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(w) Hydrazine (N2H4)	g	4,42E-08	3,36E-07	3,36E-10	0,00	2,09E-09	1,64E-07	1,70E-07	6,75E-10	-	-2,93E-07		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Hydrocarbons (unspecified)	g	2,16E-02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	1,79E-06	2,42E-08	-	0,00		0,00	0,00	0,00	- 0,01	
(w) Hypochlorite (ClO-)	g	1,78E-06	2,88E-06	1,21E-08	9,74E-09	1,28E-07	1,44E-07	2,59E-06	2,40E-08	-	-1,13E-06		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(w) Hypochlorous Acid (HClO)	g	1,78E-06	2,88E-06	1,21E-08	9,74E-09	1,28E-07	1,44E-07	2,59E-06	2,40E-08	-	-1,13E-06		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(w) Inorganic Dissolved Matter (unspecified)	g	6,43E-04	0,00	3,53E-07	1,90E-06	0,00	0,00	1,38E-05	7,01E-07	-	7,67E-06		0,00	0,00	0,00	- 0,00	
(w) Iode (I-)	g	8,75E-04	0,00	0,00	9,18E-06	3,20E-05	3,26E-05	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Iron (Fe++, Fe3+)	g	7,90E+00	7,91	0,00	3,15E-05	0,00	7,84	0,06	0,00	-	- 0,00		0,01	0,00	- 0,02	- 0,02	
(w) Lead (Pb++, Pb4+)	g	4,08E-03	0,00	0,00	9,97E-07	3,78E-06	0,00	0,00	3,78E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Lithium Salts (Lithine)	g	4,94E-09	3,76E-08	3,75E-11	0,00	2,34E-10	1,83E-08	1,89E-08	7,54E-11	-	-3,27E-08		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Magnesium (Mg++)	g	3,28E+00	3,28	0,01	8,56E-05	0,00	3,27	0,01	0,01	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,02	- 0,01	
(w) Manganese (Mn II, Mn IV, Mn VII)	g	4,63E-01	0,46	0,00	6,26E-06	2,21E-05	0,46	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Mercury (Hg+, Hg++)	g	1,92E-03	0,00	0,00	7,99E-07	1,22E-05	1,19E-05	1,17E-07	3,09E-08	-	1,07E-06		0,00	0,00	0,00	- 0,00	
(w) Metals (unspecified)	g	3,34E-02	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	8,03E-06	5,16E-07	-	0,00		0,00	0,00	0,00	- 0,02	
(w) Methane (CH4)	g	-3,69E-04	0,00	7,16E-07	0,00	6,14E-06	0,00	-	1,44E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Methylene Chloride (CH2Cl2, HC-130)	g	3,87E-05	2,74E-05	1,16E-07	3,19E-08	1,22E-06	1,37E-06	2,47E-05	2,29E-07	-	1,10E-05		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Molybdenum (Mo II, Mo III, Mo IV, Mo V, Mo VI)	g	1,12E-05	3,25E-05	1,59E-06	9,16E-08	2,80E-07	1,17E-05	1,88E-05	3,13E-06	-	-2,44E-05		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Morpholine (C4H9NO)	g	4,68E-07	3,56E-06	3,56E-09	0,00	2,21E-08	1,73E-06	1,80E-06	7,15E-09	-	-3,10E-06		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Nickel (Ni++, Ni3+)	g	1,98E-03	0,00	0,00	1,09E-06	4,38E-05	1,81E-05	4,22E-05	1,80E-05	-	-4,14E-05		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Nitrate (NO3-)	g	1,25E-01	0,12	0,01	0,00	0,10	0,00	0,00	0,01	-	0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,02	
(w) Nitrates (NO3-)	g	6,71E-07	6,71E-07	-	3,34E-07	3,37E-07	-	-	-	-	-		-	-	-	-	
(w) Nitrite (NO2-)	g	4,39E-07	7,14E-07	3,01E-09	8,28E-10	3,17E-08	3,56E-08	6,42E-07	5,95E-09	-	-2,80E-07		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(w) Nitrogenous Matter (Kjeldahl, as N)	g	3,00E-05	0,00	1,55E-07	0,00	9,31E-07	7,29E-05	8,59E-05	3,12E-07	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Nitrogenous Matter (unspecified, as N)	g	7,36E-03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,01	- 0,00	
(w) Oils (unspecified)	g	4,60E-02	0,05	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,03	- 0,02	
(w) Organic Dissolved Matter (chlorinated)	g	1,93E-03	1,92E-03	0,00	7,99E-07	1,90E-05	1,02E-05	-	-	-	9,61E-06		0,00	0,00	0,00	- 0,00	
(w) Organic Dissolved Matter (unspecified)	g	3,62E-02	0,04	0,03	6,94E-05	0,00	0,00	1,58E-05	5,89E-08	-	-1,95E-05		0,00	0,00	- 0,00	- 0,02	
(w) Organic Matter (unspecified)	g	2,06E-03	0,00	0,00	1,31E-05	0,00	1,02E-05	-	-	-	8,01E-07		-	0,00	0,00	- 0,00	
(w) Oxalic Acid ((COOH)2)	g	1,92E-07	1,46E-06	1,46E-09	0,00	9,10E-09	7,12E-07	7,38E-07	2,94E-09	-	-1,27E-06		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Phenol (C6H5OH)	g	9,81E-03	0,01	0,01	1,51E-05	0,00	6,22E-05	0,00	0,00	-	-1,43E-05		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Phosphates (PO4 3-, HPO4--, H2PO4-, H3PO4, as P	g	6,01E-03	0,00	0,00	3,45E-07	6,72E-05	7,86E-06	2,35E-05	2,01E-07	-	0,01		0,00	0,01	0,01	- 0,00	
(w) Phosphorous Matter (unspecified, as P)	g	3,02E-07	3,02E-07	-	3,02E-07	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	
(w) Phosphorus (P)	g	3,67E-05	4,42E-05	1,56E-05	8,28E-08	1,38E-06	1,41E-06	2,57E-05	3,08E-05	-	-3,83E-05		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Phosphorus Pentoxide (P2O5)	g	2,66E-06	9,51E-06	4,59E-09	1,12E-08	5,39E-09	1,88E-06	7,61E-06	9,23E-09	-	-6,86E-06		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(w) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH, unspecified	g	2,14E-04	9,42E-05	4,89E-05	1,20E-06	3,19E-06	4,85E-06	3,61E-05	9,62E-05	-	2,36E-05		0,00	0,00	0,00	- 0,00	
(w) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (unspecified)	g	-9,91E-05	4,50E-05	2,39E-08	-	1,02E-06	-	4,40E-05	4,80E-08	-	- 0,00		-	-	- 0,00	- 0,00	
(w) Potassium (K+)	g	4,50E-02	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	-	- 0,04		0,01	0,01	- 0,11	- 0,01	
(w) Rubidium (Rb+)	g	8,75E-05	0,00	3,76E-05	9,18E-07	3,20E-06	3,26E-06	5,95E-05	7,41E-05	-	-9,10E-05		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Salts (unspecified)	g	1,24E-01	0,13	7,39E-05	1,57E-05	0,00	0,00	0,12	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,02	- 0,01	
(w) Saponifiable Oils and Fats	g	4,27E-02	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	-	- 0,04		0,01	0,01	- 0,12	- 0,01	
(w) Selenium (Se II, Se IV, Se VI)	g	1,02E-05	2,89E-05	1,59E-06	8,47E-08	2,62E-07	1,02E-05	1,67E-05	3,12E-06	-	-2,18E-05		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Silicon Dioxide (SiO2)	g	6,08E-06	9,86E-06	4,15E-08	3,33E-08	4,38E-07	4,92E-07	8,86E-06	8,20E-08	-	-3,87E-06		0,00	0,00	- 0,00	0,00	
(w) Silver (Ag+)	g	5,25E-06	6,27E-06	2,26E-06	5,51E-08	1,92E-07	1,96E-07	3,57E-06	4,44E-06	-	-5,46E-06		0,00	0,00	- 0,00	- 0,00	
(w) Sodium (Na+)	g	5,00E+00	4,83	2,19	0,03	0,38	0,21	2,02	2,31	-	- 2,15		0,74	2,38	- 6,18	- 1,66	
(w) Strontium (Sr II)	g	5,49E-02	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	-	- 0,06		0,01	0,01	- 0,15	- 0,01	

System: Sac PEHD jetable Sep: .

	Flow	Units	PE One way	Production	PE	Colle	Encre	Pigment	Sac PE one-way: Fabrication	Transport	Utilisation	Fin de vie	100%D 100% I sans VE	Fin de vie	Fin de vie	Fin de vie		Impacts évités sac poubelle
	(w) Sulfate (SO4--)	g	2,85E-04	0,00	-	0,00	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	
	(w) Sulfide (S--)	g	4,20E-07	4,20E-07	-	4,20E-07	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	
	(w) Sulphate (SO4--)	g	4,67E+00	4,97	3,05	0,00	0,80	0,40	0,72	0,06	-	-0,35		0,25	0,57	-1,20	-3,33	
	(w) Sulphates (SO4--)	g	9,93E-05	9,93E-05	-	9,75E-05	1,71E-06	-	-	-	-	-		-	-	-	-	
	(w) Sulphide (S--)	g	2,06E-03	0,00	0,00	2,25E-06	1,75E-05	1,57E-05	9,76E-05	1,20E-04	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00	-0,00	
	(w) Sulphides (S--)	g	2,62E-07	2,62E-07	-	2,59E-07	3,33E-09	-	-	-	-	-		-	-	-	-	
	(w) Sulphite (SO3--)	g	2,55E-07	1,02E-06	1,11E-09	1,98E-09	7,41E-09	4,18E-07	5,87E-07	2,23E-09	-	-7,62E-07		0,00	0,00	-0,00	-0,00	
	(w) Sulphurated Matter (unspecified, as S)	g	-1,53E-09	6,35E-09	7,11E-10	1,92E-11	6,31E-11	1,99E-09	3,56E-09	1,40E-09	-	-9,28E-09		0,00	0,00	-0,00	-0,00	
	(w) Suspended Matter (unspecified)	g	2,93E+00	2,94	0,68	0,00	0,22	1,84	0,20	0,00	-	-0,01		0,03	0,16	-0,08	-0,40	
	(w) Tars (unspecified)	g	3,38E-09	3,10E-09	3,13E-10	1,20E-11	2,32E-11	2,87E-10	2,46E-09	6,16E-10	-	-3,31E-10		0,00	0,00	-0,00	-0,00	
	(w) Tetrachloroethylene (C2Cl4)	g	2,37E-07	4,14E-11	1,74E-13	1,40E-13	1,84E-12	2,06E-12	3,72E-11	3,44E-13	-	2,37E-07		0,00	0,00	-0,00	-0,00	
	(w) Tin (Sn++, Sn4+)	g	3,57E-04	9,05E-08	8,60E-11	0,00	5,03E-10	3,93E-08	5,04E-08	1,73E-10	-	0,00		0,00	0,00	-0,00	-0,00	
	(w) Titanium (Ti3+, Ti4+)	g	6,78E-05	0,00	4,50E-07	3,78E-07	4,67E-06	1,13E-05	0,00	8,88E-07	-	-5,16E-05		0,00	0,00	-0,00	-0,00	
	(w) TOC (Total Organic Carbon)	g	1,38E-01	0,16	0,07	0,00	0,00	0,01	0,08	0,05	-	-0,08		0,02	0,02	-0,20	-0,04	
	(w) Toluene (C6H5CH3)	g	9,81E-04	0,00	0,00	1,01E-05	3,66E-05	3,72E-05	0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00	-0,00	
	(w) Tributyl Phosphate ((C4H9)3PO4, TBP)	g	-5,18E-06	6,87E-06	1,01E-08	0,00	8,62E-08	6,74E-06	-	2,02E-08	-	-1,21E-05		0,00	0,00	-0,00	-0,00	
	(w) Trichloroethane (1,1,1-CH3CCl3)	g	5,73E-11	9,31E-11	3,93E-13	1,08E-13	4,14E-12	4,65E-12	8,38E-11	7,76E-13	-	-3,66E-11		0,00	0,00	-0,00	-0,00	
	(w) Trichloroethylene (CCl2CHCl)	g	2,93E-07	2,56E-09	1,08E-11	2,97E-12	1,14E-10	1,28E-10	2,30E-09	2,13E-11	-	2,90E-07		0,00	0,00	-0,00	-0,00	
	(w) Triethylene Glycol (C6H14O4)	g	1,95E-03	0,00	1,33E-05	1,07E-05	0,00	0,00	0,00	2,63E-05	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00	-0,00	
	(w) Vanadium (V3+, V5+)	g	2,93E-05	0,00	1,65E-06	2,20E-07	6,35E-07	3,94E-05	5,83E-05	3,26E-06	-	-7,41E-05		0,00	0,00	-0,00	-0,00	
	(w) Vinyl Chloride (CH2CHCl)	g	1,90E-03	0,00	0,00	3,79E-07	4,86E-07	1,02E-05	-	-	-	-		-	-	-	-0,00	
	(w) VOC (Volatile Organic Compounds)	g	3,06E-03	0,00	0,00	3,21E-05	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,01	-0,00	
	(w) Water (unspecified)	litre	4,10E+00	4,32	0,00	0,00	3,88	0,08	0,36	0,00	-	-0,22		0,00	0,01	-0,51	0,05	
	(w) Water: Chemically Polluted	litre	3,43E+01	26,72	0,07	0,00	0,07	26,33	0,25	0,15	-	7,46		1,48	14,64	13,55	-2,54	
	(w) Water: Thermally Polluted (only)	litre	1,16E+01	-	-	-	-	-	-	-	-	11,55		-	23,58	23,58	-3,66	
	(w) Xylene (C6H4(CH3)2)	g	8,25E-03	0,01	0,00	8,64E-05	0,00	0,00	0,01	0,01	-	-0,01		0,00	0,00	-0,02	-0,00	
	(w) Zinc (Zn++)	g	8,52E-02	0,09	0,00	1,49E-06	1,70E-05	0,08	0,00	3,14E-05	-	-5,15E-05		0,00	0,00	-0,00	-0,00	
	_Goods packed	**liters**	**9 000**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**9 000**	**-**		**-**	**-**	**-**	**-**	
	Recovered Matter (total)	kg	4,69E-01	0,41	1,70E-02	9,05E-07	1,03E-05	0,32	0,07	2,11E-06	-	0,06		0,00	0,13	0,13	-0,06	
	Recovered Matter (unspecified)	kg	3,95E-01	0,33	1,70E-02	8,85E-07	1,03E-05	0,32	0,00	2,09E-06	-	0,06		0,00	0,13	0,13	-0,03	
	Recovered Matter: Bottom Ash	kg	1,65E-01	-	-	-	-	-	-	-	-	0,16		-	0,34	0,34	-0,05	
	Recovered Matter: Iron Scrap	kg	1,06E-06	8,60E-06	8,63E-09	0,00	5,40E-08	4,22E-06	4,30E-06	1,73E-08	-	-7,56E-06		0,00	0,00	-0,00	-0,00	
	Recovered Matter: LDPE	kg	7,41E-02	0,07	-	-	-	-	0,07	-	-	-		-	-	-	-	
	Recovered Matter: Steel Scrap	kg	8,29E-06	-	-	-	-	-	-	-	-	8,29E-06		0,00	-	-	-0,00	
	Waste (hazardous)	kg	4,49E-02	0,01	0,01	2,41E-06	4,22E-05	5,04E-05	0,00	7,40E-05	-	0,04		0,00	0,08	0,08	-0,02	
	Waste (incineration)	kg	6,99E-05	7,27E-05	2,07E-05	2,00E-07	2,76E-05	2,86E-06	2,13E-05	4,08E-05	-	-4,35E-05		0,00	0,00	-0,00	-0,00	
	Waste (municipal and industrial)	kg	3,07E-02	0,03	-0,01	1,65E-06	8,42E-05	0,04	3,95E-05	6,53E-08	-	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	
	Waste (total)	kg	2,59E+00	0,25	0,05	0,00	0,00	0,09	0,10	0,00	-	2,34		4,76	0,09	-0,20	-1,58	
	Waste (unspecified)	kg	7,73E-04	0,04	0,00	2,29E-06	9,11E-05	0,02	0,01	2,43E-05	-	-0,03		0,00	0,01	-0,08	0,02	
	Waste (unspecified, to incineration)	kg	3,63E-03	0,00	0,00	4,02E-07	7,02E-05	4,70E-06	2,06E-05	0,00	-	-1,86E-06		0,00	0,00	-0,00	-0,00	
	Waste: Highly Radioactive (class C)	kg	7,08E-07	1,52E-06	1,25E-09	0,00	5,82E-09	4,55E-07	1,06E-06	2,52E-09	-	-8,19E-07		0,00	0,00	-0,00	-0,00	
	Waste: Intermediate Radioactive (class B)	kg	-2,70E-06	3,54E-06	5,19E-09	0,00	4,45E-08	3,48E-06	-	1,04E-08	-	-6,26E-06		0,00	0,00	-0,00	-0,00	
	Waste: Low Radioactive (class A)	kg	6,04E-05	0,00	2,30E-05	7,33E-07	2,43E-06	3,93E-05	7,23E-05	4,53E-05	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00	-0,00	
	Waste: Mineral (inert)	kg	4,81E-01	0,11	0,00	0,00	0,00	0,03	0,08	0,00	-	0,37		0,87	0,00	-0,17	-0,27	
	Waste: Mining	kg	2,67E-02	0,10	8,76E-05	0,00	0,00	0,04	0,05	0,00	-	-0,07		0,00	0,00	-0,16	-0,21	
	Waste: Non Mineral (inert)	kg	1,98E+00	8,13E-05	2,74E-06	1,84E-08	2,44E-07	7,27E-05	5,56E-06	5,39E-06	-	1,98		3,88	0,00	0,00	-1,28	
	Waste: Non Toxic Chemicals (unspecified)	kg	1,05E-02	0,01	0,01	6,72E-07	5,53E-05	2,18E-05	8,11E-07	1,35E-09	-	1,04E-05		0,00	0,00	0,00	-0,00	
	Waste: Radioactive	kg	5,37E-06	7,03E-06	3,66E-06	-	7,57E-08	-	3,29E-06	7,20E-06	-	-8,86E-06		0,00	0,00	-0,00	-0,00	
	Waste: Radioactive (unspecified)	kg	3,07E-06	3,07E-06	1,53E-09	1,85E-08	2,36E-07	3,16E-07	2,50E-06	3,08E-09	-	3,06E-09		0,00	0,00	-0,00	-0,00	
	Waste: Slags and Ash (unspecified)	kg	3,75E-02	0,05	0,03	2,10E-05	0,00	0,00	0,01	1,93E-05	-	-0,01		0,00	0,00	-0,02	-0,01	
	Waste: Treatment	kg	-1,52E-03	0,00	3,22E-06	0,00	2,76E-05	0,00	-	6,47E-06	-	-0,00		0,00	0,00	-0,01	-0,01	
Reminders:	E Feedstock Energy	MJ	146	193	189	0	1	1	0	0	-	-46		0	-91	-95	-79	
	E Fuel Energy	MJ	144	110	82	0	1	8	18	3	-	31		1	93	57	-74	
	E Non Renewable Energy	MJ	286	298	269	0	2	9	17	3	-	-15		1	2	-37	-151	
	E Renewable Energy	MJ	4	4	3	0	0	0	1	0	-	-0		0	0	-1	-2	
	E Total Primary Energy	MJ	290	302	271	0	3	10	19	3	-	-16		1	2	-38	-153	
	Electricity	MJ elec	21	22	13	0	0	1	7	0	-	-0		0	0	-1	-14	

System: Cabas PEBD souple (inventaire pour n=1 utilisation)

	Flow	Units	TOTAL	Production	PE	Colle	Encre	Pigment	Cabas PE: Fabrication	Transport	Utilisation	Fin de vie	100%D			
													100% I sans VE	Fin de vie	Fin de vie	Fin de vie
Inputs:	(r) Barium Sulphate (BaSO4, in ground)	kg	-2,62E-04	0,00	1,73E-05	-	1,33E-05	6,14E-05	0,00	2,86E-06	-	- 0,00	100% I avec VE	0,00	0,00	- 0,00
	(r) Bauxite (Al2O3, ore)	kg	3,10E-02	0,03	0,00	-	5,16E-05	0,03	1,13E-05	2,74E-06	-	2,13E-04	30%R	0,00	0,00	0,00
	(r) Bentonite (Al2O3.4SiO2.H2O, in ground)	kg	9,83E-04	0,00	8,70E-04	-	4,67E-06	5,80E-06	5,66E-06	2,70E-07	-	9,63E-05		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Calcium Sulphate (CaSO4, ore)	kg	1,73E-03	1,06E-04	9,38E-05	-	4,22E-07	6,94E-06	5,30E-06	5,00E-07	-	0,00		0,00	0,00	0,00
	(r) Chromium (Cr, ore)	kg	6,67E-06	6,75E-06	6,58E-06	-	1,39E-07	1,18E-08	1,15E-08	5,49E-10	-	-8,08E-08		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Clay (in ground)	kg	9,37E-01	0,00	2,69E-04	-	5,45E-06	0,00	0,00	4,12E-06	-	0,93		1,82	0,02	0,02
	(r) Coal (in ground)	kg	1,49E+00	2,25	1,81	-	0,01	0,25	0,19	0,00	-	- 0,76		0,01	0,04	- 1,78
	(r) Copper (Cu, ore)	kg	6,31E-06	6,72E-06	6,59E-06	-	9,91E-09	6,01E-08	5,86E-08	2,79E-09	-	-4,11E-07		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Dolomite (CaCO3.MgCO3, in ground)	kg	4,68E-05	4,68E-05	3,95E-05	-	7,26E-06		-	-	-	5,52E-09		-	0,00	0,00
	(r) Feldspar (ore)	kg	1,91E-05	0,00	6,58E-06	-	1,25E-05	-	-		-	-		-	-	-
	(r) Fluorspar (CaF2, ore)	kg	1,37E-05	0,00	0,00	-	0,00	-	-	-	-	-		-	-	-
	(r) Gravel (unspecified)	kg	-1,23E-03	0,00	0,00	-	8,64E-06	0,00	0,00	6,83E-05	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
	(r) Ilmenite (FeO.TiO2, ore)	kg	4,66E-01	4,66E-01		-		4,66E-01			-			-	-	-
	(r) Iron (Fe, ore)	kg	3,98E-03	6,04E-03	3,46E-03	-	8,46E-05	7,93E-04	1,70E-03	9,13E-06	-	-2,07E-03		0,00	0,00	- 0,01
	(r) Iron Sulphate (FeSO4, ore)	kg	-1,10E-05	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	2,75E-09	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Lead (Pb, ore)	kg	6,64E-06	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	8,72E-10	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Lignite (in ground)	kg	2,00E-02	2,22E-02	8,79E-03	-	5,48E-03	1,46E-03	6,50E-03	7,49E-06	-	-2,22E-03		0,00	0,00	- 0,01
	(r) Limestone (CaCO3, in ground)	kg	7,30E-01	0,77	0,00	-	0,01	0,75	0,01	0,00	-	- 0,04		0,00	0,17	- 0,12
	(r) Manganese (Mn, ore)	kg	-3,08E-08	1,59E-08	1,20E-09	-	1,13E-09	6,88E-09	6,71E-09	3,20E-10	-	-4,70E-08		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Natural Gas (in ground)	kg	8,28E+00	8,55	8,16	-	0,05	0,30	0,04	0,00	-	- 0,27		0,01	0,02	- 0,64
	(r) Nickel (Ni, ore)	kg	6,56E-06	6,59E-06	6,58E-06	-	6,60E-10	4,00E-09	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Oil (in ground)	kg	1,08E+01	11,01	10,83	-	0,05	0,10	0,03	0,09	-	- 0,32		0,09	0,08	- 0,85
	(r) Olivine ((Mg,Fe)2SiO4, ore)	kg	2,68E-05	2,68E-05	2,63E-05	-	4,24E-07		-	-	-			-	-	-
	(r) Phosphate Rock (in ground)	kg	1,73E-02	0,00	6,58E-06	-			-		-	0,02		0,03	-	-
	(r) Potassium Chloride (KCl, as K2O, in ground)	kg	3,70E-04	0,00	0,00	-	1,85E-04	-			-	0,00		-	0,00	0,00
	(r) Pyrite (FeS2, ore)	kg	-4,41E-04	2,28E-04	1,71E-05	-	1,62E-05	9,85E-05	9,61E-05	4,58E-06	-	-6,73E-04		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Sand (in ground)	kg	6,03E-01	0,01	0,00	-	0,00	0,01	0,00	0,00	-	0,59		1,17	0,00	- 0,00
	(r) Silver (Ag, ore)	kg	-1,33E-09	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	1,39E-11	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Sodium Carbonate (Na2CO3, in ground)	kg	3,61E-03	3,61E-03	-	-	-	0,00	-	-	-	-		-	-	-
	(r) Sodium Chloride (NaCl, in ground or in sea)	kg	7,60E-02	0,05	0,01	-	0,02	0,02	0,00	0,00	-	0,02		0,00	0,05	0,04
	(r) Sulphur (in natural gas)	kg	1,72E-03	-	-	-	-		-	-	-	1,72E-03		0,00	-	-
	(r) Sulphur (S, in ground)	kg	3,84E-03	0,00	2,10E-03	-	1,73E-03	3,85E-12			-	5,44E-06		0,00	0,00	0,00
	(r) Uranium (U, ore)	kg	6,24E-04	6,58E-04	5,29E-04	-	1,64E-06	2,36E-05	1,04E-04	4,81E-08	-	-3,42E-05		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Zinc (Zn, ore)	kg	4,21E-03	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	Explosive (unspecified)	kg	1,67E-04	1,94E-04	8,10E-08	-	6,87E-08	9,62E-05	9,79E-05	4,57E-08	-	-2,73E-05		0,00	0,00	- 0,00
	Ferromanganese (Fe, Mn, C)	kg	6,61E-06	0,00	0,00	-	0,00	-	-	-	-	-		-	-	-
	Gravel (unspecified)	kg	5,03E-04	-		-			-		-	5,03E-04		0,00	-	-
	Iron Scrap	kg	7,20E-04	0,00	2,50E-04	-	7,58E-07	0,00	0,00	7,78E-05	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	Raw Materials (unspecified)	kg	2,15E-01	2,91E-02	0,00	-	0,00	2,77E-02	0,00	0,00	-	0,19		0,00	0,45	0,37
	Scrap: Iron	kg	3,84E-05	3,84E-05		-		0,00	-		-			-	-	-
	Steel	kg	5,24E-06	0,00	0,00	-	0,00	-	-	-	-	0,00		0,00	0,00	0,00
	Water Used (total)	litre	1,72E+02	115,26	39,46	-	1,73	61,48	12,59	0,39	-	55,99		0,97	128,19	111,21
	Water: Public Network	litre	1,99E+01	19,87	18,43	-	1,44E+00	1,02E-07	-	-	-	0,01		0,00	0,03	0,03
	Water: River	litre	5,21E+01	12,25	12,11	-	0,14	-	-	-	-	3,98E+01		-	81,25	81,25
	Water: Sea	litre	2,65E+00	2,65	2,63	-	0,01	-	-	-	-	0,00		-	0,00	0,00
	Water: Unspecified Origin	litre	9,70E+01	80,48	6,28	-	1,24E-01	6,15E+01	12,59	0,39	-	1,62E+01		0,97	46,92	29,94
	Water: Well	litre	6,86E-03	0,01	2,11E-04	-	0,01	-	-		-	0,00		-	0,00	0,00
	Wood	kg	-1,76E-03	0,00	9,60E-06	-	3,17E-05	1,27E-03	0,00	5,46E-07	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
Outputs:	(a) Acetaldehyde (CH3CHO)	g	-2,01E-03	0,00	1,91E-06	-	3,60E-06	3,80E-05	0,00	1,33E-07	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
	(a) Acetic Acid (CH3COOH)	g	-9,12E-03	0,00	4,59E-05	-	5,09E-05	2,98E-04	0,00	1,08E-05	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,02
	(a) Acetone (CH3COCH3)	g	-2,01E-03	0,00	1,68E-06	-	3,38E-06	0,00	0,00	7,11E-08	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
	(a) Acetylene (C2H2)	g	-2,83E-03	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,02
	(a) Aldehyde (unspecified)	g	7,45E-03	0,01	0,01	-	1,03E-05	0,00	4,56E-04	1,24E-06	-	-1,64E-04		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Alkane (unspecified)	g	-4,24E-02	0,02	0,01	-	0,00	0,01	0,01	0,00	-	- 0,07		0,00	0,00	- 0,16
	(a) Alkene (unspecified)	g	-3,27E-03	0,00	6,73E-06	-	2,08E-05	0,00	0,00	1,35E-06	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,02
	(a) Alkyne (unspecified)	g	-4,49E-07	2,32E-07	1,74E-08	-	1,65E-08	1,00E-07	9,78E-08	4,66E-09	-	-6,85E-07		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Aluminium (Al)	g	-5,70E-02	0,08	0,00	-	3,53E-04	0,04	0,03	0,00	-	- 0,13		0,00	0,00	- 0,31
	(a) Ammonia (NH3)	g	1,12E-02	0,01	0,01	-	0,00	0,00	0,00	2,64E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
	(a) Antimony (Sb)	g	6,57E-03	6,60E-03	6,58E-03	-	7,08E-08	8,82E-06	1,01E-05	4,70E-09	-	-2,69E-05		0,00	0,00	- 0,00
	(a) AOX (Adsorbable Organic Halogens)	g	-4,91E-14	6,12E-14	7,24E-17	-	2,94E-16	3,47E-14	2,61E-14	1,22E-17	-	-1,10E-13		0,00	0,00	- 0,00
	(a) AOX (Adsorbable Organic Halogens)	g	1,82E-22	0,00	-	-	0,00	-	-		-	-		-	-	-
	(a) Aromatic Hydrocarbons (unspecified)	g	4,34E-01	0,44	4,34E-01	-	1,06E-03	3,80E-05	0,00	5,87E-08	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
	(a) Arsenic (As)	g	6,47E-03	0,01	6,77E-03	-	9,95E-07	0,00	0,00	1,42E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Barium (Ba)	g	-6,94E-04	8,98E-04	1,07E-06	-	4,25E-06	4,99E-04	3,94E-04	1,87E-07	-	-1,59E-03		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Benzaldehyde (C6H5CHO)	g	-8,10E-11	0,00	0,00	-	2,98E-12	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Benzene (C6H6)	g	-5,82E-03	9,24E-03	2,35E-03	-	1,31E-04	3,49E-03	3,27E-03	7,93E-04	-	-1,58E-02		0,00	0,00	- 0,04
	(a) Benzo(a)pyrene (C20H12)	g	-8,02E-06	1,34E-05	1,50E-07	-	6,18E-08	6,95E-06	6,22E-06	4,53E-07	-	-2,19E-05		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Berylium (Be)	g	6,18E-14	0,00		-	6,18E-14	-	-		-	-		-	-	-
	(a) Beryllium (Be)	g	-1,12E-05	0,00	1,75E-08	-	6,95E-08	0,00	0,00	3,11E-09	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Boron (B)	g	-5,25E-03	0,01	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,03
	(a) Bromium (Br)	g	-1,12E-03	0,00	1,69E-06	-	6,72E-06	7,84E-04	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
	(a) Butane (n-C4H10)	g	-2,67E-02	2,88E-02	2,32E-02	-	3,16E-04	2,49E-03	2,86E-03	6,95E-03	-	- 0,06		0,01	0,01	- 0,15
	(a) Butene (1-CH3CH2CHCH2)	g	2,15E-04	0,00	0,00	-	1,38E-06	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Cadmium (Cd)	g	1,10E-02	0,01	0,01	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,01	0,01
	(a) Calcium (Ca)	g	-4,65E-03	0	0	-	0	0	0	0	-	- 0		0,00	0,00	- 0,04
	(a) Carbon Dioxide (CO2, fossil)	g	3,31E+04	2,56E+04	2,35E+04	-	1,47E+02	1,39E+03	6,00E+02	3,06E+02	-	7,23E+03		301	20 990	13 557
	(a) Carbon Disulphide (CS2)	g	6,59E-03	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	0,00		-	0,00	0,00
	(a) Carbon Monoxide (CO)	g	3,50E+01	3,48E+01	3,32E+01	-	1,02E-01	6,90E-01	8,29E-01	7,91E-01	-	-6,41E-01		0,89	2,42	- 2,87
	(a) Carbon Tetrafluoride (CF4)	g	-6,51E-08	3,37E-08	2,53E-09	-	2,40E-09	1,45E-08	0,00	6,76E-10	-	-9,94E-08		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Chlorides (Cl-)	g	2,88E-07	3,96E-07	0,00	-	2,29E-10	6,95E-08	0,00	0,00	-	-1,08E-07		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Chlorinated Matter (unspecified, as Cl)	g	7,12E-03	0,01	0,01	-	5,34E-04	4,64E-12			-	2,76E-06		0,00	0,00	0,00
	(a) Chlorine (Cl2)	g	6,60E-03	0,01	6,58E-03	-	9,84E-06	8,81E-07	0,00	1,36E-11	-	0,00		0,00	0,00	0,00

System: Cabas PEBD souple (inventaire pour n=1 utilisation)

Flow	Units	TOTAL	Production	PE	Colle	Encre	Pigment	Cabas PE: Fabrication	Transport	Utilisation	Fin de vie	100%D			
												100% I sans VE	Fin de vie	Fin de vie	Fin de vie
(a) Chromium (Cr III, Cr VI)	g	6,33E-03	0,01	6,68E-03	-	1,24E-06	1,02E-04	0,00	1,78E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(a) Cobalt (Co)	g	-3,41E-04	0,00	1,31E-04	-	8,91E-07	2,19E-05	0,00	3,48E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(a) Copper (Cu)	g	5,95E-03	6,88E-03	6,71E-03	-	1,73E-06	7,46E-05	9,21E-05	5,24E-06	-	-9,38E-04		0,00	0,00	- 0,00
(a) Cyanide (CN-)	g	-1,57E-05	1,94E-05	3,11E-08	-	1,00E-07	1,10E-05	8,27E-06	6,08E-09	-	-3,50E-05		0,00	0,00	- 0,00
(a) Ethane (C2H6)	g	-3,85E-01	0,12	8,14E-02	-	1,73E-03	2,40E-02	0,02	2,36E-02	-	- 0,53		0,04	0,03	- 1,28
(a) Ethanol (C2H5OH)	g	-4,01E-03	0,00	3,29E-06	-	6,71E-06	7,39E-05	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
(a) Ethyl Benzene (C6H5C2H5)	g	2,45E-04	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(a) Ethylbenzene (C8H10)	g	2,15E-07	2,15E-07		-	2,15E-07				-			-	-	-
(a) Ethylene (C2H4)	g	-1,06E-01	0,08	0,00	-	3,19E-03	3,66E-02	3,32E-02	1,20E-03	-	-1,84E-01		0,00	0,01	- 0,43
(a) Fluorides (F-)	g	1,75E-05	0,00	6,34E-08	-	9,85E-06	0,00	0,00	2,03E-08	-	0,00		0,00	0,00	- 0,00
(a) Fluorine (F2)	g	6,59E-03	6,58E-03	0,01	-	1,12E-09	0,00	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	0,00
(a) Formaldehyde (CH2O)	g	-7,16E-03	0,00	0,00	-	4,21E-05	5,57E-04	7,67E-04	7,33E-06	-	-8,56E-03		0,00	0,00	- 0,02
(a) Halogenated Hydrocarbons (unspecified)	g	1,60E-04	1,60E-04		-	1,60E-04				-			-	-	-
(a) Halogenated Matter (unspecified)	g	1,32E-02	0,01	0,01	-	9,84E-06	2,80E-08	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	0,00
(a) Halon 1301 (CF3Br)	g	2,44E-05	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(a) Heptane (C7H16)	g	2,16E-03	0,01	0,01	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,02
(a) Hexane (C6H14)	g	4,27E-03	0,01	1,11E-02	-	0,00	0,00	0,00	3,37E-03	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,03
(a) Hydrocarbons (except methane)	g	3,78E+01	39,01	38,15	-	0,12	0,28	0,46	1,01E+00	-	- 2,19		1,01	0,79	- 6,37
(a) Hydrocarbons (unspecified)	g	1,75E+00	1,62	0,00	-	0,41	1,20	0,01	0,00	-	0,13		0,06	0,22	0,20
(a) Hydrogen (H2)	g	3,72E-01	0,37	0,25	-	1,17E-01	2,74E-05	0,00	0,00	-	4,04E-03		0,00	0,01	0,01
(a) Hydrogen Chloride (HCl)	g	2,65E+00	1,26	0,90	-	0,01	0,20	0,15	2,30E-04	-	1,39		0,01	4,18	2,64
(a) Hydrogen Cyanide (HCN)	g	6,59E-03	0,01	0,01	-	-	-	-		-	0,00		-	0,00	0,00
(a) Hydrogen Fluoride (HF)	g	8,86E-02	0,05	3,96E-02	-	7,45E-05	7,14E-03	0,01	1,85E-05	-	0,04		0,00	0,13	0,07
(a) Hydrogen Sulphide (H2S)	g	-3,52E-03	0,02	0,01	-	3,53E-04	0,01	0,00	0,00	-	- 0,02		0,00	0,00	- 0,05
(a) Iodine (I)	g	-2,79E-04	3,50E-04	4,31E-07	-	1,69E-06	1,96E-04	1,52E-04	7,53E-08	-	-6,29E-04		0,00	0,00	- 0,00
(a) Iron (Fe)	g	-2,22E-02	0,03	0,00	-	1,48E-04	1,67E-02	0,01	2,41E-05	-	- 0,06		0,00	0,00	- 0,13
(a) Lanthanum (La)	g	-1,83E-05	0,00	2,75E-08	-	1,11E-07	0,00	0,00	4,76E-09	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(a) Lead (Pb)	g	5,46E-03	0,01	6,66E-03	-	1,42E-05	3,41E-04	0,00	2,56E-05	-	-1,88E-03		0,00	0,00	- 0,00
(a) Magnesium (Mg)	g	-2,05E-02	0,03	0,00	-	1,24E-04	1,45E-02	0,01	0,00	-	-4,65E-02		0,00	0,00	- 0,11
(a) Manganese (Mn)	g	-1,59E-04	0,00	0,00	-	2,14E-06	9,61E-05	7,67E-05	4,25E-07	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(a) Mercaptans	g	6,60E-03	0,01	0,01	-	0,00	4,64E-12			-	0,00		0,00	0,00	0,00
(a) Mercury (Hg)	g	1,46E-02	0,01	0,01	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,01		0,00	0,02	0,02
(a) Metals (unspecified)	g	1,17E-01	0,03	2,63E-02	-	2,14E-04	7,86E-05	0,00	1,20E-08	-	0,09		0,00	0,19	0,19
(a) Methane (CH4)	g	1,09E+02	1,26E+02	1,23E+02	-	5,51E-01	1,79E+00	1,30E+00	4,66E-01	-	-1,74E+01		0,90	0,72	- 41,45
(a) Methanol (CH3OH)	g	-6,82E-03	0,00	0,00	-	1,14E-05	1,26E-04	0,00	0,00	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,02
(a) Molybdenum (Mo)	g	-9,17E-05	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(a) Nickel (Ni)	g	1,40E-04	0,01	0,01	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,02
(a) Nitrogen Oxides (NOx as NO2)	g	9,57E+01	61,36	57,20	-	0,65	2,10	1,41E+00	3,62E+00	-	30,67		3,36	71,54	57,40
(a) Nitrous Oxide (N2O)	g	8,88E-02	0,06	0,02	-	0,00	0,02	0,02	0,04	-	- 0,01		0,04	0,03	- 0,07
(a) Organic Matter (unspecified)	g	1,46E+00	1,46	1,45	-	0,01	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(a) Particulates (unspecified)	g	6,67E+01	69,47	1,29E+01	-	2,46E-01	5,60E+01	0,36	2,09E-01	-	-2,96E+00		0,39	14,19	- 9,26
(a) Pentane (C5H12)	g	1,97E-03	0,03	2,80E-02	-	3,68E-04	2,40E-03	0,00	0,01	-	- 0,04		0,01	0,01	- 0,11
(a) Phenol (C6H5OH)	g	2,52E-05	3,50E-05	2,34E-08	-	2,03E-08	6,15E-06	2,88E-05	1,33E-08	-	-9,82E-06		0,00	0,00	- 0,00
(a) Phosphorus (P)	g	5,25E-04	0,00	0,00	-	3,13E-06	3,66E-04	2,84E-04	1,36E-07	-	-1,17E-03		0,00	0,00	- 0,00
(a) Phosphorus Pentoxide (P2O5)	g	-3,53E-07	0,00	5,21E-10	-	2,11E-09	0,00	0,00	8,79E-11	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(a) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH, unspecified)	g	6,53E-03	0,01	0,01	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(a) Potassium (K)	g	-7,18E-03	8,91E-03	1,59E-05	-	4,75E-05	4,99E-03	3,86E-03	3,25E-06	-	-1,61E-02		0,00	0,00	- 0,04
(a) Propane (C3H8)	g	-9,26E-02	4,17E-02	2,48E-02	-	4,91E-04	9,17E-03	7,27E-03	7,25E-03	-	-1,42E-01		0,01	0,01	- 0,34
(a) Propionaldehyde (CH3CH2CHO)	g	-2,23E-10	0,00	0,00	-	8,21E-12	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(a) Propionic Acid (CH3CH2COOH)	g	-3,05E-07	1,42E-07	1,14E-08	-	1,08E-08	5,54E-08	6,41E-08	3,05E-09	-	-4,50E-07		0,00	0,00	- 0,00
(a) Propylene (CH2CHCH3)	g	-2,68E-03	0,01	1,11E-03	-	2,29E-05	2,45E-03	0,00	3,38E-04	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,02
(a) Scandium (Sc)	g	-6,28E-06	0,00	0,00	-	3,77E-08	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(a) Selenium (Se)	g	-2,21E-04	0,00	0,00	-	1,04E-06	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(a) Silicon (Si)	g	-8,22E-02	0,12	0,00	-	0,00	0,06	0,05	0,00	-	- 0,20		0,00	0,01	- 0,47
(a) Sodium (Na)	g	-4,30E-03	0,01	9,55E-03	-	3,89E-05	0,00	0,00	8,07E-05	-	- 0,02		0,00	0,00	- 0,04
(a) Steam (H2O)	g	6,17E+00		-	-	-	-	-	-	-	6,17		11,85	0,26	0,26
(a) Strontium (Sr)	g	-1,14E-03	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
(a) Sulphur Oxides (SOx as SO2)	g	8,73E+01	97,28	85,52	-	6,57E-01	8,31E+00	2,79	0,13	-	-1,01E+01		0,45	30,07	- 28,01
(a) Sulphuric Acid (H2SO4)	g	6,60E-03	6,59E-03	6,58E-03	-	9,84E-06				-	2,76E-06		-	0,00	0,00
(a) Tars (unspecified)	g	5,94E-07	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-7,97E-08		0,00	0,00	- 0,00
(a) Tetrachloroethylene (C2Cl4)	g	8,26E-06			-					-	8,26E-06		0,00	-	-
(a) Thallium (Tl)	g	2,14E-14	2,14E-14		-	2,14E-14				-			-	-	-
(a) Thallium (Tl)	g	-5,76E-06	7,15E-06	8,50E-09	-	3,45E-08	4,04E-06	3,07E-06	1,44E-09	-	-1,29E-05		0,00	0,00	- 0,00
(a) Thorium (Th)	g	-1,18E-05	0,00	1,77E-08	-	7,12E-08	0,00	0,00	3,04E-09	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(a) Tin (Sn)	g	-3,58E-06	0,00	0,00	-	2,23E-08	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(a) Titanium (Ti)	g	-2,06E-03	2,57E-03	3,06E-06	-	1,24E-05	1,45E-03	1,11E-03	5,21E-07	-	-4,64E-03		0,00	0,00	- 0,01
(a) Toluene (C6H5CH3)	g	-9,54E-04	0,01	0,00	-	6,40E-05	0,00	0,00	0,00	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,02
(a) Uranium (U)	g	-1,14E-05	0,00	0,00	-	6,90E-08	8,11E-06	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(a) Vanadium (V)	g	-1,11E-02	0,03	0,03	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,04		0,00	0,00	- 0,09
(a) Vinyl Chloride (CH2CHCl)	g	6,58E-03	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
(a) VOC (Volatile Organic Compounds)	g	24,69	11,77	6,45	-		-	7,98	-	-	0,00		0,00	-	-
(a) Xylene (C6H4(CH3)2)	g	4,53E-04	0,00	0,00	-	8,90E-06	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
(a) Zinc (Zn)	g	2,96E-02	1,05E-02	9,70E-03	-	3,86E-06	5,51E-04	2,38E-04	1,18E-02	-	7,27E-03		0,01	0,01	0,01
(a) Zirconium (Zr)	g	-8,82E-06	1,10E-05	1,30E-08	-	5,28E-08	6,23E-06	4,71E-06	2,20E-09	-	-1,98E-05		0,00	0,00	- 0,00
(w) Acids (H+)	g	1,28E-01	0,08	0,07	-	0,00	0,01	1,58E-04	1,62E-06	-	0,05		0,07	0,03	0,03
(w) Alcohol (unspecified)	g	1,69E-04	0,00	1,58E-07	-	1,34E-07	4,08E-05	1,91E-04	8,85E-08	-	-6,35E-05		0,00	0,00	- 0,00
(w) Aldehyde (unspecified)	g	-1,50E-06	7,77E-07	5,84E-08	-	5,53E-08	3,35E-07	3,27E-07	1,56E-08	-	-2,30E-06		0,00	0,00	- 0,00
(w) Alkane (unspecified)	g	1,50E-03	0,00	0,00	-	1,08E-05	1,77E-04	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
(w) Alkene (unspecified)	g	1,39E-04	0,00	3,65E-04	-	9,96E-07	1,63E-05	2,80E-05	1,11E-04	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Aluminium (Al3+)	g	6,96E+00	6,97	0,01	-	0,00	6,93	0,03	5,31E-05	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,04
(w) Aluminium Hydroxide (Al(OH)3)	g	2,95E-06	4,06E-06	2,75E-09	-	2,35E-09	7,13E-07	3,34E-06	1,55E-09	-	-1,11E-06		0,00	0,00	- 0,00
(w) Ammonia (NH4+, NH3, as N)	g	4,19E-01	6,67E-02	0,04	-	0,00	0,01	0,01	0,01	-	0,34		0,72	0,01	- 0,05

System: Cabas PEBD souple (inventaire pour n=1 utilisation)

Flow	Units	TOTAL	Production	PE	Colle	Encre	Pigment	Cabas PE: Fabrication	Transport	Utilisation	Fin de vie	100%D			
												100% I sans VE	Fin de vie	Fin de vie	Fin de vie
(w) AOX (Adsorbable Organic Halogens)	g	6,61E-03	0,01	0,01	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) AOX (Adsordable Organic Halogens)	g	2,50E-08	2,50E-08		-	2,50E-08				-			-	-	-
(w) Aromatic Hydrocarbons (unspecified)	g	5,88E-03	0,02	0,02	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,02		0,00	0,00	- 0,04
(w) Arsenic (As3+, As5+)	g	6,65E-03	0,01	0,01	-	1,85E-07	1,10E-05	4,71E-05	3,89E-06	-	-7,53E-06		0,00	0,00	- 0,00
(w) Barium (Ba++)	g	3,03E-02	0,09	0,08	-	0,00	0,00	0,01	0,02	-	- 0,08		0,02	0,02	- 0,21
(w) Barytes	g	-4,97E-02	0,03	0,00	-	0,00	0,01	0,01	0,00	-	- 0,08		0,00	0,00	- 0,18
(w) Benzene (C6H6)	g	1,50E-03	0,00	0,00	-	1,08E-05	1,77E-04	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
(w) BOD5 (Biochemical Oxygen Demand)	g	9,44E-01	0,44	0,38	-	0,05	0,01	0,00	0,00	-	0,50		0,30	0,71	0,71
(w) Boric Acid (H3BO3)	g	3,44E-03	0,00	3,20E-06	-	2,74E-06	0,00	0,00	1,80E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Boron (B III)	g	1,87E-04	0,00	4,93E-04	-	1,34E-06	2,20E-05	0,00	1,50E-04	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Cadmium (Cd++)	g	6,79E-03	6,78E-03	6,59E-03	-	4,29E-08	1,79E-04	9,11E-06	6,47E-06	-	-2,19E-06		0,00	0,00	- 0,00
(w) Calcium (Ca++)	g	5,56E+00	6,30	0,98	-	2,23	3,00	0,08	0,30	-	- 1,03		0,26	0,24	- 2,74
(w) Carbonates (CO3--, HCO3-, CO2, as C)	g	1,24E-01	0,12	0,11	-	0,01	0,00	0,00	1,59E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Cerium (Ce++)	g	1,14E-05	3,36E-05	3,03E-05	-	5,95E-08	9,79E-07	2,26E-06	9,22E-06	-	-3,15E-05		0,00	0,00	- 0,00
(w) Cesium (Cs++)	g	4,87E-07	3,24E-07	6,62E-11	-	1,25E-08	3,11E-07			-	1,63E-07		0,00	0,00	0,00
(w) Chlorides (Cl-)	g	3,18E+02	43,39	17,40	-	18,34	4,04	3,60	4,77	-	269,41		10,50	594,31	531,34
(w) Chlorinated Matter (unspecified, as Cl)	g	-7,91E-03	0,00	3,07E-04	-	0,00	0,00	0,00	8,22E-05	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,03
(w) Chlorine (Cl2)	g	6,85E-03	0,01	0,01	-	2,61E-04		-	-	-	1,10E-05		-	0,00	0,00
(w) Chloroform (CHCl3)	g	1,44E-13	1,44E-13		-	1,44E-13				-			-	-	-
(w) Chloroform (CHCl3, HC-20)	g	-8,48E-09	4,39E-09	0,00	-	3,12E-10	0,00	0,00	0,00	-	-1,30E-08		0,00	0,00	- 0,00
(w) Chromate (CrO4--)	g	2,76E-06	-	-	-			-	-	-	0,00		-	0,00	0,00
(w) Chromites (CrO3-)	g	6,58E-03	6,58E-03	6,58E-03	-					-			-	-	-
(w) Chromium (Cr III)	g	-3,68E-05	0,00	1,43E-06	-	1,36E-06	0,00	8,04E-06	3,83E-07	-	-5,62E-05		0,00	0,00	- 0,00
(w) Chromium (Cr III, Cr VI)	g	1,85E-03	1,77E-03	7,34E-05	-	5,32E-04	1,07E-03	9,99E-05	2,23E-05	-	5,63E-05		0,00	0,00	- 0,00
(w) Chromium (Cr VI)	g	7,16E-05	7,16E-05	2,69E-11	-	7,16E-05	1,55E-10	1,51E-10	7,20E-12	-	3,02E-08		0,00	0,00	0,00
(w) Cobalt (Co I, Co II, Co III)	g	-2,28E-06	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) COD (Chemical Oxygen Demand)	g	1,79E+01	9,76	2,65	-	1,41E-01	6,96	3,50E-03	1,39E-02	-	8,12E+00		1,70	14,84	14,79
(w) Copper (Cu+, Cu++)	g	1,78E-02	0,02	0,01	-	1,03E-05	4,59E-03	0,00	1,32E-05	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Cyanide (CN-)	g	6,17E-03	0,01	0,01	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Cyanides (CN-)	g	2,52E-08	0,00		-	0,00	-	-		-	-		-	-	-
(w) Dissolved Matter (unspecified)	g	5,40E-01	9,71E-01	3,44E-01	-	8,18E-02	3,22E-01	2,23E-01	4,23E-04	-	-4,32E-01		0,01	0,19	- 1,04
(w) Dissolved Organic Carbon (DOC)	g	-2,80E-03	1,45E-03	0,00	-	1,03E-04	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
(w) Edetic Acid (EDTA, C10H16N2O8)	g	5,84E-06	0,00	5,43E-09	-	4,64E-09	1,41E-06	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Ethyl Benzene (C6H5C2H5)	g	2,87E-04	0,00	0,00	-	1,46E-06	0,00	0,00	2,22E-04	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Ethylbenzene (C6H5C2H5)	g	2,93E-07	2,93E-07		-	2,93E-07				-			-	-	-
(w) Fluorides (F-)	g	6,09E-03	8,62E-03	6,90E-03	-	2,13E-05	6,88E-04	1,01E-03	9,73E-05	-	-2,63E-03		0,00	0,00	- 0,01
(w) Formaldehyde (CH2O)	g	-1,08E-10	5,56E-11	4,18E-12	-	3,96E-12	2,40E-11	2,34E-11	1,12E-12	-	-1,64E-10		0,00	0,00	- 0,00
(w) Hexachloroethane (C2Cl6)	g	-1,50E-14	0,00	0,00	-	0,00	0,00	3,26E-15	1,55E-16	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Hydrazine (N2H4)	g	2,68E-06	3,69E-06	2,50E-09	-	2,13E-09	6,48E-07	3,04E-06	1,41E-09	-	-1,01E-06		0,00	0,00	- 0,00
(w) Hydrocarbons (unspecified)	g	1,10E-01	1,10E-01	1,05E-01	-	4,18E-03	3,86E-06	1,69E-05	3,22E-08	-	3,74E-04		0,00	0,00	0,00
(w) Hypochlorite (ClO-)	g	-2,55E-06	0,00	9,91E-08	-	0,00	0,00	5,56E-07	2,65E-08	-	-3,90E-06		0,00	0,00	- 0,00
(w) Hypochlorous Acid (HClO)	g	-2,55E-06	0,00	0,00	-	9,39E-08	5,70E-07	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Inorganic Dissolved Matter (unspecified)	g	1,09E-02	0,01	0,00	-	0,01	0,00	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	0,00
(w) Iode (I-)	g	1,18E-03	0,00	0,00	-	6,00E-06	0,00	0,00	9,23E-04	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
(w) Iodine (I-)	g	1,22E-06	1,22E-06		-	1,22E-06				-			-	-	-
(w) Iron (Fe++, Fe3+)	g	3,11E+01	31,15	0,01	-	0,00	31,08	0,05	0,00	-	- 0,01		0,02	0,00	- 0,06
(w) Lead (Pb++, Pb4+)	g	1,66E-02	0,02	0,01	-	2,26E-06	0,01	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Lithium Salts (Lithine)	g	3,00E-07	0,00	0,00	-	2,38E-10	7,24E-08	3,39E-07	1,57E-10	-	-1,13E-07		0,00	0,00	- 0,00
(w) Magnesium (Mg++)	g	1,30E+01	13,02	0,03	-	0,00	12,97	1,43E-02	7,69E-03	-	- 0,03		0,01	0,01	- 0,08
(w) Manganese (Mn II, Mn IV, Mn VII)	g	1,84E+00	1,84	8,05E-03	-	1,03E-05	1,83	0,01	4,49E-04	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
(w) Mercury (Hg+, Hg++)	g	6,60E-03	6,60E-03	6,58E-03	-	9,84E-06	6,47E-06	1,18E-07	3,84E-08	-	3,68E-06		0,00	0,00	0,00
(w) Metals (unspecified)	g	1,55E-01	1,47E-01	1,32E-01	-	1,22E-02	2,76E-03	2,57E-05	5,84E-07	-	8,74E-03		0,00	0,02	0,02
(w) Methane (CH4)	g	7,88E-03	1,08E-02	7,23E-06	-	6,26E-06	1,90E-03	8,92E-03	4,13E-06	-	-2,96E-03		0,00	0,00	- 0,01
(w) Methylene Chloride (CH2Cl2)	g	4,12E-10	0,00	-	-	4,12E-10				-			-	-	-
(w) Methylene Chloride (CH2Cl2, HC-130)	g	5,08E-05	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Molybdenum (Mo II, Mo III, Mo IV, Mo V, Mo VI)	g	1,94E-04	2,74E-04	0,00	-	1,80E-07	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Morpholine (C4H9NO)	g	2,84E-05	3,91E-05	2,64E-08	-	2,26E-08	6,86E-06	3,22E-05	1,49E-08	-	-1,07E-05		0,00	0,00	- 0,00
(w) Nickel (Ni++, Ni3+)	g	6,65E-03	0,01	6,66E-03	-	1,05E-05	3,10E-05	7,01E-05	2,24E-05	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Nitrate (NO3-)	g	7,24E-02	0,05	0,05	-	0,00	0,00	0,01	0,01	-	0,01		0,01	0,01	- 0,00
(w) Nitrates (NO3-)	g	1,44E-01	0,14	-	-	0,14	-	-	-	-	-		-	-	-
(w) Nitrite (NO2-)	g	-6,32E-07	3,27E-07	0,00	-	2,33E-08	1,41E-07	0,00	0,00	-	-9,66E-07		0,00	0,00	- 0,00
(w) Nitrites (NO2-)	g	1,07E-11	0,00	-	-	0,00	-			-			-	-	-
(w) Nitrogenous Matter (Kjeldahl, as N)	g	1,20E-03	0,00	0,00	-	0,00	2,89E-04	0,00	0,00	-	-4,49E-04		0,00	0,00	- 0,00
(w) Nitrogenous Matter (unspecified, as N)	g	5,57E-02	7,39E-02	2,93E-02	-	4,26E-02	7,01E-04	1,27E-03	1,97E-03	-	-2,02E-02		0,00	0,00	- 0,05
(w) Oils (unspecified)	g	1,76E-01	0,20	0,18	-	0,01	5,00E-03	0,01	0,01	-	-3,11E-02		0,01	0,01	- 0,09
(w) Organic Dissolved Matter (chlorinated)	g	6,65E-03	0,01	0,01	-	3,26E-05	4,64E-12			-	0,00		0,00	0,00	0,00
(w) Organic Dissolved Matter (unspecified)	g	1,33E-01	1,33E-01	0,13	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Organic Matter (unspecified)	g	1,16E-02	1,16E-02	6,58E-03	-	5,03E-03				-	2,76E-06		-	0,00	0,00
(w) Oxalic Acid ((COOH)2)	g	1,17E-05	1,61E-05	1,09E-08	-	9,29E-09	2,82E-06	1,32E-05	6,12E-09	-	-4,39E-06		0,00	0,00	- 0,00
(w) Phenol (C6H5OH)	g	3,17E-02	3,07E-02	3,00E-02	-	1,81E-04	1,65E-04	2,87E-04	1,07E-03	-	-4,91E-05		0,00	0,01	- 0,00
(w) Phosphates (PO4 3-, HPO4--, H2PO4-, H3PO4, as P	g	2,82E-02	9,22E-03	5,75E-03	-	3,41E-03	0,00	4,60E-05	2,31E-07	-	0,02		0,01	0,03	0,03
(w) Phosphorus (P)	g	4,83E-05	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Phosphorus Pentoxide (P2O5)	g	-1,05E-05	0,00	1,55E-08	-	6,30E-08	7,43E-06	5,60E-06	2,62E-09	-	-2,36E-05		0,00	0,00	- 0,00
(w) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH, unspecified	g	6,46E-04	0,00	3,95E-04	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	0,00
(w) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (unspecified)	g	-4,96E-04	0,00	0,00	-	0,00	-	-	-	-	- 0,00		-	-	- 0,00
(w) Potassium (K+)	g	6,39E-02	1,59E-01	1,41E-01	-	1,94E-03	5,97E-03	1,04E-02	4,08E-02	-	-1,36E-01		0,04	0,04	- 0,36
(w) Rubidium (Rb+)	g	1,19E-04	3,40E-04	3,04E-04	-	7,21E-07	1,29E-05	2,27E-05	9,23E-05	-	-3,14E-04		0,00	0,00	- 0,00
(w) Salts (unspecified)	g	1,93E-02	3,52E-02	6,43E-05	-	8,73E-05	9,27E-03	2,58E-02	2,18E-05	-	-1,59E-02		0,01	0,00	- 0,05
(w) Saponifiable Oils and Fats	g	5,79E-02	0,17	0,15	-	0,00	0,01	0,01	0,05	-	- 0,15		0,04	0,04	- 0,41
(w) Selenium (Se II, Se IV, Se VI)	g	1,70E-04	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Silicon Dioxide (SiO2)	g	-8,72E-06	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Silver (Ag+)	g	7,12E-06	2,04E-05	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00

System: Cabas PEBD souple (inventaire pour n=1 utilisation)

	Flow	Units	TOTAL	Production	PE	Colle	Encre	Pigment	Cabas PE: Fabrication	Transport	Utilisation	Fin de vie	100%D 100% I sans VE	Fin de vie	Fin de vie	Fin de vie
	(w) Sodium (Na+)	g	2,39E+01	28,46	16,33	-	10,09	0,77	1,27	2,88	-	- 7,39		2,57	8,21	- 21,29
	(w) Strontium (Sr II)	g	7,67E-02	2,13E-01	0,19	-	4,47E-04	0,01	0,01	0,06	-	- 0,19		0,05	0,04	- 0,51
	(w) Sulphate (SO4--)	g	1,26E+01	13,75	6,16	-	8,66E-03	1,53E+00	6,05E+00	7,97E-02	-	- 1,22		0,87	1,98	- 4,13
	(w) Sulphates (SO4--)	g	1,93E-01	1,93E-01	-	-	1,93E-01	-	-	-	-	-		-	-	-
	(w) Sulphide (S--)	g	6,79E-03	7,15E-03	7,08E-03	-	1,08E-05	2,16E-05	3,91E-05	1,50E-04	-	-5,08E-04		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Sulphides (S--)	g	1,91E-07	1,91E-07		-	1,91E-07				-			-	-	-
	(w) Sulphite (SO3--)	g	6,77E-06	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Sulphites (SO3--)	g	7,09E-13	7,09E-13		-	7,09E-13				-			-	-	-
	(w) Sulphurated Matter (unspecified, as S)	g	-1,48E-08	1,54E-08	5,74E-09	-	8,41E-11	7,88E-09	1,71E-09	1,74E-09	-	-3,20E-08		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Suspended Matter (unspecified)	g	9,83E+00	9,86E+00	1,46E+00	-	8,87E-01	7,27E+00	2,47E-01	2,32E-03	-	- 0,03		0,11	0,55	- 0,27
	(w) Tars (unspecified)	g	8,49E-09	0,00	2,49E-09	-	3,70E-12	1,14E-09	0,00	7,75E-10	-	-1,14E-09		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Tetrachloroethylene (C2Cl4)	g	8,17E-07	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Tin (Sn++, Sn4+)	g	1,23E-03	0,00	0,00	-	5,13E-10	1,56E-07	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Titanium (Ti3+, Ti4+)	g	1,01E-05	1,87E-04	3,65E-06	-	3,45E-06	4,50E-05	0,00	1,00E-06	-	-1,78E-04		0,00	0,00	- 0,00
	(w) TOC (Total Organic Carbon)	g	2,37E-01	4,30E-01	3,87E-01	-	1,96E-03	1,77E-02	2,36E-02	6,79E-02	-	-2,62E-01		0,06	0,06	- 0,69
	(w) Toluene (C6H5CH3)	g	1,29E-03	3,69E-03	3,28E-03	-	9,09E-06	1,47E-04	2,52E-04	9,98E-04	-	-3,40E-03		0,00	0,00	- 0,01
	(w) Tributyl Phosphate ((C4H9)3PO4, TBP)	g	1,11E-04	0,00	1,01E-07	-	0,00	0,00	0,00	5,80E-08	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Trichlorethane (1,1,1-CH3CCl3)	g	1,40E-15	0,00		-	1,40E-15				-			-	-	-
	(w) Trichloroethane (1,1,1-CH3CCl3)	g	-8,25E-11	0,00	0,00	-	3,04E-12	1,84E-11	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Trichloroethylene (CCl2CHCl)	g	1,00E-06	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Trichloroethylene (CHClCl2)	g	3,84E-14	0,00	-	-	0,00	-	-	-	-	-		-	-	-
	(w) Triethylene Glycol (C6H14O4)	g	-2,80E-03	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
	(w) Vanadium (V3+, V5+)	g	6,50E-04	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Vinyl Chloride (CH2CHCl)	g	6,58E-03	0,01	0,01	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
	(w) VOC (Volatile Organic Compounds)	g	4,14E-03	0,01	0,01	-	2,52E-05	0,00	0,00	3,23E-03	-	-1,10E-02		0,00	0,00	- 0,03
	(w) Water (unspecified)	litre	-2,33E-01	5,18E-01	5,43E-04	-	2,00E-03	3,17E-01	0,20	9,75E-05	-	-7,52E-01		0,01	0,03	- 1,75
	(w) Water: Chemically Polluted	litre	1,31E+02	1,06E+02	1,16E+00	-	2,97E-03	1,04E+02	9,78E-02	1,58E-02	-	2,57E+01		5,11	50,45	46,70
	(w) Water: Thermally Polluted (only)	litre	3,98E+01	-		-	-	-	-		-	39,81		-	81,25	81,25
	(w) Xylene (C6H4(CH3)2)	g	1,11E-02	0,03	2,85E-02	-	6,89E-05	0,00	0,00	8,68E-03	-	- 0,03		0,01	0,01	- 0,08
	(w) Zinc (Zn++)	g	3,36E-01	0,34	6,71E-03	-	3,56E-05	0,33	0,00	3,91E-05	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	_Goods packed	**liters**	**11 250**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**11 250**	**-**		**-**	**-**	**-**
	Recovered Matter (total)	kg	1,75E+00	1,54	0,03	-	0,00	1,25	0,26	0,00	-	2,15E-01		0,00	0,44	0,44
	Recovered Matter (unspecified)	kg	1,50E+00	1,28	0,03	-	6,57E-06	1,25E+00	0,00	1,60E-06	-	0,22		0,00	0,44	0,44
	Recovered Matter: Bottom Ash	kg	5,68E-01			-					-	5,68E-01		-	1,16	1,16
	Recovered Matter: Iron Scrap	kg	6,93E-05	0,00	0,00	-	5,51E-08	0,00	7,85E-05	3,63E-08	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	Recovered Matter: LDPE	kg	2,58E-01	0,26	-	-	-	-	0,26	-	-	-		-	-	-
	Recovered Matter: Steel Scrap	kg	2,86E-05	-	-	-		-	-		-	0,00		0,00	-	-
	Waste (hazardous)	kg	1,64E-01	0,03	0,03	-	1,08E-03	6,19E-05	9,66E-05	0,00	-	1,31E-01		0,00	0,27	0,27
	Waste (incineration)	kg	3,95E-04	4,94E-04	1,67E-04	-	3,16E-04	1,13E-05		5,08E-05	-	-1,50E-04		0,00	0,00	- 0,00
	Waste (municipal and industrial)	kg	6,15E-02	6,09E-02	-9,60E-02	-	6,01E-04	1,56E-01	0,00	4,68E-08	-	5,84E-04		0,00	0,00	0,00
	Waste (total)	kg	8,74E+00	0,66	1,70E-01	-	1,54E-02	3,52E-01	1,23E-01	4,48E-04	-	8,07		16,39	0,31	- 0,71
	Waste (unspecified)	kg	-2,76E-02	0,09	0,01	-	0,00	0,07	0,00	0,00	-	- 0,12		0,00	0,03	- 0,28
	Waste (unspecified, to incineration)	kg	1,57E-02	0,02	1,57E-02	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	Waste: Highly Radioactive (class C)	kg	7,46E-06	1,03E-05	7,08E-09	-	5,94E-09	1,81E-06	8,46E-06	3,92E-09	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	Waste: Intermediate Radioactive (class B)	kg	5,70E-05	0,00	0,00	-	4,54E-08	1,38E-05	6,46E-05	2,99E-08	-	-2,16E-05		0,00	0,00	- 0,00
	Waste: Low Radioactive (class A)	kg	6,83E-04	1,05E-03	1,86E-04	-	9,27E-07	0,00	7,07E-04	5,66E-05	-	-4,23E-04		0,00	0,00	- 0,00
	Waste: Mineral (inert)	kg	1,49E+00	2,04E-01	2,05E-02	-	1,14E-02	1,00E-01	7,16E-02	1,91E-04	-	1,29E+00		3,01	0,01	- 0,58
	Waste: Mining	kg	6,41E-01	0,88	0,00	-	0,00	0,16	0,72	3,33E-04	-	- 0,24		0,01	0,00	- 0,57
	Waste: Non Mineral (inert)	kg	6,82E+00	0,00	2,22E-05	-	7,31E-08	0,00	0,00	6,70E-06	-	6,82		13,38	0,00	0,00
	Waste: Non Toxic Chemicals (unspecified)	kg	2,66E-02	0,03	0,03	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	0,00
	Waste: Radioactive	kg	8,05E-06	0,00	0,00	-	0,00	-	-	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	Waste: Radioactive (unspecified)	kg	3,49E-06	0,00	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	- 0,00
	Waste: Slags and Ash (unspecified)	kg	1,43E-01	0,18	0,16	-	0,00	0,01	0,01	0,00	-	- 0,04		0,00	0,00	- 0,08
	Waste: Treatment	kg	3,59E-02	0,05	0,00	-	0,00	0,01	0,04	0,00	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,03
Reminders:	E Feedstock Energy	MJ	473	633	628	-	3	2	0	0	-	- 160		0	- 314	- 328
	E Fuel Energy	MJ	551	441	341	-	2	31	66	4	-	107		5	319	198
	E Non Renewable Energy	MJ	1 007	1 055	956	-	5	32	63	4	-	- 52		5	5	- 128
	E Renewable Energy	MJ	18	19	14	-	0	1	4	0	-	- 1		0	0	- 3
	E Total Primary Energy	MJ	1 024	1 074	970	-	5	33	66	4	-	- 53		5	5	- 131
	Electricity	MJ elec	90	91	63	-	0	5	23	0	-	- 1		0	1	- 2

System: Sac Papier

	Flow	Units	TOTAL	Production	Papier	Colle	Encre	Pigment	Sac papier: Fabrication	Transport	Utilisation	Fin de vie	100%D			
													100% I sans VE	Fin de vie	Fin de vie	Fin de vie
Inputs:	(r) Barium Sulphate (BaSO4, in ground)	kg	8,54E-03	7,86E-03	7,34E-03	4,78E-04	3,97E-05		0,00	5,72E-06	-	- 0,00	100% I avec VE	0,00	0,00	- 0,00
	(r) Bauxite (Al2O3, ore)	kg	5,71E-04	3,12E-04	0,00	2,34E-04	4,48E-05	-	3,39E-05	4,71E-06	-	2,20E-04		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Bentonite (Al2O3.4SiO2.H2O, in ground)	kg	9,42E-04	7,50E-04	6,94E-04	5,15E-05	5,24E-06		7,81E-05	5,41E-07	-	1,13E-04		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Calcium Sulphate (CaSO4, ore)	kg	1,11E-03	1,69E-05	5,25E-06	1,02E-05	1,48E-06		1,01E-05	8,60E-07	-	0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Carbon Dioxide (CO2, in ground)	kg	2,86E-02	2,86E-02	1,57E-02	1,28E-02					-			-	-	-
	(r) Chromium (Cr, ore)	kg	1,64E-06	1,51E-06	1,41E-06	9,19E-08	7,64E-09	-	0,00	1,10E-09	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Clay (in ground)	kg	8,77E-01	1,31E-03	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	0,88		3,10	0,02	- 0,02
	(r) Coal (in ground)	kg	4,54E-01	4,65E-01	1,14E-01	3,06E-01	4,47E-02		2,66E-01	3,05E-04	-	-2,77E-01		0,01	0,04	- 1,19
	(r) Copper (Cu, ore)	kg	8,35E-06	7,69E-06	7,18E-06	4,67E-07	3,89E-08		0,00	0,00	-	-1,48E-07		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Dolomite (CaCO3.MgCO3, in ground)	kg	3,52E-07	3,49E-07	2,71E-09	2,80E-07	6,70E-08	-	-		-	0,00		-	0,00	- 0,00
	(r) Gravel (unspecified)	kg	2,58E-03	2,20E-03	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
	(r) Iron (Fe, ore)	kg	2,57E-02	2,34E-02	2,13E-02	1,94E-03	1,96E-04		2,43E-03	1,69E-05	-	-2,15E-04		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Iron Sulphate (FeSO4, ore)	kg	1,36E-05	1,41E-05	3,01E-06	9,69E-06	1,41E-06		8,55E-06	9,28E-09	-	-9,09E-06		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Lead (Pb, ore)	kg	2,61E-06	2,40E-06	0,00	1,46E-07	0,00	-	0,00	1,75E-09	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Lignite (in ground)	kg	2,85E-01	2,78E-01	2,59E-01	1,90E-02	2,02E-04		7,51E-03	1,58E-05	-	-7,23E-04		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Limestone (CaCO3, in ground)	kg	1,11E-02	9,82E-03	0,01	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,17	- 0,03
	(r) Manganese (Mn, ore)	kg	9,56E-07	8,80E-07	8,22E-07	5,35E-08	4,45E-09		9,25E-08	6,41E-10	-	-1,70E-08		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Natural Gas (in ground)	kg	5,02E+00	4,60E+00	4,08	0,46	0,06	-	0,51	0,00	-	- 0,10		0,01	0,02	- 0,43
	(r) Nickel (Ni, ore)	kg	5,56E-07	5,12E-07	4,78E-07	3,11E-08	2,59E-09		0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Oil (in ground)	kg	1,83E+00	1,21E+00	0,50	0,59	0,12	-	0,48	0,16	-	- 0,02		0,15	0,13	- 0,50
	(r) Olivine ((Mg,Fe)2SiO4, ore)	kg	2,39E-07	2,39E-07	2,25E-09	1,86E-07	5,02E-08		-	-	-			-	-	-
	(r) Phosphate Rock (in ground)	kg	1,64E-02	1,37E-04	1,37E-04				-		-	0,02		0,06	-	-
	(r) Potassium Chloride (KCl, as K2O, in ground)	kg	1,56E-04	9,06E-05	0,00	1,78E-07		-			-	0,00		-	0,00	0,00
	(r) Pyrite (FeS2, ore)	kg	1,37E-02	1,26E-02	1,18E-02	7,66E-04	6,37E-05		1,32E-03	9,17E-06	-	-2,43E-04		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Sand (in ground)	kg	5,59E-01	2,24E-05	- 0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	0,56		1,99	0,00	0,00
	(r) Silver (Ag, ore)	kg	4,14E-08	3,81E-08	0,00	2,32E-09	0,00	-	0,00	2,78E-11	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Sodium Chloride (NaCl, in ground or in sea)	kg	1,88E-02	8,44E-03	0,01	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	0,01		0,00	0,04	0,04
	(r) Sulphur (S, in ground)	kg	1,38E-03	1,38E-03	1,77E-05	1,79E-05	1,34E-03				-	2,46E-06		0,00	0,00	0,00
	(r) Uranium (U, ore)	kg	-2,61E-05	-1,40E-05	-2,08E-05	6,67E-06	1,60E-07		5,74E-08	3,37E-10	-	-1,22E-05		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Zinc (Zn, ore)	kg	6,07E-08	5,59E-08	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	Explosive (unspecified)	kg	2,46E-04	1,56E-04	2,85E-05	1,13E-04	1,40E-05		9,85E-05	1,07E-07	-	-8,46E-06		0,00	0,00	- 0,00
	Gravel (unspecified)	kg	4,72E-04		-	-	-		-	-	-	0,00		0,00	-	-
	Iron Scrap	kg	1,66E-03	7,31E-04	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	- 0,00
	Lubricant (unspecified)	kg	1,98E-03	1,98E-03	1,98E-03		-	-	-		-	-		-	-	-
	Raw Materials (unspecified)	kg	1,67E-01	7,94E-02	6,75E-02	1,16E-02	3,36E-04		0,00	1,20E-04	-	0,09		0,00	0,37	0,32
	Scrap: Iron	kg	3,60E-08	3,60E-08	3,60E-08			-	-		-	-		-	-	-
	Steel	kg	1,06E-05	1,06E-05	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	0,00		0,00	0,00	0,00
	Wastepaper	kg	2,40E+01	2,40E+01	2,40E+01			-			-			-	-	-
	Water Used (total)	litre	1,73E+02	1,36E+02	130,32	4,05	1,22	-	9,92	0,66	-	26,49		1,66	105,86	94,36
	Water: Public Network	litre	1,58E+01	1,58E+01	1,55E+01	2,46E-01	2,34E-02	-	-		-	0,01		0,00	0,02	0,02
	Water: River	litre	7,30E+01	5,49E+01	5,49E+01	3,45E-04	7,20E-05				-	1,80E+01		-	66,88	66,88
	Water: Sea	litre	2,80E-02	2,80E-02	0,00	2,33E-02	4,69E-03	-	-	-	-	0,00		-	0,00	0,00
	Water: Unspecified Origin	litre	2,67E+01	7,71E+00	2,74	3,78E+00	1,19	-	9,92	6,60E-01	-	8,46		1,66	38,96	27,46
	Water: Well	litre	5,71E+01	5,71E+01	5,71E+01	1,49E-06	2,34E-07				-	1,37E-07		-	0,00	0,00
	Wood	kg	2,52E-03	2,56E-03	7,46E-04	1,59E-03	2,30E-04		1,42E-03	1,71E-06	-	-1,46E-03		0,00	0,00	- 0,01
Outputs:	(a) Acetaldehyde (CH3CHO)	g	1,08E-01	1,86E-04	- 0,00	3,47E-04	0,00	-	0,00	2,50E-06	-	0,11		0,38	0,00	- 0,00
	(a) Acetic Acid (CH3COOH)	g	9,91E-03	1,88E-03	-1,24E-03	2,65E-03	4,64E-04		0,01	3,05E-05	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,02
	(a) Acetone (CH3COCH3)	g	1,58E-03	2,01E-04	-2,18E-04	3,40E-04	7,94E-05	-	0,00	2,38E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Acetylene (C2H2)	g	-1,15E-02	-1,16E-02	-1,55E-02	3,51E-03	3,96E-04		2,65E-03	2,88E-06	-	-2,56E-03		0,00	0,00	- 0,01
	(a) Alcohol (unspecified)	g	7,21E-01		-			-	-	-	-	0,72		2,57	-	-
	(a) Aldehyde (unspecified)	g	4,61E-04	5,03E-04	-3,14E-05	4,5E-04	8,61E-05		1,24E-05	1,78E-06	-	-5,60E-05		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Alkane (unspecified)	g	1,19E+00	6,73E-01	5,06E-01	1,47E-01	2,01E-02		7,78E-02	3,43E-03	-	4,39E-01		1,65	0,00	- 0,10
	(a) Alkene (unspecified)	g	-6,49E-03	-6,97E-03	-1,44E-02	6,55E-03	8,59E-04	-	0,00	4,23E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
	(a) Alkyne (unspecified)	g	1,39E-05	1,28E-05	1,20E-05	7,80E-07	6,48E-08	-	0,00	9,34E-09	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Aluminium (Al)	g	-1,75E-02	-1,52E-02	- 0,08	5,34E-02	0,01	-	0,05	0,00	-	- 0,05		0,00	0,01	- 0,21
	(a) Ammonia (NH3)	g	3,79E-01	3,79E-01	1,83E-01	1,96E-01	1,93E-04		0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Antimony (Sb)	g	-1,66E-04	-1,69E-04	-1,92E-04	2,14E-05	1,51E-06		1,27E-05	1,38E-08	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(a) AOX (Adsorbable Organic Halogens)	g	2,21E-14	2,44E-14	0,00	9,57E-15	1,44E-15	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(a) AOX (Adsordable Organic Halogens)	g	3,84E-14	3,84E-14	-	0,00	0,00	-	-	-	-	-		-	-	-
	(a) Aromatic Hydrocarbons (unspecified)	g	7,55E-01	0	- 0	0	0	-	0	0	-	1		2,67	0,00	- 0,00
	(a) Arsenic (As)	g	1,23E-04	-4,32E-06	-1,64E-04	1,38E-04	2,18E-05		2,89E-04	2,68E-06	-	-1,65E-04		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Barium (Ba)	g	-5,90E-04	-5,72E-04	- 0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Benzaldehyde (C6H5CHO)	g	2,51E-09	2,31E-09	2,16E-09	1,41E-10	1,17E-11		2,43E-10	1,69E-12	-	-4,47E-11		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Benzene (C6H6)	g	1,50E-02	6,30E-04	-1,17E-02	0,01	1,40E-03		0,02	1,37E-03	-	-2,19E-03		0,01	0,00	- 0,02
	(a) Benzo(a)pyrene (C20H12)	g	-3,01E-05	-3,29E-05	- 0,00	1,18E-05	1,26E-06		0,00	0,00	-	-7,56E-06		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Berylium (Be)	g	9,04E-06	9,04E-06	-	7,90E-06	1,14E-06				-			-	-	-
	(a) Beryllium (Be)	g	-2,72E-05	-2,70E-05	-3,09E-05	3,56E-06	3,46E-07		0,00	1,02E-08	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Boron (B)	g	-1,74E-02	-1,75E-02	-2,43E-02	6,15E-03	7,22E-04		0,00	5,34E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,02
	(a) Bromium (Br)	g	-1,71E-04	-1,25E-04	-1,27E-03	1,00E-03	1,43E-04		0,00	9,64E-07	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Butane (n-C4H10)	g	2,03E-01	7,25E-02	5,06E-02	1,91E-02	2,80E-03		5,08E-02	1,19E-02	-	6,78E-02		0,31	0,01	- 0,10
	(a) Butene (1-CH3CH2CHCH2)	g	2,23E-03	1,12E-03	9,25E-04	1,67E-04	2,91E-05		8,58E-04	2,88E-04	-	-3,94E-05		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Cadmium (Cd)	g	2,26E-03	9,36E-05	- 0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,01	0,01
	(a) Calcium (Ca)	g	-9,20E-02	-9,45E-02	-1,09E-01	1,30E-02	9,88E-04		0,01	3,13E-05	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,03
	(a) Carbon Dioxide (CO2, biomass)	g	1,25E+04	220	220	-	-	-	-	-	-	12 320		18 594	26 363	26 363
	(a) Carbon Dioxide (CO2, fossil)	g	1,67E+04	13 556	11 566	1 696	295	-	3 330	525	-	- 708		515	626	- 4 409
	(a) Carbon Disulphide (CS2)	g	4,91E-05	4,78E-05	1,18E-06	4,66E-05					-	1,25E-06		-	0,00	0,00
	(a) Carbon Monoxide (CO)	g	9,34E+00	4,68E+00	2,64	1,85E+00	1,91E-01		2,65E+00	1,35E+00	-	6,62E-01		1,57	2,32	- 1,26
	(a) Carbon Tetrafluoride (CF4)	g	2,02E-06	1,86E-06	1,74E-06	1,13E-07	9,40E-09	-	0,00	1,35E-09	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Chlorides (Cl-)	g	-8,74E-08	-4,87E-08	- 0,00	1,83E-08		-	-	-	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Chlorinated Matter (unspecified, as Cl)	g	4,17E-05	4,05E-05	0,00	4,84E-06	8,37E-06				-	1,25E-06		0,00	0,00	0,00
	(a) Chlorine (Cl2)	g	7,10E-05	6,98E-05	9,98E-06	5,15E-05	8,37E-06				-	1,22E-06		0,00	0,00	0,00

System: Sac Papier

Flow	Units	TOTAL	Production	Papier	Colle	Encre	Pigment	Sac papier: Fabrication	Transport	Utilisation	Fin de vie	100%D 100% I sans VE	Fin de vie	Fin de vie	Fin de vie
(a) Chromium (Cr III, Cr VI)	g	9,58E-05	-6,65E-05	-0,00	1,75E-04	2,67E-05		0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Cobalt (Co)	g	2,64E-04	-6,97E-05	-0,00	1,12E-04	0,00	-	0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Copper (Cu)	g	5,30E-04	3,51E-05	-0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Cyanide (CN-)	g	2,57E-05	2,59E-05	9,94E-06	0,00	0,00	-	0,00	1,74E-08	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Ethane (C2H6)	g	8,39E-01	7,15E-01	0,54	0,15	0,02	-	0,18	0,04	-	-0,10		0,32	0,04	-0,84
(a) Ethanol (C2H5OH)	g	3,11E-03	3,56E-04	-0,00	6,77E-04	1,59E-04		0,00	0,00	-	-1,61E-03		0,00	0,00	-0,01
(a) Ethyl Benzene (C6H5C2H5)	g	1,16E-02	1,17E-03	0,00	2,32E-04	0,00	-	0,00	2,88E-04	-	0,01		0,03	0,00	-0,00
(a) Ethylbenzene (C8H10)	g	6,19E-04	6,19E-04	-	5,16E-04	0,00	-	-		-	-		-	-	-
(a) Ethylene (C2H4)	g	2,75E+00	2,30E+00	2,11E+00	1,71E-01	1,52E-02		0,27	2,32E-03	-	0,18		0,87	0,01	-0,29
(a) Fluorides (F-)	g	2,30E-05	1,92E-05	0,00	5,27E-06	8,42E-06	-	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Fluorine (F2)	g	4,86E-05	4,76E-05	8,52E-07	4,67E-05					-	1,06E-06		0,00	0,00	0,00
(a) Formaldehyde (CH2O)	g	7,39E-03	1,59E-03	-0,00	2,68E-03	4,52E-04		0,01	2,16E-05	-	-0,00		0,00	0,00	-0,01
(a) Halogenated Hydrocarbons (unspecified)	g	2,60E-01	4,66E-05		4,66E-05		-	-		-	0,26		0,93	-	-
(a) Halogenated Matter (unspecified)	g	1,95E-05	1,81E-05	9,64E-06	4,43E-08	8,37E-06		0,00	2,06E-10	-	1,23E-06		0,00	0,00	0,00
(a) Halon 1301 (CF3Br)	g	2,71E-04	1,45E-04	0,00	3,75E-05	3,31E-06		0,00	0,00	-	-4,44E-06		0,00	0,00	-0,00
(a) Heptane (C7H16)	g	2,20E-02	1,09E-02	0,01	1,66E-03	2,90E-04		8,55E-03	2,88E-03	-	-0,00		0,00	0,00	-0,01
(a) Hexane (C6H14)	g	4,32E-02	2,11E-02	0,02	2,95E-03	0,00		1,71E-02	5,77E-03	-	-0,00		0,01	0,00	-0,02
(a) Hydrocarbons (except methane)	g	1,58E+01	9,86E+00	7,69	1,94	0,23	-	3,98	1,73	-	0,26		1,72	1,34	-3,51
(a) Hydrocarbons (unspecified)	g	6,16E+00	6,08E+00	6,09E-02	4,96E+00	1,06E+00		0,00	9,93E-05	-	0,08		0,11	0,18	0,17
(a) Hydrogen (H2)	g	5,46E-02	4,07E-03	1,07E-03	2,87E-03	1,29E-04		1,87E-04	2,02E-07	-	5,04E-02		0,17	0,01	0,01
(a) Hydrogen Chloride (HCl)	g	7,82E-01	1,83E-02	-0,27	2,53E-01	3,70E-02		0,24	0,00	-	0,52		0,01	2,85	1,81
(a) Hydrogen Cyanide (HCN)	g	4,91E-05	4,78E-05	0,00	0,00	-	-	-	-	-	0,00		-	0,00	0,00
(a) Hydrogen Fluoride (HF)	g	2,49E-02	1,11E-03	-0,01	9,36E-03	0,00	-	0,01	0,00	-	0,01		0,00	0,09	0,05
(a) Hydrogen Sulphide (H2S)	g	9,13E-02	8,49E-02	0,07	1,18E-02	0,00	-	1,38E-02	6,07E-05	-	-0,01		0,00	0,00	-0,03
(a) Iodine (I)	g	-3,01E-04	-2,91E-04	-0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Iron (Fe)	g	-1,75E-02	-1,88E-02	-0,04	2,29E-02	0,00	-	0,02	0,00	-	-0,02		0,00	0,00	-0,09
(a) Ketone (unspecified)	g	8,65E-02						-		-	8,65E-02		0,31	-	-
(a) Lanthanum (La)	g	-1,38E-05	-1,33E-05	-3,31E-05	1,74E-05	2,38E-06		0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Lead (Pb)	g	1,05E-03	4,11E-04	-3,13E-04	6,24E-04	9,99E-05		1,26E-03	4,48E-05	-	-6,64E-04		0,00	0,00	-0,00
(a) Magnesium (Mg)	g	-1,20E-02	-1,13E-02	-0,03	1,91E-02	2,64E-03		1,63E-02	1,79E-05	-	-1,70E-02		0,00	0,00	-0,07
(a) Manganese (Mn)	g	1,10E-03	1,01E-03	8,06E-04	1,81E-04	2,14E-05	-	0,00	8,94E-07	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Mercaptans	g	3,75E-01	6,69E-05	0,00	5,15E-05	0,00	-	-	-	-	0,37		1,34	0,00	0,00
(a) Mercury (Hg)	g	3,09E-03	8,48E-05	8,78E-06	6,51E-05	1,09E-05		2,10E-05	3,21E-07	-	2,98E-03		0,00	0,01	0,01
(a) Metals (unspecified)	g	3,57E-02	1,76E-03	2,76E-05	1,45E-03	2,78E-04		6,11E-07	2,08E-08	-	3,39E-02		0,00	0,13	0,13
(a) Methane (CH4)	g	1,58E+02	1,89E+01	11,67	6,30E+00	9,06E-01	-	4,93	0,80	-	132,96		496,20	1,05	-27,52
(a) Methanol (CH3OH)	g	5,28E-03	5,92E-04	-8,28E-04	1,15E-03	2,70E-04		7,41E-03	8,01E-06	-	-2,73E-03		0,00	0,00	-0,01
(a) Molybdenum (Mo)	g	1,24E-04	-3,74E-05	-1,16E-04	6,71E-05	1,19E-05		0,00	3,24E-06	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Nickel (Ni)	g	7,94E-03	1,39E-03	-0,00	1,83E-03	3,78E-04	-	0,01	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,02
(a) Nitrogen Oxides (NOx as NO2)	g	7,26E+01	4,31E+01	37,56	4,59E+00	9,82E-01	-	8,01	6,19	-	15,28		5,74	51,53	41,95
(a) Nitrous Oxide (N2O)	g	6,46E-01	4,97E-01	0,34	0,16	0,00	-	0,04	0,07	-	0,04		0,07	0,05	-0,02
(a) Organic Matter (unspecified)	g	1,71E-03	1,83E-03	3,43E-04	1,3E-03	1,50E-04	-	0,00	2,55E-06	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Particulates (unspecified)	g	4,72E+00	2,60E+00	1,65	7,33E-01	0,22	-	1,55	0,36	-	0,21		0,67	13,62	-2,26
(a) Pentane (C5H12)	g	1,40E-01	6,42E-02	0,04	0,02	0,00	-	0,07	0,01	-	-0,01		0,01	0,01	-0,06
(a) Phenol (C6H5OH)	g	-1,19E-03	-1,21E-03	-0,00	8,13E-05	4,26E-07		0,00	0,00	-	-3,65E-06		0,00	0,00	-0,00
(a) Phosphorus (P)	g	-2,38E-04	-2,19E-04	-7,63E-04	4,77E-04	6,66E-05		4,11E-04	4,51E-07	-	-4,30E-04		0,00	0,00	-0,00
(a) Phosphorus Pentoxide (P2O5)	g	4,35E-07	4,52E-07	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	-2,91E-07		0,00	0,00	-0,00
(a) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH, unspecified)	g	3,09E-04	1,35E-04	-9,98E-06	1,35E-04	1,01E-05		2,12E-04	1,42E-06	-	-3,93E-05		0,00	0,00	-0,00
(a) Potassium (K)	g	2,19E-03	2,12E-03	-5,44E-03	6,64E-03	9,23E-04		5,96E-03	8,94E-06	-	-5,90E-03		0,00	0,00	-0,03
(a) Propane (C3H8)	g	2,29E-01	1,59E-01	1,15E-01	3,92E-02	5,42E-03		5,87E-02	1,24E-02	-	-1,37E-03		0,17	0,01	-0,22
(a) Propionaldehyde (CH3CH2CHO)	g	6,92E-09	6,37E-09	5,95E-09	3,87E-10	3,22E-11	-	0,00	4,64E-12	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Propionic Acid (CH3CH2COOH)	g	5,41E-06	4,68E-06	0,00	4,48E-07	4,24E-08	-	0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Propylene (CH2CHCH3)	g	-6,70E-03	-8,99E-03	-1,36E-02	4,08E-03	4,89E-04		4,58E-03	5,80E-04	-	-2,87E-03		0,00	0,00	-0,01
(a) Scandium (Sc)	g	-1,31E-06	-1,06E-06	-0,00	5,69E-06	8,05E-07	-	0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Selenium (Se)	g	1,78E-04	5,47E-05	-0,00	1,38E-04	2,13E-05		0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Silicon (Si)	g	-2,28E-01	-2,28E-01	-0,33	0,09	0,01	-	0,07	0,00	-	-0,07		0,00	0,01	-0,31
(a) Sodium (Na)	g	5,24E-03	-2,23E-03	-0,01	0,01	0,00	-	0,01	0,00	-	-0,01		0,00	0,00	-0,03
(a) Strontium (Sr)	g	-6,29E-04	-5,89E-04	-0,00	1,06E-03	1,47E-04	-	0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Sulphur Oxides (SOx as SO2)	g	2,61E+01	8,17E+00	-9,32E-01	7,51E+00	1,59E+00		2,11E+01	2,48E-01	-	-3,41E+00		0,76	20,89	-18,46
(a) Sulphuric Acid (H2SO4)	g	5,74E-05	5,62E-05	1,18E-06	0,00	8,37E-06				-	1,25E-06		-	0,00	0,00
(a) Tars (unspecified)	g	1,08E-06	4,61E-07	3,20E-07	0,00	7,00E-09		0,00	9,29E-08	-	2,69E-08		0,00	0,00	-0,00
(a) Tetrachloroethylene (C2Cl4)	g	1,18E-02			-	-	-	-		-	0,01		0,04	-	-
(a) Thallium (Tl)	g	4,51E-06	4,51E-06		0,00	5,67E-07		-		-			-	-	-
(a) Thallium (Tl)	g	-4,30E-06	-4,06E-06	-5,37E-06	0,00	1,69E-07		4,47E-06	4,85E-09	-	-4,71E-06		0,00	0,00	-0,00
(a) Thorium (Th)	g	-5,87E-06	-5,45E-06	-1,79E-05	0,00	1,52E-06		9,37E-06	1,02E-08	-	-9,80E-06		0,00	0,00	-0,00
(a) Tin (Sn)	g	-6,57E-06	-6,54E-06	-1,08E-05	0,00	4,77E-07		3,04E-06	3,30E-09	-	-3,08E-06		0,00	0,00	-0,00
(a) Titanium (Ti)	g	-2,69E-04	-1,81E-04	-2,29E-03	0,00	2,64E-04		1,61E-03	1,75E-06	-	-1,70E-03		0,00	0,00	-0,01
(a) Toluene (C6H5CH3)	g	9,00E-02	1,04E-02	2,07E-03	0,01	1,04E-03		0,01	1,79E-03	-	6,74E-02		0,25	0,00	-0,01
(a) Uranium (U)	g	-6,31E-06	-5,91E-06	-0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Vanadium (V)	g	3,13E-02	5,13E-03	-3,41E-03	0,01	1,48E-03		0,04	5,15E-04	-	-1,45E-02		0,00	0,00	-0,06
(a) Vinyl Chloride (CH2CHCl)	g	4,67E-05	4,67E-05	2,71E-08	0,00					-			-	-	-
(a) VOC (Volatile Organic Compounds)	g	2,65E-01	2,64E-01		0,26					-	1,74E-03		0,01	-	-
(a) Xylene (C6H4(CH3)2)	g	3,38E-02	4,79E-03	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	0,02		0,09	0,00	-0,01
(a) Zinc (Zn)	g	1,00E-01	6,48E-02	6,42E-02	4,85E-04	7,05E-05		0,00	2,02E-02	-	0,01		0,01	0,01	0,01
(a) Zirconium (Zr)	g	1,13E-05	1,17E-05	2,79E-06	0,00	1,13E-06		0,00	7,43E-09	-	-7,27E-06		0,00	0,00	-0,00
(w) Acetic Acid (CH3COOH)	g	1,14E-04	1,14E-04		0,00	1,21E-05	-	-		-	-		-	-	-
(w) Acids (H+)	g	6,59E-02	2,65E-02	3,13E-03	1,83E-02	5,04E-03		0,00	2,66E-06	-	0,04		0,12	0,02	0,02
(w) Alcohol (unspecified)	g	-5,13E-05	-2,86E-05	-3,94E-05	1,08E-05					-	-2,27E-05		0,00	0,00	-0,00
(w) Aldehyde (unspecified)	g	4,66E-05	4,29E-05	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(w) Alkane (unspecified)	g	1,79E-02	9,90E-03	0,01	2,40E-03	0,00	-	0,01	2,06E-03	-	-0,00		0,00	0,00	-0,01
(w) Alkene (unspecified)	g	1,65E-03	9,13E-04	6,71E-04	2,22E-04	1,96E-05		5,71E-04	1,90E-04	-	-2,72E-05		0,00	0,00	-0,00
(w) Aluminium (Al3+)	g	4,67E-02	4,48E-02	3,88E-02	0,01	3,63E-04		5,79E-03	6,97E-05	-	-3,99E-03		0,01	0,00	-0,02

System: Sac Papier

Flow	Units	TOTAL	Production	Papier	Colle	Encre	Pigment	Sac papier: Fabrication	Transport	Utilisation	Fin de vie	100%D 100% I sans VE	Fin de vie	Fin de vie	Fin de vie
(w) Aluminium Hydroxide (Al(OH)3)	g	-8,98E-07	-5,01E-07	- 0,00	0,00	-	-	-	-	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Ammonia (NH4+, NH3, as N)	g	6,11E-01	2,30E-01	1,72E-01	5,28E-02	0,01	-	0,02	1,35E-02	-	0,34		1,23	0,01	- 0,03
(w) AOX (Adsorbable Organic Halogens)	g	2,66E-02	2,65E-02	0,03	2,64E-05	1,44E-06		0,00	0,00	-	-5,19E-08		0,00	0,00	- 0,00
(w) AOX (Adsorbable Organic Halogens)	g	7,07E-05	7,07E-05		5,89E-05	1,18E-05				-			-	-	-
(w) Aromatic Hydrocarbons (unspecified)	g	7,52E-02	4,31E-02	0,03	0,01	8,67E-04	-	0,03	0,01	-	-1,25E-03		0,01	0,01	- 0,03
(w) Arsenic (As3+, As5+)	g	2,28E-04	1,75E-04	0,00	7,20E-05	3,15E-06		0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Barium (Ba++)	g	3,29E-01	1,77E-01	1,27E-01	4,56E-02	4,03E-03		1,18E-01	3,96E-02	-	-4,72E-03		0,04	0,03	- 0,12
(w) Barytes	g	1,55E+00	1,42E+00	1,33E+00	8,65E-02	7,19E-03	-	1,50E-01	1,04E-03	-	-2,75E-02		0,00	0,00	- 0,12
(w) Benzene (C6H6)	g	1,79E-02	9,91E-03	7,29E-03	2,41E-03	2,12E-04		6,19E-03	2,06E-03	-	-2,94E-04		0,00	0,00	- 0,01
(w) BOD5 (Biochemical Oxygen Demand)	g	3,86E+00	3,57E+00	2,54E+00	9,25E-01	9,97E-02		1,87E-03	7,18E-04	-	2,85E-01		0,52	0,52	0,52
(w) Boric Acid (H3BO3)	g	-1,05E-03	-5,83E-04	- 0,00	0,00	-	-	-	-	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Boron (B III)	g	2,68E-03	1,68E-03	0,00	6,70E-04	1,05E-04	-	7,72E-04	2,57E-04	-	-3,68E-05		0,00	0,00	- 0,00
(w) Cadmium (Cd++)	g	1,04E-04	6,25E-05	0,00	2,06E-05	2,65E-06		0,00	1,11E-05	-	0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Calcium (Ca++)	g	4,64E+00	2,67E+00	1,95	0,65	0,06	-	1,55	0,51	-	- 0,08		0,45	0,40	- 1,62
(w) Carbonates (CO3--, HCO3-, CO2, as C)	g	8,81E-04	1,24E-03	-6,32E-04	1,50E-03	0,00	-	-		-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Cerium (Ce++)	g	1,21E-04	6,13E-05	4,80E-05	0,00	7,76E-07		4,66E-05	1,58E-05	-	-2,31E-06		0,00	0,00	- 0,00
(w) Cesium (Cs++)	g	6,33E-06	6,12E-06	0,00	0,00	8,06E-07	-	-	-	-	0,00		0,00	0,00	0,00
(w) Chlorides (Cl-)	g	2,18E+02	6,71E+01	5,35E+01	1,23E+01	1,28E+00		26,51	8,17	-	116,38		17,93	440,70	398,04
(w) Chlorinated Matter (unspecified, as Cl)	g	2,46E-01	2,26E-01	0,21	1,37E-02	1,14E-03	-	0,02	1,65E-04	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,02
(w) Chlorine (Cl2)	g	1,55E-04	1,50E-04	9,51E-05	4,66E-05	8,37E-06				-	4,99E-06		-	0,00	0,00
(w) Chloroform (CHCl3)	g	9,10E-09	9,10E-09		8,45E-09	6,54E-10				-			-	-	-
(w) Chloroform (CHCl3, HC-20)	g	2,54E-07	2,33E-07	2,26E-07	0,00	5,72E-10		2,55E-08	1,77E-10	-	-4,68E-09		0,00	0,00	- 0,00
(w) Chromate (CrO4--)	g	2,40E-06	1,15E-06	0,00	-	-	-			-	0,00		-	0,00	0,00
(w) Chromites (CrO3-)	g	4,67E-05	4,67E-05	2,71E-08	4,66E-05					-			-	-	-
(w) Chromium (Cr III)	g	1,14E-03	1,05E-03	9,84E-04	6,41E-05	5,33E-06		1,11E-04	7,67E-07	-	-2,03E-05		0,00	0,00	- 0,00
(w) Chromium (Cr III, Cr VI)	g	5,15E-04	2,27E-04	1,63E-04	5,82E-05	0,00	-	1,13E-04	3,82E-05	-	1,37E-04		0,00	0,00	- 0,00
(w) Chromium (Cr VI)	g	4,21E-08	1,98E-08	0,00	1,20E-09	1,00E-10		0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	0,00
(w) Cobalt (Co I, Co II, Co III)	g	7,07E-05	6,51E-05	0,00	3,96E-06	0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) COD (Chemical Oxygen Demand)	g	2,74E+01	2,36E+01	19,42	3,77E+00	3,86E-01	-	0,04	2,37E-02	-	3,74		2,90	10,88	10,84
(w) Copper (Cu+, Cu++)	g	1,82E-03	1,71E-03	1,60E-03	0,00	1,38E-05		9,05E-05	2,25E-05	-	-9,70E-07		0,00	0,00	- 0,00
(w) Cyanide (CN-)	g	6,22E-04	5,04E-04	0,00	1,67E-04	0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Cyanides (CN-)	g	4,21E-04	4,21E-04	-	3,65E-04	5,57E-05	-	-	-	-	-		-	-	-
(w) Dissolved Matter (unspecified)	g	5,55E+00	5,53E+00	2,47	2,9E+00	1,54E-01		1,71E-01	7,31E-04	-	-1,49E-01		0,02	0,16	- 0,67
(w) Dissolved Organic Carbon (DOC)	g	9,05E-02	8,36E-02	0,07	0,00	0,00	-	8,41E-03	5,82E-05	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
(w) Edetic Acid (EDTA, C10H16N2O8)	g	-1,78E-06	-9,90E-07	-1,36E-06	0,00		-	-		-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Ethyl Benzene (C6H5C2H5)	g	2,95E-03	1,49E-03	1,17E-03	3,03E-04	1,87E-05		1,12E-03	3,80E-04	-	-4,79E-05		0,00	0,00	- 0,00
(w) Ethylbenzene (C6H5C2H5)	g	1,49E-04	1,49E-04		1,29E-04	1,95E-05				-			-	-	-
(w) Fluorides (F-)	g	1,58E-02	1,42E-02	1,24E-02	0,00	1,71E-04		2,30E-03	1,68E-04	-	-8,63E-04		0,00	0,00	- 0,00
(w) Formaldehyde (CH2O)	g	3,34E-09	3,07E-09	0,00	1,87E-10	1,55E-11		3,23E-10	2,24E-12	-	-5,94E-11		0,00	0,00	- 0,00
(w) Hexachloroethane (C2Cl6)	g	4,65E-13	4,28E-13	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Hydrazine (N2H4)	g	-8,16E-07	-4,55E-07	- 0,00	1,71E-07		-	-	-	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Hydrocarbons (unspecified)	g	2,63E-01	2,63E-01	5,87E-06	2,25E-01	3,72E-02		9,89E-07	4,27E-08	-	3,49E-04		0,00	0,00	0,00
(w) Hypochlorite (ClO-)	g	7,92E-05	7,29E-05	6,81E-05	0,00	3,68E-07		7,66E-06	5,31E-08	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Hypochlorous Acid (HClO)	g	7,92E-05	7,29E-05	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Inorganic Dissolved Matter (unspecified)	g	3,28E-03	3,25E-03	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	0,00
(w) Iode (I-)	g	1,28E-02	6,77E-03	0,00	1,80E-03	1,55E-04		0,00	0,00	-	-2,10E-04		0,00	0,00	- 0,00
(w) Iodine (I-)	g	3,90E-06	3,90E-06	-		0,00	-			-			-	-	-
(w) Iron (Fe++, Fe3+)	g	5,00E-01	4,74E-01	0,44	3,71E-02	0,00		0,02	0,00	-	2,34E-03		0,04	0,00	- 0,04
(w) Lead (Pb++, Pb4+)	g	5,96E-04	6,72E-04	4,46E-04	0,00	5,96E-06		8,79E-05	7,04E-06	-	-1,70E-04		0,00	0,00	- 0,00
(w) Lithium Salts (Lithine)	g	-9,11E-08	-5,08E-08	- 0,00	1,91E-08	-		-	-	-	-4,03E-08		0,00	0,00	- 0,00
(w) Magnesium (Mg++)	g	1,71E-01	1,18E-01	0,08	3,71E-02	5,55E-03		4,31E-02	1,32E-02	-	- 0,00		0,01	0,01	- 0,05
(w) Manganese (Mn II, Mn IV, Mn VII)	g	6,36E-03	4,05E-03	0,00	1,64E-03	0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
(w) Mercury (Hg+, Hg++)	g	7,22E-05	6,96E-05	1,44E-05	4,68E-05	8,40E-06		3,26E-07	6,58E-08	-	2,16E-06		0,00	0,00	0,00
(w) Metals (unspecified)	g	3,14E-02	2,74E-02	6,52E-04	2,18E-02	4,97E-03		5,01E-06	9,81E-07	-	4,04E-03		0,00	0,01	0,01
(w) Methane (CH4)	g	-2,40E-03	-1,34E-03	-1,84E-03	5,02E-04					-	-1,06E-03		0,00	0,00	- 0,00
(w) Methylene Chloride (CH2Cl2)	g	2,61E-05	2,61E-05		0,00	1,87E-06	-			-	-		-	-	-
(w) Methylene Chloride (CH2Cl2, HC-130)	g	8,00E-04	6,69E-04	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Molybdenum (Mo II, Mo III, Mo IV, Mo V, Mo VI)	g	7,18E-06	7,51E-06	-2,42E-05	2,90E-05	2,67E-06		1,94E-05	6,57E-06	-	-2,63E-05		0,00	0,00	- 0,00
(w) Morpholine (C4H9NO)	g	-8,63E-06	-4,81E-06	-6,62E-06	1,81E-06	-	-	-	-	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Nickel (Ni++, Ni3+)	g	2,87E-03	2,70E-03	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Nitrate (NO3-)	g	1,25E+00	1,19E+00	1,18E+00	1,68E-02	6,86E-05		1,50E-02	2,37E-02	-	1,66E-02		0,02	0,02	0,01
(w) Nitrates (NO3-)	g	4,46E-02	4,46E-02		3,69E-02	7,76E-03				-			-	-	-
(w) Nitrite (NO2-)	g	1,90E-05	1,74E-05	1,69E-05	4,69E-07	4,26E-08		1,90E-06	1,32E-08	-	-3,49E-07		0,00	0,00	- 0,00
(w) Nitrites (NO2-)	g	6,79E-07	6,79E-07	-	0,00	0,00	-	-	-	-	-		-	-	-
(w) Nitrogenous Matter (Kjeldahl, as N)	g	-3,63E-04	-2,03E-04	- 0,00	0,00	-	-	-	-	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Nitrogenous Matter (unspecified, as N)	g	2,51E+00	2,49E+00	1,66	0,83	0,01	-	0,02	0,00	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,03
(w) Oils (unspecified)	g	3,78E-01	3,09E-01	0,23	6,56E-02	0,01	-	0,06	0,01	-	- 0,00		0,02	0,01	- 0,05
(w) Organic Dissolved Matter (chlorinated)	g	8,40E-05	6,90E-05	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	0,00		0,00	0,00	0,00
(w) Organic Dissolved Matter (unspecified)	g	1,48E-02	1,48E-02	- 0,00	1,24E-02	2,48E-03	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Organic Matter (unspecified)	g	4,42E-04	4,41E-04	0,00	3,73E-04	6,70E-05				-	0,00		-	0,00	0,00
(w) Oxalic Acid ((COOH)2)	g	-3,55E-06	-1,98E-06	- 0,00	7,44E-07		-	-	-	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Phenol (C6H5OH)	g	1,85E-02	9,71E-03	6,60E-03	2,79E-03	3,18E-04		5,76E-03	1,83E-03	-	1,21E-03		0,00	0,01	- 0,00
(w) Phosphates (PO4 3-, HPO4--, H2PO4-, H3PO4, as P	g	1,03E-01	9,29E-02	9,28E-02	5,81E-05	4,77E-06		6,13E-05	4,24E-07	-	1,00E-02		0,01	0,02	0,02
(w) Phosphorous Matter (unspecified, as P)	g	1,52E-04	1,52E-04	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-		-	-	-
(w) Phosphorus (P)	g	5,25E-04	2,71E-04	2,26E-04	3,91E-05	6,72E-06		1,97E-04	6,57E-05	-	-9,28E-06		0,00	0,00	- 0,00
(w) Phosphorus Pentoxide (P2O5)	g	1,29E-05	1,35E-05	2,87E-06	9,24E-06	1,34E-06		8,15E-06	8,85E-09	-	-8,67E-06		0,00	0,00	- 0,00
(w) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH, unspecified	g	1,86E-03	8,90E-04	6,34E-04	0,00	1,87E-05		6,11E-04	2,06E-04	-	0,00		0,00	0,00	0,00
(w) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (unspecified)	g	-1,82E-04	2,70E-06	1,55E-07	1,67E-07	2,38E-06		-		-	-1,85E-04		-	-	- 0,00
(w) Potassium (K+)	g	6,14E-01	3,42E-01	0,24	0,09	0,01	-	0,21	0,07	-	- 0,01		0,06	0,06	- 0,21
(w) Rubidium (Rb+)	g	1,28E-03	6,76E-04	0,00	1,80E-04	1,59E-05		0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Salts (unspecified)	g	9,90E-01	9,62E-01	8,91E-01	0,07	1,24E-03		0,03	4,84E-05	-	-1,98E-03		0,02	0,00	- 0,04

System: Sac Papier

	Flow	Units	TOTAL	Production	Papier	Colle	Encre	Pigment	Sac papier: Fabrication	Transport	Utilisation	Fin de vie	100%D 100% I sans VE	Fin de vie	Fin de vie	Fin de vie
	(w) Saponifiable Oils and Fats	g	6,25E-01	3,30E-01	2,35E-01	8,75E-02	7,73E-03		2,28E-01	7,72E-02	-	-1,03E-02		0,07	0,06	- 0,24
	(w) Selenium (Se II, Se IV, Se VI)	g	1,45E-05	1,16E-05	-1,85E-05	2,75E-05	2,67E-06		1,94E-05	6,57E-06	-	-2,31E-05		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Silicon Dioxide (SiO2)	g	2,71E-04	2,49E-04	2,33E-04	1,52E-05	0,00	-	0,00	1,81E-07	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Silver (Ag+)	g	7,68E-05	4,06E-05	2,88E-05	1,08E-05	9,53E-07		2,80E-05	9,49E-06	-	-1,26E-06		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Sodium (Na+)	g	4,24E+01	2,22E+01	15,55	6,10E+00	5,81E-01		14,75	4,94	-	0,48		4,38	8,74	- 11,25
	(w) Strontium (Sr II)	g	7,78E-01	4,14E-01	0,29	1,10E-01	0,01	-	0,28	0,10	-	- 0,01		0,08	0,07	- 0,30
	(w) Sulphate (SO4--)	g	2,15E+01	2,09E+01	20,37	0,54	0,01	-	0,53	0,13	-	- 0,06		1,49	1,70	- 2,44
	(w) Sulphates (SO4--)	g	4,34E-01	4,34E-01	0,03	0,34	0,06	-	-	-	-	-		-	-	-
	(w) Sulphide (S--)	g	2,10E-03	1,11E-03	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Sulphides (S--)	g	7,02E-04	7,02E-04	-	5,77E-04	0,00	-	-	-	-	-		-	-	-
	(w) Sulphite (SO3--)	g	-8,16E-07	-2,57E-09	- 0,00	4,65E-07	2,82E-09	-	0,00	8,72E-10	-	-9,40E-07		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Sulphites (SO3--)	g	4,50E-08	4,50E-08		0,00	3,23E-09		-		-			-	-	-
	(w) Sulphurated Matter (unspecified, as S)	g	2,45E-08	2,27E-08	8,79E-09	0,00	1,74E-09		8,81E-09	2,98E-09	-	-9,92E-09		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Suspended Matter (unspecified)	g	9,63E+00	9,03E+00	7,32E+00	1,53	0,18	-	0,53	4,33E-03	-	0,07		0,18	0,55	- 0,01
	(w) Tars (unspecified)	g	1,55E-08	6,59E-09	4,58E-09	0,00	1,00E-10	-	0,00	1,33E-09	-	0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Tetrachloroethylene (C2Cl4)	g	7,68E-07	1,05E-09	9,77E-10	0,00	5,28E-12	-	0,00	7,61E-13	-	0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Tin (Sn++, Sn4+)	g	1,15E-03	-1,09E-07	-1,50E-07	0,00		-			-	0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Titanium (Ti3+, Ti4+)	g	2,81E-03	2,60E-03	2,42E-03	0,00	1,32E-05	-	2,75E-04	1,90E-06	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(w) TOC (Total Organic Carbon)	g	2,21E+00	1,69E+00	1,42E+00	0,23	3,37E-02		4,33E-01	1,16E-01	-	-2,68E-02		0,10	0,09	- 0,41
	(w) Toluene (C6H5CH3)	g	1,50E-02	8,31E-03	6,13E-03	0,00	1,77E-04	-	5,15E-03	1,71E-03	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
	(w) Tributyl Phosphate ((C4H9)3PO4, TBP)	g	-3,37E-05	-1,88E-05	-2,58E-05	0,00			-		-	-1,49E-05		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Trichlorethane (1,1,1-CH3CCl3)	g	8,85E-11	8,85E-11		0,00	6,36E-12		-		-			-	-	-
	(w) Trichloroethane (1,1,1-CH3CCl3)	g	2,47E-09	2,27E-09	2,20E-09	0,00	5,56E-12	-	0,00	1,72E-12	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Trichloroethylene (CCl2CHCl)	g	1,01E-06	6,24E-08	6,06E-08	0,00	1,53E-10		6,82E-09	4,72E-11	-	9,41E-07		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Trichloroethylene (CHClCl2)	g	2,44E-09	2,44E-09		0,00	1,75E-10				-			-	-	-
	(w) Triethylene Glycol (C6H14O4)	g	8,69E-02	8,00E-02	7,47E-02	0,00	4,04E-04	-	0,01	5,82E-05	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
	(w) Vanadium (V3+, V5+)	g	-1,31E-04	-6,97E-05	-1,30E-04	0,00	2,67E-06		0,00	6,57E-06	-	-8,76E-05		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Vinyl Chloride (CH2CHCl)	g	4,69E-05	4,69E-05	2,71E-07	0,00			-		-			-	-	-
	(w) VOC (Volatile Organic Compounds)	g	4,47E-02	2,36E-02	1,68E-02	0,01	5,55E-04		0,02	5,52E-03	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,02
	(w) Water (unspecified)	litre	1,30E+00	1,30E+00	9,04E-01	0,35	4,27E-02		0,28	3,10E-04	-	-2,75E-01		0,01	0,03	- 1,18
	(w) Water: Chemically Polluted	litre	1,07E+02	9,05E+01	9,00E+01	0,34	6,54E-02		1,62	2,87E-02	-	1,46E+01		8,73	47,12	44,58
	(w) Water: Thermally Polluted (only)	litre	2,24E+01	4,39E+00	4,39E+00	-		-	-		-	18,02		-	66,88	66,88
	(w) Xylene (C6H4(CH3)2)	g	1,21E-01	6,44E-02	4,59E-02	0,02	1,50E-03		4,40E-02	1,49E-02	-	-1,98E-03		0,01	0,01	- 0,05
	(w) Zinc (Zn++)	g	4,36E-03	3,83E-03	3,42E-03	3,56E-04	0,00		4,04E-04	6,71E-05	-	6,28E-05		0,00	0,00	- 0,00
	_Goods packed	**liters**	**9 000**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**9 000**	**-**		**-**	**-**	**-**
	Recovered Matter (total)	kg	1,24E+01	1,50E-04	-5,18E-04	5,86E-04	8,16E-05		1,32E+00	2,25E-06	-	1,11E+01		0,00	0,36	0,36
	Recovered Matter (unspecified)	kg	9,82E-02	1,07E-04	- 0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	0,10		0,00	0,36	0,36
	Recovered Matter: Ash	kg	2,47E-06	2,47E-06	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-		-	-	-
	Recovered Matter: Bottom Ash	kg	6,96E-01		-	-	-	-	-	-	-	0,70		-	2,58	2,58
	Recovered Matter: Iron Scrap	kg	-2,11E-05	-1,17E-05	- 0,00	0,00	-	-	-	-	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	Recovered Matter: Paper, Cardboard	kg	1,16E+01		-	-	-	-	1,32	-	-	10,28		-	-	-
	Recovered Matter: Paraffin Wax	kg	9,40E-05	9,40E-05	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-		-	-	-
	Recovered Matter: Steel Scrap	kg	2,68E-05		-	-	-	-	-	-	-	0,00		0,00	-	-
	Waste (hazardous)	kg	1,04E-01	1,69E-02	0,00	0,00	0,01	-	0,00	0,00	-	0,09		0,00	0,32	0,32
	Waste (incineration)	kg	4,42E-04	3,31E-04	0,00	0,00	0,00	-	-	0,00	-	0,00		0,00	0,00	- 0,00
	Waste (municipal and industrial)	kg	1,13E+00	1,13E+00	1,13	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	0,00
	Waste (total)	kg	4,73E+00	1,29E+00	1,13	0,12	0,03	-	0,10	0,00	-	3,34		12,14	0,36	- 0,32
	Waste (unspecified)	kg	-3,99E-02	1,79E-03	-3,71E-04	9,55E-04	1,21E-03		1,50E-04	2,15E-05		-4,19E-02		0,00	0,02	- 0,18
	Waste (unspecified, to incineration)	kg	2,24E-03	3,63E-04	1,44E-04	2,15E-04	3,49E-06		1,88E-03	2,47E-07		-2,38E-06		0,00	0,00	- 0,00
	Waste: Highly Radioactive (class C)	kg	-2,28E-06	-1,27E-06	-1,74E-06	4,76E-07						-1,01E-06		0,00	0,00	- 0,00
	Waste: Intermediate Radioactive (class B)	kg	-1,74E-05	-9,67E-06	-1,33E-05	3,63E-06						-7,74E-06		0,00	0,00	- 0,00
	Waste: Low Radioactive (class A)	kg	5,94E-04	3,09E-04	1,50E-04	1,49E-04	9,69E-06		2,85E-04	9,64E-05		-9,59E-05		0,00	0,00	- 0,00
	Waste: Mineral (inert)	kg	1,58	1,40E-01	0,03	0,10	0,01	-	0,08	0,00	-	1,35		5,14	0,01	- 0,39
	Waste: Mining	kg	- 0,19	-1,08E-01	- 0,15	0,04	-	-	-	-	-	- 0,09		0,02	0,00	- 0,38
	Waste: Non Mineral (inert)	kg	1,96	1,05E-04	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	1,96		6,99	0,00	0,00
	Waste: Non Toxic Chemicals (unspecified)	kg	0,00	6,15E-05	0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	0,00
	Waste: Radioactive	kg	0,00	4,95E-05	0,00	-	0,00	-	-	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	Waste: Radioactive (unspecified)	kg	0,00	7,55E-06	- 0,00	0,00	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	- 0,00
	Waste: Slags and Ash (unspecified)	kg	- 0,00	-4,03E-03	- 0,02	0,01	0,00	-	0,01	0,00	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,06
	Waste: Treatment	kg	- 0,01	-6,00E-03	- 0,01	0,00	-	-	-	-	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,02
Reminders:	E Feedstock Energy	MJ	355	415	384	27	4	-	- 0	- 0	-	- 60		0,30	- 213,10	- 223,03
	E Fuel Energy	MJ	318	215	186	26	3	-	51	7	-	45		8	221	138
	E Non Renewable Energy	MJ	295	256	197	52	7	-	47	7	-	- 15		8	7	- 83
	E Renewable Energy	MJ	376	372	372	0	0	-	4	0	-	- 0		0	0	- 2
	E Total Primary Energy	MJ	673	630	570	52	7	-	51	7	-	- 15		8	7	- 85
	Electricity	MJ elec	20	3	0	2	0	-	18	0	-	- 0		1	1	- 1

System: Sac Biodégradable (à base d'amidon de maïs)

	Flow	Units	TOTAL	Production	Polycaprolactone	Amidon de maïs	Colle	Encre	Pigment	Sac biodegradable: Fabrication	Transport	Utilisation	Fin de vie	100%D 100% I sans VE 100% I avec VE	Fin de vie	Fin de vie	Fin de vie
Inputs:	(r) Barium Sulphate (BaSO4, in ground)	kg	2,55E-03	0,00	9,75E-04	8,03E-04		3,04E-05		9,30E-04	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Bauxite (Al2O3, ore)	kg	1,36E-02	0,01	0,01	6,75E-06		0,00	-	3,56E-05	0,00		1,74E-04		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Bentonite (Al2O3.4SiO2.H2O, in ground)	kg	7,00E-04	0,00	4,83E-04	7,59E-05		8,96E-06		8,79E-05	0,00		4,40E-05		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Calcium Sulphate (CaSO4, ore)	kg	1,51E-04	5,53E-05	4,06E-05	3,20E-06		6,88E-07		1,09E-05	0,00	-	0,00		0,00	0,00	0,00
	(r) Carbon Dioxide (CO2, in ground)	kg	6,51E-02	6,51E-02		6,51E-02					-		2,05E-06		-	0,00	0,00
	(r) Chromium (Cr, ore)	kg	6,84E-07	0,00	1,87E-07	1,54E-07		0,00	-	1,79E-07	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Clay (in ground)	kg	4,26E-01	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	0,42		0,83	0,00	0,00
	(r) Coal (in ground)	kg	2,50E-01	5,94E-01	1,81E-01	9,97E-02		1,39E-02		3,00E-01	0,00		-3,44E-01		0,00	0,04	- 0,81
	(r) Copper (Cu, ore)	kg	4,39E-05	2,67E-06	9,53E-07	7,86E-07		2,49E-08		0,00	0,00		4,12E-05		0,00	0,00	0,00
	(r) Dolomite (CaCO3.MgCO3, in ground)	kg	2,69E-05	0,00	1,65E-05			0,00	-		-	-	0,00		-	0,00	0,00
	(r) Feldspar (ore)	kg	1,79E-05	0,00	-	-	-	0,00	-	-	-	-	0,00		-	0,00	0,00
	(r) Fluorspar (CaF2, ore)	kg	5,04E-05	0,00	0,00			0,00	-		-	-	0,00		-	0,00	0,00
	(r) Gravel (unspecified)	kg	6,83E-04	2,13E-03	2,00E-04	4,37E-04		5,72E-06		1,49E-03	0,00		-1,48E-03		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Iron (Fe, ore)	kg	1,48E-02	9,78E-03	4,42E-03	2,47E-03		1,49E-04		2,74E-03	0,00		5,01E-03		0,00	0,01	0,01
	(r) Iron Sulphate (FeSO4, ore)	kg	2,82E-06	0,00	0,00	3,11E-06	-	0,00	-	9,65E-06	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Lead (Pb, ore)	kg	9,72E-07	0,00	0,00	2,45E-07	-	0,00	-	2,84E-07	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Lignite (in ground)	kg	1,75E-01	1,75E-01	7,08E-02	8,81E-02		7,93E-03		8,48E-03	0,00		-2,40E-04		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Limestone (CaCO3, in ground)	kg	-3,01E-02	0,02	0,00	0,00	-	0,01	-	0,00	0,00	-	- 0,05		0,00	0,01	- 0,12
	(r) Manganese (Mn, ore)	kg	2,85E-07	3,06E-07	1,09E-07	9,00E-08		2,85E-09		1,04E-07	0,00		-2,17E-08		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Natural Gas (in ground)	kg	3,33E+00	3,46	2,27	0,54	-	0,08	-	0,58	0,00	-	- 0,13		0,00	0,01	- 0,30
	(r) Nickel (Ni, ore)	kg	1,65E-07	1,78E-07	6,35E-08	5,23E-08		1,66E-09		0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Oil (in ground)	kg	1,98E+00	2,08	1,47	0,09	-	0,07	-	0,45	0,04	-	- 0,14		0,04	0,05	- 0,39
	(r) Olivine ((Mg,Fe)2SiO4, ore)	kg	1,30E-05	1,30E-05	1,24E-05			6,29E-07		-	-		3,61E-09		-	0,00	0,00
	(r) Phosphate Rock (in ground)	kg	7,90E-03	-							-	-	0,01		0,02	-	-
	(r) Potassium Chloride (KCl, as K2O, in ground)	kg	3,06E-04	0,00	0,00			0,00	-		-	-	0,00		-	0,00	0,00
	(r) Pyrite (FeS2, ore)	kg	4,10E-03	4,38E-03	1,56E-03	1,29E-03		4,08E-05		1,49E-03	0,00		-2,88E-04		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Sand (in ground)	kg	3,33E-01	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	0,33		0,53	0,12	0,12
	(r) Silver (Ag, ore)	kg	1,23E-08	0,00	0,00	3,90E-09	-	0,00	-	4,51E-09	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Sodium Chloride (NaCl, in ground or in sea)	kg	4,31E-02	4,07E-02	0,01	3,08E-04	-	0,03	-	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,01	0,00
	(r) Sulphur (in natural gas)	kg	7,86E-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00		0,00	-	-
	(r) Sulphur (S, in ground)	kg	1,59E-02	0,02	0,02	2,04E-05	-	2,32E-04		-	-		2,88E-06		0,00	0,00	0,00
	(r) Uranium (U, ore)	kg	3,00E-05	0,00	3,27E-05	6,62E-06		2,39E-06		6,47E-08	0,00		-1,18E-05		0,00	0,00	- 0,00
	(r) Zinc (Zn, ore)	kg	1,42E-06	5,18E-08	6,93E-09	5,71E-09		3,26E-08		6,61E-09	0,00		1,37E-06		0,00	0,00	0,00
	Explosive (unspecified)	kg	1,56E-04	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	Ferromanganese (Fe, Mn, C)	kg	2,09E-06	2,09E-06	2,06E-06			3,24E-08			-				-	-	-
	Gravel (unspecified)	kg	1,44E-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01		0,00	0,03	0,03
	Iron Scrap	kg	1,77E-03	0,00	8,55E-05	1,98E-04		6,02E-06		7,39E-04	0,00		7,02E-04		0,00	0,00	0,00
	Raw Materials (unspecified)	kg	7,68E-02	5,58E-02	1,02E-04	5,50E-02		0,00	-	5,07E-04	0,00		2,09E-02		0,00	0,07	0,04
	Steel	kg	1,31E-07	0,00	-	-	-	0,00	-	-	-	-	0,00		0,00	0,00	0,00
	Water Used (total)	litre	5,05E+01	35,80	14,61	4,56E+00		1,41E+01		2,58	0,18	-	14,51		0,44	36,07	28,20
	Water: Public Network	litre	6,14E+00	6,14	3,50	0,54	-	2,10	-	-	-		8,62E-04		0,00	0,00	0,00
	Water: River	litre	1,37E+01	0,21	0,01	-	-	0,20	-	-	-	-	13,49		-	27,54	27,54
	Water: Sea	litre	1,47E+00	1,47	1,44			2,49E-02		-	-		6,22E-06		-	0,00	0,00
	Water: Unspecified Origin	litre	2,92E+01	27,97	9,65E+00	4,02E+00	-	11,72	-	2,57E+00	0,18	-	1,01		0,44	8,53	0,66
	Water: Well	litre	9,48E-03	0,01	2,68E-05			9,45E-03			-	-	0,00		-	0,00	0,00
	Wood	kg	2,04E-02	0,02	2,00E-02	5,32E-04		3,06E-05		1,60E-03	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
Outputs:	(a) Acetaldehyde (CH3CHO)	g	2,75E-02	0,00	4,94E-05	1,53E-04		9,72E-08		2,48E-03	0,00	-	0,02		0,05	0,00	- 0,00
	(a) Acetic Acid (CH3COOH)	g	1,37E-02	0,02	1,61E-03	3,50E-03		0,00	-	1,33E-02	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
	(a) Acetone (CH3COCH3)	g	1,65E-03	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Acetylene (C2H2)	g	6,82E-03	0,01	0,00	4,78E-03		0,00	-	3,00E-03	0,00		-3,20E-03		0,00	0,00	- 0,01
	(a) Alcohol (unspecified)	g	3,83E-01	0,21	-	-	-	0,21	-	-	-	-	0,18		0,34	0,00	0,00
	(a) Aldehyde (unspecified)	g	1,10E-03	0,00	1,06E-03	5,56E-05		0,00	-	1,39E-05	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Alkane (unspecified)	g	3,06E-01	2,23E-01	7,12E-02	6,37E-02		1,92E-03		8,60E-02	0,00		8,21E-02		0,22	0,00	- 0,07
	(a) Alkene (unspecified)	g	7,54E-03	0,01	0,00	4,93E-03		0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
	(a) Alkyne (unspecified)	g	4,16E-06	0,00	0,00	1,31E-06	-	0,00	-	1,52E-06	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Aluminium (Al)	g	2,73E-02	8,82E-02	1,15E-02	2,45E-02		1,46E-05		5,22E-02	0,00		-6,09E-02		0,00	0,00	- 0,14
	(a) Ammonia (NH3)	g	1,42E+00	9,94E-01	1,23E-03	9,85E-01		7,05E-03		1,01E-03	0,00		4,29E-01		0,00	0,88	0,88
	(a) Antimony (Sb)	g	8,75E-05	0,00	0,00	5,81E-05	-	0,00	-	1,43E-05	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(a) AOX (Adsorbable Organic Halogens)	g	4,03E-14	0,00	6,50E-15	1,38E-14		1,05E-17		4,29E-14	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Aromatic Hydrocarbons (unspecified)	g	3,21E-01	0,14	1,35E-01	1,56E-04		0,00	-	2,46E-03	0,00	-	0,18		0,36	0,00	- 0,00
	(a) Arsenic (As)	g	2,07E-04	4,14E-04	2,69E-05	6,13E-05		2,20E-07		3,25E-04	0,00		-2,08E-04		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Barium (Ba)	g	5,69E-04	0,00	0,00	4,50E-04		0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Benzaldehyde (C6H5CHO)	g	7,49E-10	8,05E-10	2,87E-10	2,37E-10		7,50E-12		2,74E-10	0,00		-5,69E-11		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Benzene (C6H6)	g	3,05E-02	3,67E-02	6,52E-03	1,37E-02		5,77E-05		1,64E-02	0,00		-6,56E-03		0,00	0,00	- 0,02
	(a) Benzo(a)pyrene (C20H12)	g	2,85E-05	0,00	8,94E-06	1,90E-05		0,00	-	1,04E-05	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Berylium (Be)	g	2,19E-10	0,00	2,19E-10			-	-		-	-	-		-	-	-
	(a) Beryllium (Be)	g	1,26E-05	0,00	0,00	9,53E-06	-	0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Boron (B)	g	1,06E-02	0,02	3,53E-03	7,48E-03		2,21E-06		0,01	0,00	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,01
	(a) Bromium (Br)	g	4,14E-04	1,57E-03	1,88E-04	3,96E-04		3,23E-07		9,87E-04	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Butane (n-C4H10)	g	8,07E-02	0,09	0,01	2,32E-02		0,00	-	0,05	0,00	-	- 0,01		0,04	0,00	- 0,07
	(a) Butene (1-CH3CH2CHCH2)	g	8,56E-04	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Cadmium (Cd)	g	3,99E-04	0	0	0	-	0	-	0	0	-	- 0		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Calcium (Ca)	g	5,15E-02	5,97E-02	1,59E-02	3,36E-02		8,09E-06		1,03E-02	0,00		-8,16E-03		0,00	0,00	- 0,02
	(a) Carbon Dioxide (CO2, biomass)	g	3,71E+03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3 710,84		2 490	4 982	4 982
	(a) Carbon Dioxide (CO2, fossil)	g	1,35E+04	1,12E+04	5,64E+03	1,83E+03		2,87E+02		3,48E+03	140,64		2,16E+03		138	7 305	3 861
	(a) Carbon Disulphide (CS2)	g	1,06E-03	1,06E-03	1,03E-03	-		2,83E-05			-		1,64E-07		-	0,00	0,00
	(a) Carbon Monoxide (CO)	g	1,26E+01	1,19E+01	5,48	4,57E+00		2,32E-01		1,65	0,36		3,24E-01		0,41	2,39	- 0,06
	(a) Carbon Tetrafluoride (CF4)	g	1,98E-05	0,00	0,00	1,90E-07		6,03E-09		2,20E-07	0,00		1,91E-05		0,00	0,00	0,00
	(a) Chlorides (Cl-)	g	-7,24E-09	0,00	9,53E-09	2,03E-08		1,31E-10			-	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(a) Chlorinated Matter (unspecified, as Cl)	g	8,04E-04	0,00		2,45E-05		7,74E-04			-	-	0,00		0,00	0,00	0,00

System: Sac Biodégradable (à base d'amidon de maïs)

Flow	Units	TOTAL	Production	Polycaprolactone	Amidon de maïs	Colle	Encre	Pigment	Sac biodegradable: Fabrication	Transport	Utilisation	Fin de vie	100%D 100% I sans VE	Fin de vie	Fin de vie	Fin de vie
(a) Chlorine (Cl2)	g	1,08E-03	0,00	1,03E-03	2,46E-05		2,86E-05			-	-	0,00		0,00	0,00	0,00
(a) Chromium (Cr III, Cr VI)	g	3,05E-04	5,57E-04	4,88E-05	1,05E-04		3,51E-07		4,03E-04	0,00		-2,53E-04		0,00	0,00	-0,00
(a) Cobalt (Co)	g	4,63E-04	7,08E-04	3,49E-05	8,54E-05		4,69E-07		5,88E-04	0,00		-2,47E-04		0,00	0,00	-0,00
(a) Copper (Cu)	g	6,71E-04	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Cyanide (CN-)	g	5,93E-06	0,00	2,80E-06	4,97E-06		2,32E-08		1,42E-05	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Ethane (C2H6)	g	1,50E-01	0,37	0,08	0,10	-	0,00	-	0,18	0,01	-	-0,23		0,05	0,01	-0,59
(a) Ethanol (C2H5OH)	g	3,28E-03	5,27E-03	7,93E-05	2,66E-04		1,74E-07		4,92E-03	0,00		-1,99E-03		0,00	0,00	-0,00
(a) Ethyl Benzene (C6H5C2H5)	g	3,14E-03	0,00	0,00	1,62E-04		1,32E-05		8,08E-04	0,00		2,02E-03		0,00	0,00	-0,00
(a) Ethylbenzene (C8H10)	g	3,60E-07	0,00	3,60E-07			-	-		-	-	-		-	-	-
(a) Ethylene (C2H4)	g	8,83E-01	9,08E-01	0,31	2,72E-01		0,02	-	0,30	0,00	-	-0,03		0,12	0,00	-0,20
(a) Fluorides (F-)	g	6,66E-05	0,00	0,00	2,49E-05		3,02E-07		1,81E-07	0,00		4,11E-05		0,00	0,00	0,00
(a) Fluorine (F2)	g	1,06E-03	1,06E-03	1,03E-03	9,90E-08		2,83E-05			-		-1,72E-08		0,00	0,00	-0,00
(a) Formaldehyde (CH2O)	g	9,96E-03	0,01	0,00	2,59E-03		1,50E-06		0,01	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,01
(a) Halogenated Hydrocarbons (unspecified)	g	6,45E-02	0,00	0,00		-	0,00	-	-	-	-	0,06		0,12	0,00	0,00
(a) Halogenated Matter (unspecified)	g	2,88E-05	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	0,00
(a) Halon 1301 (CF3Br)	g	9,71E-05	0,00	6,38E-06	0,00	-	0,00	-	9,16E-05	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Heptane (C7H16)	g	8,47E-03	0,01	0,00	1,59E-03	-	0,00	-	8,05E-03	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,01
(a) Hexane (C6H14)	g	1,69E-02	0,02	0,00	0,00	-	0,00	-	0,02	0,00	-	-0,01		0,00	0,00	-0,01
(a) Hydrocarbons (except methane)	g	9,99E+00	10,50	5,74	1,25E+00		1,90E-01		3,32	0,46		-9,73E-01		0,46	0,46	-2,86
(a) Hydrocarbons (unspecified)	g	1,53E-01	0,12	0,00	1,40E-02	-	0,10	-	7,03E-04	0,00	-	0,04		0,03	0,05	0,04
(a) Hydrogen (H2)	g	5,58E-01	0,54	0,37	6,80E-05	-	0,17	-	2,11E-04	0,00	-	0,01		0,02	0,00	0,00
(a) Hydrogen Chloride (HCl)	g	1,79E-01	0,48	1,11E-01	8,70E-02		8,15E-03		2,70E-01	0,00	-	-0,30		0,00	0,02	-0,69
(a) Hydrogen Cyanide (HCN)	g	1,06E-03	0,00	0,00			0,00	-	-	-	-	0,00		-	0,00	0,00
(a) Hydrogen Fluoride (HF)	g	8,68E-03	2,00E-02	5,30E-03	3,29E-03		4,05E-05		1,14E-02	0,00		-1,13E-02		0,00	0,00	-0,03
(a) Hydrogen Sulphide (H2S)	g	2,77E-02	0,04	0,01	9,88E-03		5,53E-04		1,56E-02	0,00	-	-0,01		0,00	0,00	-0,02
(a) Iodine (I)	g	1,36E-04	0,00	5,69E-05	1,19E-04		0,00	-	2,49E-04	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Iron (Fe)	g	2,07E-02	0,05	7,07E-03	1,48E-02		1,30E-05		2,45E-02	0,00		-2,57E-02		0,00	0,00	-0,06
(a) Ketone (unspecified)	g	2,11E-02	-	-					-	-		2,11E-02		0,04	-	-
(a) Lanthanum (La)	g	1,32E-05	0,00	0,00	1,07E-05		4,14E-09		1,67E-05	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Lead (Pb)	g	2,03E-03	0,00	0,00	2,68E-04	-	3,00E-05		1,41E-03	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Magnesium (Mg)	g	1,26E-02	0,03	0,00	0,01	-	0,00	-	0,02	0,00	-	-0,02		0,00	0,00	-0,05
(a) Manganese (Mn)	g	4,41E-04	0,00	1,65E-04	1,77E-04		3,53E-06		2,39E-04	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Mercaptans	g	9,24E-02	1,08E-03	1,03E-03	2,45E-05		2,86E-05			-		9,13E-02		0,18	0,00	0,00
(a) Mercury (Hg)	g	1,08E-03	0,00	0,00	1,02E-05		2,91E-05		0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Metals (unspecified)	g	1,39E-02	0,01	0,01	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	0,00
(a) Methane (CH4)	g	5,50E+01	28,96	19,37	3,54E+00	-	0,89	-	5,16	0,21	-	25,82		66,65	0,52	-19,01
(a) Methanol (CH3OH)	g	5,67E-03	0,01	0,00	4,51E-04	-	0,00	-	8,37E-03	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,01
(a) Molybdenum (Mo)	g	2,29E-04	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Nickel (Ni)	g	7,75E-03	0,01	0,00	7,46E-04	-	0,00	-	0,01	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,01
(a) Nitrogen Oxides (NOx as NO2)	g	5,00E+01	32,36	2,19E+01	3,97E+00		1,09E+00		5,41E+00	1,66		1,60E+01		1,54	36,76	30,21
(a) Nitrous Oxide (N2O)	g	1,22E+00	0,77	1,35E-02	7,19E-01		4,02E-03		0,04	0,02	-	0,43		0,02	0,89	0,85
(a) Organic Matter (unspecified)	g	3,86E-01	3,86E-01	3,70E-01	2,65E-03		1,40E-02		2,53E-06	0,00		-7,63E-05		0,00	0,00	-0,00
(a) Particulates (unspecified)	g	2,09E+00	5,80	3,72	5,47E-01		3,22E-01		1,21E+00	0,10		-3,80E+00		0,18	1,61	-9,25
(a) Pentane (C5H12)	g	9,96E-02	0,11	1,43E-02	3,17E-02		0,00	-	6,78E-02	0,00	-	-0,02		0,00	0,00	-0,05
(a) Phenol (C6H5OH)	g	6,24E-04	0,00	0,00	3,92E-04	-	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	0,00
(a) Phosphorus (P)	g	2,81E-04	8,19E-04	1,14E-04	2,41E-04		1,40E-07		4,64E-04	0,00		-5,39E-04		0,00	0,00	-0,00
(a) Phosphorus Pentoxide (P2O5)	g	9,02E-08	4,55E-07	4,67E-08	9,94E-08		7,57E-11		3,09E-07	0,00		-3,65E-07		0,00	0,00	-0,00
(a) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH, unspecified)	g	1,58E-03	0,00	0,00	2,00E-04		0,00	-	0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Potassium (K)	g	4,56E-03	1,20E-02	1,88E-03	3,34E-03		1,46E-05		6,73E-03	0,00		-7,40E-03		0,00	0,00	-0,02
(a) Propane (C3H8)	g	6,88E-02	0,12	2,38E-02	3,59E-02		9,55E-04		5,97E-02	0,00	-	-0,05		0,02	0,00	-0,16
(a) Propionaldehyde (CH3CH2CHO)	g	2,06E-09	0,00	0,00	6,51E-10		0,00	-	0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Propionic Acid (CH3CH2COOH)	g	2,42E-06	0,00	0,00	8,59E-07		0,00	-	0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Propylene (CH2CHCH3)	g	8,60E-03	0,01	0,00	0,01	-	0,00	-	0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,01
(a) Scandium (Sc)	g	2,82E-06	0,00	1,20E-06	2,56E-06		0,00	-	5,57E-06	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Selenium (Se)	g	2,15E-04	4,15E-04	0,00	6,62E-05	-	0,00	-	0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Silicon (Si)	g	1,44E-01	0,24	0,05	0,10	-	0,00	-	0,08	0,00	-	-0,09		0,00	0,01	-0,21
(a) Sodium (Na)	g	1,18E-02	0,02	0,00	3,16E-03		1,13E-05		0,02	0,00		-8,85E-03		0,00	0,00	-0,02
(a) Steam (H2O)	g	3,32E+02								-		3,32E+02		649,30	1,32	1,32
(a) Strontium (Sr)	g	6,58E-04	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00		-1,19E-03		0,00	0,00	-0,00
(a) Sulphur Oxides (SOx as SO2)	g	3,17E+01	4,28E+01	1,53E+01	2,55E+00		1,46E+00		2,35E+01	0,07		-1,11E+01		0,20	0,73	-26,18
(a) Sulphuric Acid (H2SO4)	g	1,06E-03	1,06E-03	1,03E-03			2,83E-05			-		2,91E-06		-	0,00	0,00
(a) Tars (unspecified)	g	7,24E-07	7,20E-07	6,09E-08	1,40E-07		4,21E-09		5,15E-07	0,00		-2,07E-08		0,00	0,00	-0,00
(a) Tetrachloroethylene (C2Cl4)	g	2,87E-03	-				-	-		-	-	0,00		0,01	-	-
(a) Thallium (Tl)	g	1,86E-06	0,00	0,00	1,70E-06		0,00	-	0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Thorium (Th)	g	6,66E-06	1,90E-05	2,68E-06	5,70E-06		2,62E-09		1,06E-05	0,00		-1,23E-05		0,00	0,00	-0,00
(a) Tin (Sn)	g	4,58E-06	0,00	0,00	3,40E-06		0,00	-	0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Titanium (Ti)	g	7,70E-04	0,00	0,00	7,38E-04		4,63E-07		0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Toluene (C6H5CH3)	g	3,34E-02	0,02	0,00	0,01	-	0,00	-	0,01	0,00	-	0,01		0,03	0,00	-0,01
(a) Uranium (U)	g	6,57E-06	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(a) Vanadium (V)	g	3,06E-02	0,05	0,00	2,79E-03		0,00	-	0,04	0,00	-	-0,02		0,00	0,00	-0,04
(a) Vinyl Chloride (CH2CHCl)	g	1,03E-03	0,00	0,00			-	-	-	-	-	-		-	-	-
(a) VOC (Volatile Organic Compounds)	g	6,39E-01	2,08E-01				2,08E-01			-		4,31E-01		0,00	0,88	0,88
(a) Xylene (C6H4(CH3)2)	g	1,08E-02	6,10E-03	6,72E-04	0,00		5,28E-05		3,79E-03	0,00		4,36E-03		0,01	0,00	-0,00
(a) Zinc (Zn)	g	1,57E-02	6,98E-03	2,86E-03	0,00		2,69E-06		1,10E-03	0,01		3,35E-03		0,00	0,00	0,00
(a) Zirconium (Zr)	g	2,46E-06	0,00	1,23E-06	0,00	-	0,00	-	7,73E-06	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(w) Acids (H+)	g	1,33E-01	0,12	0,09	3,86E-05		2,88E-02		0,00	0,00	-	0,02		0,03	0,00	0,00
(w) Alcohol (unspecified)	g	2,45E-04	0,00	5,60E-06	1,19E-05		2,49E-04			-	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(w) Aldehyde (unspecified)	g	1,39E-05	0,00	0,00	4,39E-06	-	0,00	-	5,08E-06	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00
(w) Alkane (unspecified)	g	6,34E-03	7,67E-03	4,98E-04	0,00		9,61E-05		5,85E-03	0,00		-1,88E-03		0,00	0,00	-0,01
(w) Alkene (unspecified)	g	5,85E-04	7,07E-04	0,00	1,13E-04	-	0,00	-	0,00	0,00	-	-0,00		0,00	0,00	-0,00

System: Sac Biodégradable (à base d'amidon de maïs)

Flow	Units	TOTAL	Production	Polycaprolactone	Amidon de maïs	Colle	Encre	Pigment	Sac biodegradable: Fabrication	Transport	Utilisation	Fin de vie	100%D 100% I sans VE	Fin de vie	Fin de vie	Fin de vie
(w) Aluminium (Al3+)	g	8,75E-02	0,08	0,07	7,29E-03	-	0,00	-	0,01	0,00	-	0,01		0,00	0,03	0,01
(w) Aluminium Hydroxide (Al(OH)3)	g	-7,43E-08	3,07E-07	9,79E-08	2,08E-07		1,35E-09			-		-3,82E-07		0,00	0,00	- 0,00
(w) Ammonia (NH4+, NH3, as N)	g	2,93E-01	0,13	0,01	9,25E-02	-	0,01	-	0,02	0,00	-	0,16		0,33	0,00	- 0,02
(w) AOX (Adsorbable Organic Halogens)	g	9,39E-05	0,00	0,00	1,80E-05		1,32E-06		8,13E-05	0,00		-2,19E-05		0,00	0,00	- 0,00
(w) AOX (Adsordable Organic Halogens)	g	2,72E-08	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
(w) Aromatic Hydrocarbons (unspecified)	g	2,65E-02	0,03	0,00	5,28E-03	-	0,00	-	0,02	0,00	-	- 0,01		0,00	0,00	- 0,02
(w) Arsenic (As3+, As5+)	g	1,12E-03	0,00	0,00	1,62E-05		6,25E-07		0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	0,00
(w) Barium (Ba++)	g	1,19E-01	0,14	0,01	0,02	-	0,00	-	0,11	0,01	-	- 0,03		0,01	0,01	- 0,09
(w) Barytes	g	4,60E-01	0,49	1,76E-01	0,15		0,00	-	1,68E-01	0,00	-	- 0,03		0,00	0,00	- 0,08
(w) Benzene (C6H6)	g	6,34E-03	0,01	4,98E-04	1,23E-03		9,62E-05		5,85E-03	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
(w) BOD5 (Biochemical Oxygen Demand)	g	2,24E+00	2,17E+00	2,65E-01	1,83E+00		6,79E-02		1,71E-03	0,00		7,16E-02		0,14	0,00	0,00
(w) Boric Acid (H3BO3)	g	-8,66E-05	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	-	-	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Boron (B III)	g	7,91E-04	0,00	0,00	1,54E-04	-	0,00	-	7,30E-04	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Cadmium (Cd++)	g	2,81E-05	2,52E-05	2,70E-06	6,32E-06		2,69E-07		1,59E-05	0,00		-1,92E-08		0,00	0,00	- 0,00
(w) Calcium (Ca++)	g	4,80E+00	5,12E+00	1,45E-01	0,32		3,19E+00		1,46E+00	0,14		-4,56E-01		0,12	0,16	- 1,22
(w) Carbonates (CO3--, HCO3-, CO2, as C)	g	8,48E-02	0,09	0,07	0,00	-	0,01	-	-	-	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Cerium (Ce++)	g	4,59E-05	0,00	2,76E-06	8,57E-06	-	0,00	-	4,39E-05	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Cesium (Cs++)	g	-4,40E-09	-	-					-	-		-4,40E-09		0,00	0,00	- 0,00
(w) Chlorides (Cl-)	g	5,84E+01	6,36E+01	6,30E+00	5,45E+00		2,65E+01		2,54E+01	2,19		-7,37E+00		4,80	5,63	- 23,55
(w) Chlorinated Matter (unspecified, as Cl)	g	7,31E-02	7,86E-02	0,03	0,02		0,00	-	0,03	0,00		-5,56E-03		0,00	0,00	- 0,01
(w) Chlorine (Cl2)	g	1,42E-03	0,00	0,00			3,87E-04		-	-	-	0,00		-	0,00	0,00
(w) Chloroform (CHCl3)	g	1,66E-09	1,66E-09	1,66E-09						-				-	-	-
(w) Chloroform (CHCl3, HC-20)	g	7,68E-08	0,00	2,84E-08	2,48E-08		0,00	-	2,87E-08	0,00		-5,96E-09		0,00	0,00	- 0,00
(w) Chromate (CrO4--)	g	2,85E-05	2,83E-05				2,83E-05			-		1,64E-07		-	0,00	0,00
(w) Chromites (CrO3-)	g	1,03E-03	1,03E-03	1,03E-03						-				-	-	-
(w) Chromium (Cr III)	g	3,41E-04	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Chromium (Cr III, Cr VI)	g	3,30E-04	0,00	0,00	2,66E-05		0,00	-	1,06E-04	0,00		1,76E-04		0,00	0,00	0,00
(w) Chromium (Cr VI)	g	1,02E-04	0,00	0,00	2,02E-09		1,02E-04		2,34E-09	0,00	-	0,00		0,00	0,00	0,00
(w) Cobalt (Co I, Co II, Co III)	g	2,10E-05	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) COD (Chemical Oxygen Demand)	g	1,29E+01	12,49	2,87E+00	9,22E+00	-	0,38	-	2,76E-02	0,01	-	0,39		0,78	0,02	- 0,01
(w) Copper (Cu+, Cu++)	g	1,26E-03	1,22E-03	1,06E-03	0,00		3,01E-05		8,97E-05	0,00		3,64E-05		0,00	0,00	0,00
(w) Cyanide (CN-)	g	2,96E-04	7,75E-04	0,00	0,00		0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Cyanides (CN-)	g	6,84E-07	0,00	6,84E-07					-	-	-	-		-	-	-
(w) Dissolved Matter (unspecified)	g	1,36E+01	13,78	0,45	1,30E+01		0,13	-	1,93E-01	0,00	-	- 0,23		0,00	0,03	- 0,54
(w) Dissolved Organic Carbon (DOC)	g	2,59E-02	2,78E-02	9,92E-03	8,18E-03		2,59E-04		9,47E-03	0,00		-1,95E-03		0,00	0,00	- 0,00
(w) Edetic Acid (EDTA, C10H16N2O8)	g	-1,47E-07	6,08E-07	1,93E-07	4,12E-07		2,66E-09			-		-7,55E-07		0,00	0,00	- 0,00
(w) Ether (unspecified)	g	2,49E-04	2,49E-04		-		2,49E-04			-		3,05E-10		-	0,00	0,00
(w) Ethyl Benzene (C6H5C2H5)	g	1,11E-03	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	1,06E-03	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Ethylbenzene (C6H5C2H5)	g	1,12E-07	1,12E-07	1,12E-07						-				-	-	-
(w) Fluorides (F-)	g	5,80E-03	6,94E-03	2,73E-03	1,64E-03		7,71E-05		2,50E-03	0,00		-1,19E-03		0,00	0,00	- 0,00
(w) Formaldehyde (CH2O)	g	9,94E-10	0,00	3,81E-10	3,14E-10	-	0,00	-	3,64E-10	0,00		-7,56E-11		0,00	0,00	- 0,00
(w) Hexachloroethane (C2Cl6)	g	1,38E-13	0,00	0,00	4,37E-14		1,39E-15		0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Hydrazine (N2H4)	g	-6,75E-08	0,00	0,00	1,89E-07	-	0,00	-	-	-	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Hydrocarbons (unspecified)	g	9,10E-02	0,09	0,09	2,59E-05		0,01	-	1,09E-06	0,00	-	0,00		0,00	0,00	0,00
(w) Hypochlorite (ClO-)	g	2,36E-05	2,53E-05	9,04E-06	0,00		2,36E-07		8,62E-06	0,00		-1,79E-06		0,00	0,00	- 0,00
(w) Hypochlorous Acid (HClO)	g	2,36E-05	0,00	0,00	7,45E-06	-	0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Inorganic Dissolved Matter (unspecified)	g	1,83E-03	0,00	0,00	9,16E-06		0,00	-	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	0,00
(w) Iode (I-)	g	4,60E-03	0,01	0,00	8,59E-04		7,12E-05		4,40E-03	0,00		-1,43E-03		0,00	0,00	- 0,00
(w) Iodine (I-)	g	4,75E-08	0,00	0,00	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-
(w) Iron (Fe++, Fe3+)	g	2,48E-01	0,25	7,38E-02	0,15		0,00	-	2,25E-02	0,00	-	0,00		0,01	0,02	- 0,01
(w) Lead (Pb++, Pb4+)	g	1,34E-03	1,49E-03	1,17E-03	2,18E-04		3,50E-06		9,53E-05	0,00		-1,48E-04		0,00	0,00	- 0,00
(w) Lithium Salts (Lithine)	g	-7,55E-09	3,12E-08	9,94E-09	2,11E-08		1,37E-10			-		-3,88E-08		0,00	0,00	- 0,00
(w) Magnesium (Mg++)	g	5,72E-02	6,78E-02	8,77E-03	0,01		5,62E-03		4,14E-02	0,00		-1,42E-02		0,00	0,00	- 0,04
(w) Manganese (Mn II, Mn IV, Mn VII)	g	2,52E-03	0,00	0,00	9,55E-04		4,05E-05		2,44E-03	0,00		-1,60E-03		0,00	0,00	- 0,00
(w) Mercury (Hg+, Hg++)	g	1,06E-03	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	0,00
(w) Metals (unspecified)	g	5,93E-01	5,90E-01	0,58	2,72E-05		0,01	-	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	0,00
(w) Methane (CH4)	g	-1,98E-04	8,20E-04	2,61E-04	5,56E-04		3,59E-06			-		-1,02E-03		0,00	0,00	- 0,00
(w) Methylene Chloride (CH2Cl2)	g	4,77E-06	0,00	4,77E-06	-					-	-	-		-	-	-
(w) Methylene Chloride (CH2Cl2, HC-130)	g	2,54E-04	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Molybdenum (Mo II, Mo III, Mo IV, Mo V, Mo VI)	g	1,43E-05	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Morpholine (C4H9NO)	g	-7,15E-07	2,96E-06	0,00	2,00E-06		1,29E-08		-	-		-3,67E-06		0,00	0,00	- 0,00
(w) Nickel (Ni++, Ni3+)	g	1,32E-03	0,00	0,00	5,54E-05	-	0,00	-	1,54E-04	0,00		-2,02E-06		0,00	0,00	- 0,00
(w) Nitrate (NO3-)	g	4,67E-01	0,46	0,35	9,95E-03	-	9,11E-02		0,00	0,01		3,88E-03		0,01	0,01	0,00
(w) Nitrates (NO3-)	g	2,04E-01	2,04E-01	6,08E-06	-		2,04E-01			-				-	-	-
(w) Nitrite (NO2-)	g	5,81E-06	0,00	0,00	1,85E-06	-	5,85E-08		0,00	0,00		-3,60E-07		0,00	0,00	- 0,00
(w) Nitrites (NO2-)	g	1,24E-07	0,00	0,00						-	-	-		-	-	-
(w) Nitrogenous Matter (Kjeldahl, as N)	g	-3,01E-05	1,24E-04	0,00	8,43E-05	-	0,00	-	-	-	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Nitrogenous Matter (unspecified, as N)	g	4,04E+00	4,05E+00	1,13E-02	3,95E+00		6,06E-02		2,48E-02	0,00		-8,94E-03		0,00	0,00	- 0,02
(w) Oils (unspecified)	g	2,32E-01	2,41E-01	1,41E-01	2,80E-02		1,52E-02		5,69E-02	0,00		-1,28E-02		0,01	0,01	- 0,04
(w) Organic Dissolved Matter (chlorinated)	g	1,12E-03	1,12E-03	1,03E-03	2,45E-05		6,79E-05			-		2,53E-06		0,00	0,00	0,00
(w) Organic Dissolved Matter (unspecified)	g	4,34E-02	4,34E-02	4,16E-02	0,00		0,00	-	4,76E-07	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Organic Matter (unspecified)	g	1,14E-02	0,01	0,00	-	-	0,01	-	-	-	-	0,00		-	0,00	0,00
(w) Oxalic Acid ((COOH)2)	g	-2,94E-07	0,00	3,87E-07	8,24E-07		5,32E-09			-		-1,51E-06		0,00	0,00	- 0,00
(w) Phenol (C6H5OH)	g	9,98E-03	0,01	4,32E-03	1,15E-03	-	0,00	-	0,01	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
(w) Phosphates (PO4 3-, HPO4--, H2PO4-, H3PO4, as P	g	1,28E-02	0,01	0,01	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	0,00
(w) Phosphorus (P)	g	2,00E-04	2,43E-04	1,50E-05	3,85E-05		3,05E-06		1,86E-04	0,00		-6,00E-05		0,00	0,00	- 0,00
(w) Phosphorus Pentoxide (P2O5)	g	2,69E-06	1,36E-05	1,39E-06	2,96E-06		2,26E-09		9,20E-06	0,00		-1,09E-05		0,00	0,00	- 0,00
(w) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH, unspecified	g	8,32E-04	7,35E-04	3,76E-05	1,13E-04		9,28E-06		5,75E-04	0,00		4,21E-05		0,00	0,00	0,00
(w) Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (unspecified)	g	-2,29E-04	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	- 0,00		-	-	- 0,00
(w) Potassium (K+)	g	2,18E-01	0,26	0,02	0,04	-	0,01	-	0,20	0,02	-	- 0,06		0,02	0,02	- 0,17

System: Sac Biodégradable (à base d'amidon de maïs)

	Flow	Units	TOTAL	Production	Polycaprolactone	Amidon de maïs	Colle	Encre	Pigment	Sac biodegradable: Fabrication	Transport	Utilisation	Fin de vie	100%D 100% I sans VE	Fin de vie	Fin de vie	Fin de vie
	(w) Rubidium (Rb+)	g	4,60E-04	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Salts (unspecified)	g	5,31E-01	4,88E-01	0,15	3,08E-01	-	0,00	-	0,03	0,00	-	0,04		0,01	0,10	0,08
	(w) Saponifiable Oils and Fats	g	2,24E-01	0,27	0,01	0,04	-	0,00	-	0,21	0,02	-	- 0,07		0,02	0,02	- 0,19
	(w) Selenium (Se II, Se IV, Se VI)	g	1,50E-05	4,05E-05	0,00	1,52E-05		0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Silicon Dioxide (SiO2)	g	8,06E-05	0,00	0,00	2,55E-05		8,07E-07		2,95E-05	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Silver (Ag+)	g	2,76E-05	3,36E-05	0,00	5,15E-06		0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Sodium (Na+)	g	3,12E+01	3,41E+01	2,04E+00	2,80E+00		1,53E+01		1,39E+01	1,32		-4,18E+00		1,17	2,29	- 11,38
	(w) Strontium (Sr II)	g	2,79E-01	3,40E-01	1,74E-02	5,25E-02		4,30E-03		2,66E-01	0,03		-8,71E-02		0,02	0,02	- 0,23
	(w) Sulphate (SO4--)	g	4,15E+00	4,67	1,03	0,82	-	2,30	-	0,53	0,04	-	- 0,56		0,40	0,93	- 1,90
	(w) Sulphates (SO4--)	g	2,79E-01	2,79E-01	4,01E-03			2,75E-01			-				-	-	-
	(w) Sulphide (S--)	g	2,84E-03	3,01E-03	2,11E-03	1,42E-04		4,00E-05		7,16E-04	0,00		-2,31E-04		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Sulphides (S--)	g	1,69E-07	1,69E-07	1,69E-07	-					-	-	-		-	-	-
	(w) Sulphite (SO3--)	g	2,54E-07	0,00	3,66E-07	6,03E-07		6,99E-09		1,42E-07	0,00		-8,65E-07		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Sulphites (SO3--)	g	8,22E-09	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
	(w) Sulphurated Matter (unspecified, as S)	g	9,53E-09	0,00	0,00	1,70E-09		1,35E-10		0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Suspended Matter (unspecified)	g	7,25E+00	7,36E+00	2,41E+00	3,08		1,27E+00		5,97E-01	0,00		-1,14E-01		0,05	0,05	- 0,33
	(w) Tars (unspecified)	g	1,03E-08	1,03E-08	8,70E-10	2,00E-09		6,02E-11		7,35E-09	0,00		-2,95E-10		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Tetrachloroethylene (C2Cl4)	g	3,74E-07	3,64E-10	1,30E-10	1,07E-10		3,39E-12		1,24E-10	0,00		3,74E-07		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Tin (Sn++, Sn4+)	g	5,62E-04	0,00	2,14E-08	4,55E-08	-	0,00	-		-	-	0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Titanium (Ti3+, Ti4+)	g	8,43E-04	0,00	3,28E-04	2,74E-04		8,52E-06		3,09E-04	0,00		-7,72E-05		0,00	0,00	- 0,00
	(w) TOC (Total Organic Carbon)	g	6,85E-01	0,77	0,16	1,78E-01		8,38E-03		0,42	0,03	-	- 0,12		0,03	0,03	- 0,31
	(w) Toluene (C6H5CH3)	g	5,31E-03	0,01	0,00	1,03E-03	-	0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Tributyl Phosphate ((C4H9)3PO4, TBP)	g	-2,79E-06	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	-	-	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Trichlorethane (1,1,1-CH3CCl3)	g	1,62E-11	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-
	(w) Trichloroethane (1,1,1-CH3CCl3)	g	7,46E-10	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Trichloroethylene (CCl2CHCl)	g	4,80E-07	0,00	0,00	6,63E-09	-	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Trichloroethylene (CHClCl2)	g	4,45E-10	0,00	0,00			-	-		-				-	-	-
	(w) Triethylene Glycol (C6H14O4)	g	2,59E-02	2,78E-02	9,92E-03	0,01		2,59E-04		9,47E-03	0,00		-1,97E-03		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Vanadium (V3+, V5+)	g	2,90E-06	9,04E-05	2,25E-05	0,00		5,90E-07		1,83E-05	0,00		-8,93E-05		0,00	0,00	- 0,00
	(w) Vinyl Chloride (CH2CHCl)	g	1,03E-03	0,00	1,03E-03	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-
	(w) VOC (Volatile Organic Compounds)	g	1,61E-02	0,02	9,67E-04	0,00		0,00	-	1,54E-02	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
	(w) Water (unspecified)	litre	2,57E+01	12,39	1,87E-01	0,40		11,49	-	3,14E-01	0,00	-	13,30		0,00	27,87	27,04
	(w) Water: Chemically Polluted	litre	1,15E+01	7,87	5,89E+00	0,13		0,03	-	1,81E+00	0,01	-	3,62		2,34	6,49	4,75
	(w) Water: Thermally Polluted (only)	litre		-		-		-	-		-	-	-		-	-	-
	(w) Xylene (C6H4(CH3)2)	g	4,35E-02	5,29E-02	2,70E-03	0,01		6,72E-04		4,14E-02	0,00		-1,34E-02		0,00	0,00	- 0,04
	(w) Zinc (Zn++)	g	2,08E-03	0,00	1,28E-03	0,00		0,00	-	4,19E-04	0,00	-	0,00		0,00	0,00	- 0,00
	_Goods packed	**liters**	**9 000**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**9 000**	**-**		**-**	**-**	**-**
	Recovered Matter (total)	kg	4,28E-02	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	0,04		0,00	0,09	0,08
	Recovered Matter (unspecified)	kg	3,67E-02	0,00	0,00	1,75E-04		0,00	-	3,79E-04	0,00	-	0,04		0,00	0,07	0,07
	Recovered Matter: Ash	kg	5,64E-06	0,00	-	5,64E-06				-	-		1,78E-10		-	0,00	0,00
	Recovered Matter: Bottom Ash	kg				-					-				-	-	-
	Recovered Matter: Iron Scrap	kg	6,23E-03	7,22E-06	2,30E-06	0,00		3,16E-08			-		6,22E-03		0,00	0,01	0,01
	Recovered Matter: Paraffin Wax	kg	2,14E-04	0,00		2,14E-04					-	-	0,00		-	0,00	0,00
	Recovered Matter: Steel Scrap	kg	2,19E-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00		0,00	0,00	0,00
	Waste (hazardous)	kg	4,03E-03	0,00	2,07E-03	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	Waste (incineration)	kg	4,33E-04	4,71E-04	1,14E-05	1,14E-05		4,48E-04			0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	Waste (municipal and industrial)	kg	1,13E-02	0,01	0,01	4,05E-05		9,47E-04		4,28E-05	0,00		1,01E-03		0,00	0,00	0,00
	Waste (total)	kg	2,91E+00	2,77E-01	1,03E-01	0,04		0,02	-	1,11E-01	0,00		2,63E+00		5,38	0,18	- 0,29
	Waste (unspecified)	kg	-5,85E-02	1,35E-03	2,14E-04	2,98E-04		6,85E-04		1,58E-04	0,00		-5,99E-02		0,00	0,00	- 0,14
	Waste (unspecified, to incineration)	kg	2,18E-03	0,00	0,00	8,96E-04	-	0,00	-	2,58E-04	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	Waste: Highly Radioactive (class C)	kg	-1,90E-07	7,78E-07	2,48E-07	5,27E-07		3,41E-09					-9,69E-07		0,00	0,00	- 0,00
	Waste: Intermediate Radioactive (class B)	kg	-1,45E-06	5,94E-06	1,89E-06	4,03E-06		2,60E-08					-7,40E-06		0,00	0,00	- 0,00
	Waste: Low Radioactive (class A)	kg	2,65E-04	4,05E-04	3,72E-05	9,55E-05		4,62E-06		2,68E-04	2,58E-05		-1,66E-04		0,00	0,00	- 0,00
	Waste: Mineral (inert)	kg	8,81E-01	2,11E-01	6,82E-02	3,17E-02		1,54E-02		9,54E-02	9,67E-05		6,70E-01		1,38	0,17	- 0,10
	Waste: Mining	kg	-1,62E-02	0,07	0,02	0,04	-	0,00	-	-	-	-	- 0,08		0,00	0,06	- 0,20
	Waste: Non Mineral (inert)	kg	2,04E+00	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	2,04		4,00	0,00	0,00
	Waste: Non Toxic Chemicals (unspecified)	kg	7,10E-03	0,01	0,01	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	0,00
	Waste: Radioactive	kg	-6,04E-06	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	0,00	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,00
	Waste: Radioactive (unspecified)	kg	5,08E-05	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	0,00	0,00	-	0,00		0,00	0,00	- 0,00
	Waste: Slags and Ash (unspecified)	kg	1,99E-02	0,04	0,01	0,01	-	0,00	-	0,01	0,00	-	- 0,02		0,00	0,00	- 0,04
	Waste: Treatment	kg	-6,67E-04	0,00	0,00	0,00	-	0,00	-	-	-	-	- 0,00		0,00	0,00	- 0,01
Reminders:	E Feedstock Energy	MJ	31	104,45	101,23	- 0,10	-	3,45	-	- 0,13	- 0,00	-	- 73,92		0,08	- 144,96	- 151,75
	E Fuel Energy	MJ	220	166	75	33	-	4	-	54	2	-	52		2,18	153,09	96,88
	E Non Renewable Energy	MJ	243	263	175	32	-	8	-	49	2	-	- 22		2,23	7,80	- 53,82
	E Renewable Energy	MJ	6	6	1	1	-	0	-	5	0	-	- 0		0,03	0,33	- 1,04
	E Total Primary Energy	MJ	250	270	176	33	-	8	-	54	2	-	- 22		2,27	8,13	- 54,87
	Electricity	MJ elec	35	34	11	3	-	0	-	20	0	-	1		0,15	2,02	0,82