

L'impact du cycle de vie des plastiques sur la consommation d'énergie et sur les émissions de Gaz à Effet de Serre en Europe

Rapport de synthèse

Traduction française Février 2011
(document anglais publié en Juin 2010)

Auteurs:

Harald Pilz

Bernd Brandt

Roland Fehringer



Sommaire du rapport de synthèse

0	Préambule de PlasticsEurope : exposé des motifs de cette étude.....	4
1	Introduction.....	6
2	Résumé de la 1ère partie: l'impact du cycle de vie des plastiques sur la consommation d'énergie et sur les émissions de gaz à effet de serre en Europe - les effets dans l'hypothèse où les plastiques seraient remplacés.....	8
2.1	But et méthodologie	8
2.2	Données de base	8
2.3	Résultats	10
3	Résumé de la 2ème partie : autres arguments sur les avantages des plastiques en termes d'efficacité énergétique et de protection du climat.....	13
3.1	But et méthodologie	13
3.2	Faits et chiffres exemplaires	13
3.2.1	Amélioration de la production des plastiques et des produits en plastique au fil du temps.....	14
3.2.2	Avantages de l'amélioration des propriétés d'isolation (des plastiques)	14
3.2.3	Avantages des produits en plastique pour la production des énergies renouvelables.....	14
3.2.4	Effets des ressources renouvelables sur l'énergie et les émissions de GES	15
3.2.5	Avantages du recyclage et de la valorisation en termes d'économie d'énergie et de réduction des émissions de GES ...	15
3.2.6	Stratégies comparées de valorisation des déchets : « conformité à toutes les directives EU sur les produits » et « arrêt de la mise en décharge »	16
3.2.7	Part des produits en plastique dans l'empreinte carbone totale du consommateur.....	17
3.3	Estimations et arguments semi-quantitatifs	18
3.3.1	Effets des pertes de produits alimentaires évitées sur l'énergie et les émissions de GES	18
3.3.2	Avantages en termes d'énergie et d'émissions de GES liés à l'innovation, aux modifications de conception et à la dématérialisation	19
3.3.3	« Bilan carbone » estimé pour le marché total des produits en plastique en 2007 et à l'horizon 2020	19
4	Conclusions.....	21
5	Bibliographie.....	24
6	ANNEXE A : Quelques tableaux et chiffres importants.....	25
7	ANNEXE B : Rapports de revue critique.....	34



Abréviations

ABS	Acrylonitrile butadiène-styrène
BTP	Bâtiment et travaux publics
DEEE	Déchets d'équipements électriques et électroniques
Eq.-CO ₂	Equivalent massique de dioxyde de carbone
E&E	Electricité et Electronique
EPS	Mousse de polystyrène expansé
GES	Gaz à Effet de Serre
HIPS	Polystyrène modifié choc
ACV	Analyse du cycle de vie
UIOM	Unité d'Incinération des Ordures Ménagères
PE	Polyéthylène
PEbdL	Polyéthylène basse densité linéaire
PEhd	Polyéthylène haute densité
PET	Poly(téréphtalate d'éthylène)
PE-X	Polyéthylène réticulé
PLA	Acide polylactique
PMMA	Poly(méthacrylate de méthyle)
PP	Polypropylène
PRG	Pouvoir de réchauffement global
PS	Polystyrène
PUR	Polyuréthane
UE	Union Européenne
UE27+2	Les 27 Etats-membres de l'UE plus la Norvège et la Suisse
Valeur U	Mesure de conductibilité thermique
XPS	Mousse de polystyrène extrudée

Format des nombres 1.000,00 : les nombres mentionnés dans ce rapport sont présentés en format européen (1 000,00) et non en format anglo-saxon (1,000.00) dans lequel le point et la virgule ont un emploi inverse. Dans ce rapport, la virgule est le séparateur décimal et le point est le séparateur des milliers.



0 Préambule de PlasticsEurope : exposé des motifs de cette étude

Par rapport à d'autres matériaux, les plastiques souffrent généralement d'une mauvaise image auprès du public quant à leur impact sur l'environnement et aux ressources qu'ils consomment. Cette étude, comme d'autres précédentes, a été motivée par le souci d'évaluer l'impact réel d'exemples-types de produits en plastique sur la totalité de leur cycle de vie et de mettre en évidence le fait que, dans de nombreux cas, l'utilisation des plastiques contribue en réalité à économiser des ressources.

Cette étude, qui s'attache plus particulièrement aux effets sur l'utilisation de l'énergie et sur le changement climatique, considère les produits en question sur la totalité de leur cycle de vie.

Bien qu'un produit en plastique puisse, dans bien des cas, se comporter mieux que son homologue fabriqué en d'autres matériaux, cette étude n'entend nullement plaider en faveur d'une supériorité générale des plastiques en tant que matériaux. Chaque matériau possède des caractéristiques qui le rendent plus ou moins bien adapté à une application donnée. Dans de nombreux cas, c'est en fait une combinaison de matériaux différents (par exemple un film plastique revêtu d'aluminium utilisé dans certains emballages) qui fournira la solution la plus efficace en termes d'utilisation des ressources.

Il se peut en outre que le choix d'un matériau pour une application donnée dépende de facteurs étrangers au cadre de cette étude, comme son impact sur les déchets sauvages ou son traitement par un système de valorisation spécifique. La solution à privilégier est aussi, souvent différente en fonction des pays et peut dépendre de la proportion entre les applications à usage unique et celles qui sont réutilisables.

Les exemples d'application des plastiques qui font l'objet de cette étude reposent tous sur des plastiques produits à partir de ressources fossiles. Bien qu'il existe actuellement des plastiques produits à partir de ressources renouvelables, leurs parts de marché sont encore insuffisantes pour qu'ils exercent un effet significatif sur des résultats ou conclusions à caractère global.

Toutefois, il n'est pas inutile d'évoquer l'importance du futur rôle que pourraient jouer les ressources renouvelables dans l'industrie des matières plastiques. Deux types de plastiques sont concernés. D'un côté, les monomères qui permettent de fabriquer de nouveaux polymères comme le PLA, l'enjeu commercial étant alors de pouvoir concurrencer les plastiques de grande diffusion en termes de coûts de production et d'adaptation des matériels de transformation; De l'autre, les monomères de grande diffusion, comme l'éthylène (ou les dérivés de l'éthylène), fabriqués à partir d'éthanol provenant de ressources renouvelables, ces monomères pouvant ensuite être utilisés pour produire les grades connus de polyéthylène dans les installations de polymérisation actuelles. Dans les deux cas, les processus chimiques sont bien établis, mais le facteur-clé à considérer reste la quantité d'énergie (non renouvelable) consommée par l'ensemble de la filière de fabrication.



L'ampleur du champ de l'étude, qui embrasse toutes les applications des matières plastiques en Europe, a obligé à recourir à de nombreuses hypothèses et extrapolations. Il n'en reste pas moins que nous pensons que les conclusions générales qui s'en dégagent sont d'une validité suffisante – confirmée par le processus de revue critique qui a accompagné l'étude – pour convaincre les décideurs du fait que l'utilisation de plastiques même issus de ressources fossiles contribue de manière importante à l'atteinte des objectifs d'efficacité énergétique et de protection du climat.

Nous espérons que, par cette étude, les décideurs réaliseront que les matières premières « renouvelables » ne doivent pas faire l'objet d'une préférence systématique, mais qu'il conviendrait plutôt de réfléchir en terme de « cycle de vie » pour évaluer les différentes options.

Il convient de noter que les exemples d'applications des plastiques étudiés n'impliquent aucune préséance d'un plastique sur un autre. Leur choix a été dicté par la disponibilité des informations en provenance des diverses sources, mais ces exemples couvrent en fait la plupart des plastiques de grande consommation.



1 Introduction

La fabrication de produits en plastique consomme des ressources énergétiques. A l'heure actuelle, ces ressources proviennent presque intégralement de sources non renouvelables dont l'utilisation s'accompagne d'émissions de gaz à effet de serre (ou « GES »). Toutefois, la consommation d'énergie et les émissions de GES seraient encore plus importantes si les produits en plastique étaient remplacés par des produits fabriqués à partir d'autres matériaux. Ce fait a été établi par l'étude GUA/denkstatt datée de 2004/2005 [Pilz *et al.*, 2005].

En outre, indépendamment de toute comparaison avec d'autres matériaux, certains produits en plastique permettent en eux-mêmes d'économiser de l'énergie pendant leur cycle de vie. C'est le cas par exemple des matériaux d'isolation (ceci valant pour tous les matériaux d'isolation), des pales d'éolienne, des matériaux d'emballage alimentaire qui permettent de diminuer les pertes de produits frais ou contribuent à préserver les produits durables (ceci valant dans une certaine mesure pour d'autres matériaux d'emballage), des produits nouveaux qui remplacent des produits plus lourds, ainsi que des produits intégrant des améliorations grâce à l'innovation, à des modifications de conception ou de la dématérialisation.

L'étude intitulée « L'impact du cycle de vie des plastiques sur la consommation d'énergie et sur les émissions de GES en Europe » est composée de deux parties :

la 1^{ère} partie est une mise à jour de l'étude GUA/Denkstatt détaillée mentionnée plus haut, laquelle couvre l'ensemble du marché européen des produits en plastique (remplaçables) en s'appuyant sur 32 études de cas et dresse un comparatif, en termes de consommation d'énergie et d'émissions de GES sur tout le cycle de vie des produits, entre les plastiques et **la gamme** de leurs matériaux de remplacement disponibles sur le marché ;

la 2^{ème} partie présente d'autres arguments sur les avantages actuels et futurs des plastiques en termes d'amélioration de l'efficacité énergétique et de la protection du climat. «En mettant les choses en perspective » nous espérons répondre aux préoccupations et aux préjugés du public et du monde politique.

Pour réaliser cette étude, PlasticsEurope et Denkstatt ont opté de concert pour le principe du « 80/20 » qui consiste à couvrir 80% des résultats moyennant 20% de l'effort qui serait requis pour une étude plus complète. L'application de ce principe implique de poser quelques grandes hypothèses et s'accompagne d'implications qui peuvent être résumées comme suit :

- en raison de leur caractère hautement prioritaire dans les politiques de l'UE, l'étude s'est limitée à l'estimation de la consommation énergétique et des émissions de gaz à effet de serre ;
- ses résultats donnent des indications sur l'état de l'art et sur leurs tendances dans chacun des secteurs d'application et, et non sur des produits en particulier ;
- l'étude n'établit pas de comparatif détaillé en termes d'ACV entre les plastiques et les matériaux de substitution d'applications *isolées*,



mais présente une estimation réaliste de l'impact global de l'ensemble du marché des produits en plastique envisagés sur la totalité de leur cycle de vie.

Les deux parties de l'étude ont été soumises à l'examen critique de Madame Adisa Azapagic, professeur de génie chimique durable à l'Ecole de Génie chimique et de Science analytique de l'Université de Manchester (Grande-Bretagne), ainsi que de Roland Hischer, membre du Laboratoire Technologie & Société de l'EMPA qui est le laboratoire fédéral d'essais et de recherche sur les matériaux situé à Saint-Gall en Suisse (les rapports de revue critique sont fournis en annexe).



2 Résumé de la 1ère partie: l'impact du cycle de vie des plastiques sur la consommation d'énergie et sur les émissions de gaz à effet de serre en Europe - les effets dans l'hypothèse du remplacement des plastiques

2.1. But et méthodologie

La première partie de l'étude a pour but d'actualiser l'étude GUA/Denkstatt détaillée de 2004/2005 (« La contribution des plastiques à l'utilisation efficace des ressources ») qui couvrait la totalité du marché des produits en plastique (théoriquement remplaçables) en s'appuyant sur 32 études de cas avec une répartition par polymères représentative de l'ensemble du marché [Pilz *et al.*, 2005]. A l'aide d'un modèle de calcul détaillé, cette étude quantifiait les effets sur la consommation d'énergie et les émissions de GES dans l'hypothèse où le plastique utilisé dans les produits serait remplacé par divers autres matériaux courants, réalistement capables de servir de substituts. Cette étude a permis de calculer l'économie globale réalisable en termes de consommation d'énergie et d'émissions de GES pour la totalité des produits plastiques en Europe.

L'actualisation a porté sur l'élargissement de la zone géographique concernée, de l'UE15+2 à l'UE27+2 (Norvège et Suisse), sur l'intégration des nouveaux chiffres de volume des secteurs d'application et sur de nombreuses données de masse, d'énergie et d'émissions de GES dans les différentes phases du cycle de vie des produits.

L'étude a néanmoins appliqué le principe du « 80/20 » selon lequel ses auteurs ont visé à couvrir 80% des facteurs d'influence moyennant 20% de l'effort qui serait nécessaire pour une étude plus complète. Cette méthode permet d'obtenir un degré élevé de fiabilité sur l'ordre de grandeur des résultats globaux, mais pas sur tous les chiffres spécifiques de tous les cas étudiés pour lesquels, en vertu du « 80/20 », il a fallu poser de nombreuses (mais raisonnables) hypothèses pour les données difficilement disponibles.

2.2. Données de base

Selon PlasticsEurope, les transformateurs de l'UE27+2 ont consommé 52.500.000 tonnes de polymères et résines plastiques en 2007 [PlasticsEurope, 2008]. Ces 52,5 Mt comprennent les « produits et applications en plastique » et les « applications non-plastiques », ces dernières faisant référence aux polymères et aux thermodurcissables qui sont utilisés pour fabriquer des fibres, des produits de revêtement, des colles, des mastics d'étanchéité, etc. (les fibres ne sont pas comprises dans les 52,5 Mt). La présente étude s'attache aux « produits en plastique » et ne tient pas compte des fibres, produits de revêtement, colles et mastics qui ne sont pas considérés comme tels par le public, la sphère politique ou dans le cadre des analyses de déchets. Elle ne tient pas compte non plus des produits fabriqués en d'autres plastiques thermodurcissables que le PUR



(moins de 10% de tous les produits en plastique), car les données sur leur répartition dans les grands secteurs d'application sont insuffisantes. Ces considérations amènent au chiffre de 46.430.000 tonnes pour la demande de matières plastiques de la part des transformateurs européens (UE27+2) en 2007 [PEMRG, 2009], chiffre qui a été retenu comme base pour les calculs ultérieurs.

Pour les calculs sous-jacents à ce rapport, les cas étudiés concernent exclusivement les secteurs dans lesquels les plastiques sont remplaçables. Il est apparu que pour environ 16% du marché total des produits en plastique, la substitution par d'autres matériaux n'était réellement pas praticable, sauf à procéder à d'importantes modifications de conception, de fonction, de service rendu ou de procédé.

Un total de 173 produits a été analysé. Dans chaque étude de cas représentative d'un groupe de produits, jusqu'à 6 polymères et 7 matériaux de substitution possibles ont été considérés (voir tableaux 3 et 4 en annexe).

	Marché total		Couverture			Couverture		
	Volume de marché	Part de marché	Non remplaçables	Remplaçables non couverts par l'étude	Remplaçables couverts par l'étude	Non remplaçables	Remplaçables non couverts par l'étude	Remplaçables couverts par l'étude
	1.000 tonnes	% du marché total	% du secteur	% du secteur	% du secteur	% du marché total	% du marché total	% du marché total
Emballage	19.180	41,3%	2%	0%	98%	0,9%	0,0%	40,5%
BTP-tubes	2.830	6,1%	0%	0%	100%	0,0%	0,0%	6,1%
BTP-autres	7.050	15,2%	0%	53%	47%	0,0%	8,1%	7,1%
E&E	2.590	5,6%	56%	27%	18%	3,1%	1,5%	1,0%
Automobile	3.700	8,0%	55%	0%	45%	4,3%	0,0%	3,6%
Ménager	1.840	4,0%	0%	50%	50%			
Ameublement	1.470	3,2%	0%	50%	50%	0,0%	1,6%	1,6%
Médical	630	1,3%	50%	30%	20%	0,7%	0,4%	0,3%
Chaussures	410	0,9%	0%	56%	44%	0,0%	0,5%	0,4%
Autres secteurs	6.700	14,4%	50%	50%	0%	7,2%	7,2%	0,0%
Marché total	46.400	100%				16,2%	21,2%	62,5%

Tableau 1 : Segments de marché des produits plastiques non remplaçables ; couverture des plastiques remplaçables par études de cas (les volumes de marché sont ceux de l'année 2007 [PEMRG, 2009])

Calcul du bilan énergétique et du bilan des émissions de GES sur le cycle de vie :

Les chiffres relatifs à la phase de production des produits en plastique proviennent pour l'essentiel des « écoprofiles » publiés par PlasticsEurope. Ceux des matériaux de substitution proviennent de la base de données Ecoinvent [2007] ou de sources similaires.

S'agissant de la phase d'utilisation, le calcul porte sur les cas dans lesquels les impacts énergétiques et émissifs de GES des produits en plastique sont différents de ceux des produits de substitution. Les facteurs pris en compte sont principalement ceux de la consommation de carburant pour le transport, des pertes de produits alimentaires évitées, des différences de

propriétés thermo-isolantes et des économies de carburant du fait du moindre poids des pièces automobiles en plastique.¹

Les économies d'énergie (+) et les besoins d'énergie supplémentaires (-) pour les produits en plastique par rapport aux matériaux de substitution, répartis par grands secteurs d'application et par phases de cycle de vie production, utilisation et gestion des déchets, sont présentés en annexe, figure 4.

Les conditions de gestion des déchets reposent sur les chiffres de 2007. Le détail des données utilisées pour le modèle de substitution et la gestion des déchets est présenté en annexe (tableaux 5 et 6).

2.3. Résultats

Les résultats démontrent que la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre augmenteraient de manière importante si les produits en plastiques devaient être remplacés au maximum des possibilités théoriques par des produits en matériaux de substitution.

En d'autres termes, les produits en plastique qui ont remplacé des produits en matériaux classiques contribuent à économiser l'énergie et à réduire les émissions de gaz à effet de serre.

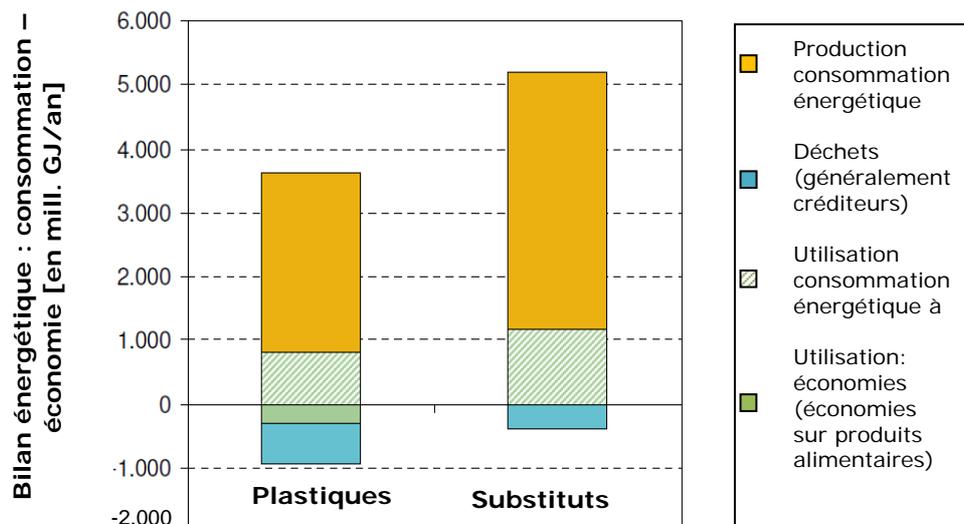


Figure 1 : Bilan énergétique sur le cycle de vie des produits en plastique (cas étudiés : couverture du marché = 63%) et de leurs substituts potentiels, décomposé par phases de cycle de vie production, utilisation et gestion des déchets. Les valeurs positives se rapportent à l'énergie consommée, les négatives aux économies d'énergie correspondant à l'évitement des pertes de produits alimentaires, à la production primaire économisée (par le recyclage) et à la production d'électricité et de chaleur économisée (par la valorisation énergétique).

¹ Pour les économies d'énergie et la réduction des émissions de GES par les plastiques d'isolation dans le bâtiment, voir la 2^{ème} partie de cette étude (exclues de la 1^{ère} partie du fait que d'autres matériaux permettent normalement des résultats similaires).



En 2007 par exemple, **le remplacement du plastique** dans toute l'Europe (UE27+2) **dans les cas étudiés** se serait traduit par une augmentation de la **consommation énergétique sur le cycle de vie** de l'ordre de **2140 millions GJ par an** et par une augmentation des **émissions de GES** de **100 Mt d'équivalent-CO₂ par an**.

Les économies d'énergie imputables à l'utilisation des plastiques dépendent fortement du secteur d'application, celui de l'emballage étant de loin le plus important. Une **estimation prudente de l'impact de l'ensemble du marché des plastiques a été réalisée par extrapolation** sur la base de seulement la moitié des économies d'énergie et de la réduction des émissions de GES des exemples cités.

Il en résulte que, sur le cycle de vie, l'énergie totale requise pour fabriquer, utiliser et récupérer les produits en plastique en Europe (UE27+2) est égale à 4300 millions GJ/an, avec des émissions de GES égales à 200 Mt/an.² On peut en outre en conclure que **le remplacement au maximum des possibilités théoriques des produits en plastique par des matériaux de substitution consommerait un surcroît d'énergie de l'ordre de 57% (1500 à 3300 millions GJ/an)** par rapport à celle aujourd'hui utilisée sur le cycle de vie total de tous les produits en plastique. De même, ce remplacement se traduirait par une **augmentation des émissions de GES de 78 à 170 Mt, soit de l'ordre de 61%** (voir figure 2).

En d'autres termes, **les produits en plastique actuellement présents sur le marché ont permis d'économiser 2400 millions GJ d'énergie par an**, ce qui équivaut à 53 millions de tonnes de pétrole brut. **Les émissions de GES évitées (124 Mt/an)** équivalent au total des émissions de la Belgique en 2000 [UNFCCC, 2009] et à 39% de l'objectif de réduction de l'UE15 au titre du Protocole de Kyoto.

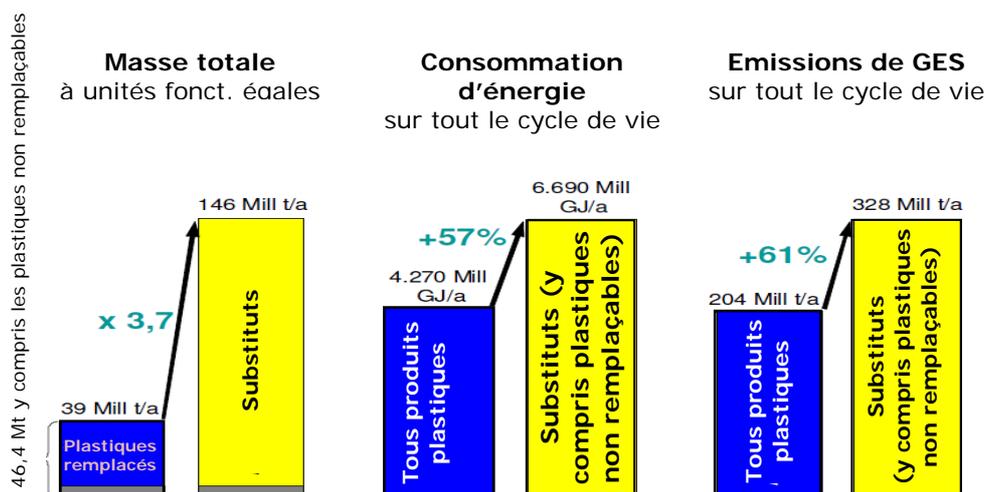


Figure 2 : Variation des chiffres de masse, consommation d'énergie et émissions de GES en cas de remplacement au maximum théorique des produits en plastique par des matériaux de substitution

² Ces chiffres comprennent également la consommation d'énergie et les émissions de GES dans la phase d'utilisation des produits, par exemple la consommation de carburant des véhicules en fonction de leur masse.



Très peu sont les produits en plastique qui consomment davantage d'énergie que leurs éventuels substituts. La plupart d'entre eux demandent moins d'énergie pour leur fabrication et, en outre, nombreux sont ceux qui permettent d'importantes économies d'énergie pendant leur utilisation. C'est en particulier le cas des pièces automobiles, des isolants utilisés dans le BTP³ et dans l'électrotechnique/électronique (E&E), ainsi que des applications de l'emballage. L'utilisation est généralement une phase importante du cycle de vie : en moyenne, sur le total du cycle de vie, elle représente 18% de la consommation énergétique pour les produits en plastique et 24% pour les autres matériaux. Si l'on exclut les produits dont la phase d'utilisation est sans effet, celle-ci représente en moyenne 31% de la consommation énergétique sur tout le cycle de vie des plastiques et des matériaux de substitution.

Les divers calculs, modifications, mises à jour et analyses de sensibilité effectués au cours de cette étude ont permis de constater que le nombre relativement grand des cas étudiés donne des résultats globaux très stables. Ceci s'explique par le fait que les variations d'une étude de cas sont faibles par rapport au marché global et que les améliorations qu'il est possible d'apporter aux données montrent une distribution aléatoire entre les plastiques et les matériaux de substitution. De plus, de nombreuses hypothèses sont délibérément conservatrices, c'est-à-dire que le biais des résultats est en faveur des matériaux de substitution.

³ Pour les économies d'énergie et la réduction des émissions GES dans le secteur du BTP, voir la 2^{ème} partie de cette étude (exclues de la 1^{ère} partie du fait que d'autres matériaux permettent normalement des résultats similaires).



3. Résumé de la 2ème partie : autres arguments sur les avantages des plastiques en termes d'efficacité énergétique et de protection du climat

3.1. But et méthodologie

La deuxième partie de l'étude avait pour but de donner d'autres preuves des avantages des plastiques en termes d'efficacité énergétique et de protection du climat, en s'appuyant sur l'amélioration de leurs performances au fil du temps (efficacité accrue des matériaux et de leur production), sur leurs propriétés d'isolation accrues, sur des exemples de produits en plastique dont les bénéfices à l'utilisation l'emportent sur les impacts lors de leur fabrication, ainsi que sur les bénéfices et l'efficacité des diverses stratégies de gestion des déchets. Sont également traités d'autres aspects comme le rôle des ressources renouvelables dans la fabrication des plastiques, la part des plastiques dans l'empreinte carbone du consommateur et la contribution des plastiques à la prévention des pertes de produits alimentaires, à l'innovation et à la dématérialisation.

A cet effet l'étude présente un résumé des informations sur les tendances, les amplitudes et les ordres de grandeur qui vise à répondre aux principales préoccupations et aux préjugés du public et du monde politique vis-à-vis des plastiques et de leur rôle dans les questions d'énergie et de changement climatique. Ces informations seront utiles au débat et pourront aider à « mettre les choses en perspective ».

Enfin, le tout est résumé sous la forme d'un « bilan carbone » des produits en plastique qui met en regard les émissions dues à leur production et les avantages de leur utilisation, aujourd'hui et à l'horizon 2020.

3.2. Faits et chiffres exemplaires

3.2.1 Amélioration de la production des plastiques et des produits en plastique au fil du temps

Afin d'évaluer les améliorations au fil du temps, on a comparé les données récentes et les données historiques pour six exemples-types de produits d'emballage et pour les profilés de fenêtre, puis on a évalué la réduction de masse par unité fonctionnelle, ainsi que l'énergie de production et les émissions de GES correspondantes.

On a considéré les produits d'emballage suivants : bouteille à milkshake, pot à crème fraîche, emballage de lait concentré en portions individuelles, flacon à lessive liquide, récipient grande contenance pour confiture et bouteille à eau minérale non gazeuse.

D'après les données récentes sur l'évolution dans le temps de ces emballages en plastique, la réduction de la consommation d'énergie et des émissions de GES due à l'allègement des unités fonctionnelles a atteint un maximum de 28% depuis 1991. Les résultats dus à l'amélioration des procédés de fabrication (avec un maximum de 5%) sont nettement inférieurs



à ceux de l'allègement, avec même un résultat « négatif » dans certains cas (voir tableau 7 en annexe).

S'agissant de l'évolution des cadres de fenêtre, l'amélioration des propriétés isolantes est le facteur dominant : la déperdition d'énergie à travers un cadre de fenêtre a été réduite des 2/3 par rapport à 1970. En l'espace de 30 ans, l'amélioration de l'efficacité des cadres de fenêtre s'est traduite par un gain sur la consommation d'énergie et les émissions de GES qui est respectivement sept fois et neuf fois supérieur aux chiffres homologues pour leur fabrication.

3.2.2 Avantages de l'amélioration des propriétés d'isolation (des plastiques)

Du comparatif de la 1^{ère} partie de cette étude entre les plastiques d'isolation d'une part, et la laine minérale et le verre cellulaire, d'autre part, il ressort que les premiers consomment en moyenne 16% d'énergie en moins et produisent 9% d'émissions de GES en moins que les seconds (y compris l'effet de cycle de vie des agents gonflants, mais à l'exclusion des économies d'énergie de chauffage et de climatisation qui sont les mêmes pour les plastiques et leurs substituts dans les unités fonctionnelles définies). Mais les considérations d'énergie et de GES ne sont pas les seuls critères de choix d'un matériau pour une application d'isolation donnée. Il est également nécessaire de procéder à une analyse de durabilité en fonction de l'impact environnemental, économique et social.

Quelque soit le matériau d'isolation considéré, l'énergie consommée pour sa fabrication représente typiquement moins de 1% de l'énergie totale consommée sur son cycle de vie. Les importantes économies d'énergie que permettent les matériaux d'isolation sont donc dégagées essentiellement pendant leur phase d'utilisation.

D'après les résultats d'une étude conduite par Denkstatt [Pilz et Mátra, 2006], les plastiques d'isolation permettent de considérables économies d'énergie pendant leur phase d'utilisation, l'énergie consommée pour leur fabrication étant « amortie » dès les quatre premiers mois de leur utilisation.

Le fait est que, sur la totalité de son cycle de vie, une plaque d'isolation en plastique permet d'économiser plus de 150 fois l'énergie qui a été consommée pour la fabriquer.

L'économie nette d'énergie dégagée par tous les plastiques employés durant l'année 2004 pour améliorer l'isolation dans le BTP est estimée se situer entre 9.500 et 19.000 millions GJ sur le cycle de vie et les émissions de GES ainsi évitées sont estimées se situer entre 536 et 1.120 millions d'équivalents-CO₂.

3.2.3 Avantages des produits en plastique pour la production des énergies renouvelables

Les plastiques jouent un rôle d'importance croissante dans la production des énergies renouvelables. Une éolienne et un film mince pour panneau photovoltaïque, dans lequel des semi-conducteurs sans silicium sont imprimés sur du film plastique, en sont deux exemples.

Eoliennes : dans la phase d'utilisation (l'énergie éolienne étant utilisée en remplacement des autres sources européennes d'électricité), les émissions



de GES sont 140 fois inférieures à celles de la phase de production lorsqu'un tiers⁴ de la réduction des émissions sont attribués au rotor (voir figure 5 en annexe).

Panneaux photovoltaïques : dans la phase d'utilisation (l'énergie solaire étant utilisée en remplacement des autres sources européennes d'électricité), les émissions de GES sont 340 fois inférieures à celles de la phase de production lorsqu'un quart⁵ de la réduction des émissions sont attribués au film plastique (voir figure 5 en annexe).

3.2.4 Effets des ressources renouvelables sur l'énergie et les émissions de GES

Deux catégories de plastiques peuvent être obtenues à partir de ressources renouvelables. Une première option consiste à produire de nouveaux monomères (comme l'acide lactique) pour fabriquer de nouveaux polymères, éventuellement biodégradables (p. ex. le PLA=Acide polylactique). L'enjeu commercial ici est de pouvoir concurrencer les plastiques de grande diffusion en termes d'économie de production et d'adaptation des matériels de transformation actuels. L'autre option consiste à fabriquer des monomères de grande diffusion, comme l'éthylène (ou des dérivés de l'éthylène), fabriqués à partir d'éthanol provenant de ressources renouvelables, ces monomères pouvant ensuite être utilisés pour produire les grades connus de polyéthylène dans les installations de polymérisation actuelles. Dans les deux cas, les processus chimiques sont bien établis, mais un facteur clé à considérer reste la quantité d'énergie (non renouvelable) consommée par l'ensemble de la filière de fabrication.

Plastiques fabriqués à partir de polymères biodégradables issus de ressources renouvelables

L'exemple des emballages fabriqués en PLA ou en PET illustre l'influence qu'exercent sur les émissions de GES (durant le cycle de vie) les conditions de production (en particulier rôle du mix énergétique) des produits en PLA, mais aussi et surtout, les options de gestion des déchets si l'on compare les plastiques classiques (PET) et les bioplastiques (PLA). Dans les conditions actuelles de gestion des déchets, les bouteilles en PET ont un impact moindre sur le réchauffement climatique que celles en PLA. Ce résultat pourrait être inversé si les bouteilles en plastique n'étaient plus mises en décharge. L'écart entre les minimas et les maximas d'émissions en équivalents-CO₂ dépend des conditions de gestion des déchets dans une très large mesure.

Plastiques fabriqués à partir d'éthanol issu de ressources renouvelables

Pour estimer les émissions de GES (en équivalent-CO₂) liées à la fabrication de film PEbd à partir d'éthylène issu de ressources renouvelables, comme base de réflexion sur le bien-fondé de l'option bioplastique, trois études récemment publiées [DfT, 2008], [Zah *et al.*, 2007] et [Baitz *et al.*, 2007] ont été examinées et comparées au film PEbd issu de ressources fossiles [Boustead, 2005].

⁴ Relatif aux trois composants principaux d'une éolienne

⁵ Relatif aux quatre composants principaux d'un panneau photovoltaïque



Dans tous les cas étudiés, les PRG (pouvoir de réchauffement global) se situent dans une plage qui est à la fois étendue et à peu près la même pour tous (voir figure 6 en annexe). Dans le cas du PEbd obtenu à partir de ressources renouvelables, la largeur de la plage dépend du type de ressource (maïs, blé, betterave sucrière, canne à sucre, etc.) et du type de traitement des déchets. Dans le cas du PEbd obtenu à partir de ressources fossiles, la plage est déterminée par le type de traitement des déchets.

En moyenne, le film PE renouvelable possède un avantage de 2 à 3 kg de CO₂ par kg de PE par rapport au film PE fossile. Toutefois, cet avantage peut varier considérablement selon la ressource qui a été utilisée pour produire le bioéthanol.

3.2.5 Avantages du recyclage et de la valorisation en termes d'économie d'énergie et de réduction des émissions de GES

Aujourd'hui, il conviendrait de systématiquement considérer les déchets plastiques comme une ressource secondaire de valeur, capable d'économiser l'énergie et de réduire les émissions de GES. L'exemple du recyclage du PEbd par les principaux procédés de recyclage et de valorisation ; à savoir le recyclage mécanique de déchets homogènes de polymère de PE, le recyclage des matières premières, la valorisation énergétique pour l'industrie et l'incinération des ordures ménagères, fournit une vue d'ensemble des avantages du recyclage et de la valorisation en termes d'économie d'énergie et de réduction des émissions de GES.

Toutes les options de recyclage et de valorisation se traduisent par un gain net sur les ressources énergétiques et sur les émissions de GES. Le recyclage mécanique, le recyclage des matières premières et la valorisation énergétique à haut rendement énergétique permettent aussi de réduire les émissions de GES (voir figure 8 en annexe). La valorisation énergétique des déchets plastiques dans les incinérateurs d'ordures ménagères et dans les conditions qui prévalent en moyenne actuellement en Europe, produit davantage d'émission de GES qu'elle n'en économise malgré leur contribution à la production d'électricité et de vapeur pour le chauffage urbain.

La figure 7 montre également que, lorsque le recyclage mécanique s'accompagne de pertes de matériau trop élevées ou lorsque la masse du matériau vierge substitué est très largement inférieure à celle du plastique recyclé, les avantages du recyclage peuvent devenir comparables, voire inférieurs à ceux du recyclage matières premières ou de la valorisation énergétique industrielle.

Pour l'avenir, il importe d'arrêter la mise en décharge des déchets plastiques et de les utiliser comme ressource secondaire de valeur dans les divers procédés de recyclage et de valorisation. Il conviendrait également d'améliorer le rendement énergétique des incinérateurs d'ordures ménagères.

3.2.6 Stratégies comparées de valorisation des déchets : « conformité à toutes les directives EU sur les produits » et « arrêt de la mise en décharge »

On a comparé les effets en termes d'économie d'énergie et de réduction des émissions de GES de deux stratégies de valorisation, à savoir :



1. la conformité à toutes les directives valorisation en UE concernant les déchets d'emballage, les DEEE et les véhicules hors d'usage (VHU), d'une part,
2. l'arrêt / l'interdiction de la mise en décharge de tous les déchets industriels et ménagers, d'autre part.

Les estimations ont porté sur :

- tous les déchets plastiques concernés,
- tous les matériaux concernés.

S'agissant des déchets plastiques et papier présents dans les flux de déchets mixtes, deux scénarios ont été envisagés :

- scénario A : incinération générale dans les installations de traitement des ordures ménagères,
- scénario B : valorisation énergétique et recyclage des matières premières de 50% des déchets plastiques et papier, incinération du reste.

D'après les résultats de ces estimations approchées, le gain sur la consommation d'énergie et sur les émissions de GES qui résulterait de la stratégie « arrêt de la mise en décharge » pourrait atteindre (selon le scénario considéré) respectivement 11 fois et 28 fois celui que permettrait la conformité à toutes les directives de l'UE concernant les déchets d'emballage, les DEEE et les VHU (voir figure 9 en annexe).

Les résultats indiquent également qu'il importe de séparer les fractions de déchets plastiques mélangés à fort pouvoir calorifique des autres déchets en vue de les traiter par les procédés de recyclage en matières premières ou de valorisation énergétique.

3.2.7 Part des produits en plastique dans l'empreinte carbone totale du consommateur

Le calcul de la part des produits en plastique dans l'empreinte carbone totale du consommateur s'est appuyé sur l'estimation chiffrée de cette dernière de l'étude Hertwich & Peters [2009] qui indique la valeur de 12,2 tonnes d'équivalent-CO₂ par personne dans l'UE27+2 en 2001. Nous avons posé l'hypothèse que cette valeur s'était accrue d'au moins 2% par an jusqu'en 2007, d'où une empreinte carbone totale par consommateur européen de 13,7 tonnes d'équivalent-CO₂ en 2007.

La 1^{ère} partie de cette étude indique qu'en 2007, 510 millions de personnes ont consommé 46,4 Mt de produits en plastique, soit 91 kg/personne. D'après les résultats de la 1^{ère} partie, la somme des moyennes d'émissions de GES de la phase de production et de la phase de traitement des déchets est égale à 3,4 kg d'équivalent-CO₂ par kg de plastique, avec un gain d'émissions pendant la phase d'utilisation égal à -1,5 kg d'équivalent-CO₂ par kg de plastique, d'où un bilan sur tout le cycle de vie de 1,9 kg d'équivalent-CO₂ par kg de plastique ou 173 kg d'équivalent-CO₂ par consommateur. Ce résultat équivaut à 1,3% de l'empreinte carbone totale du consommateur qui est égale à 13,7 tonnes kg d'équivalent-CO₂ par personne, comme représenté ci-dessous (figure 3).

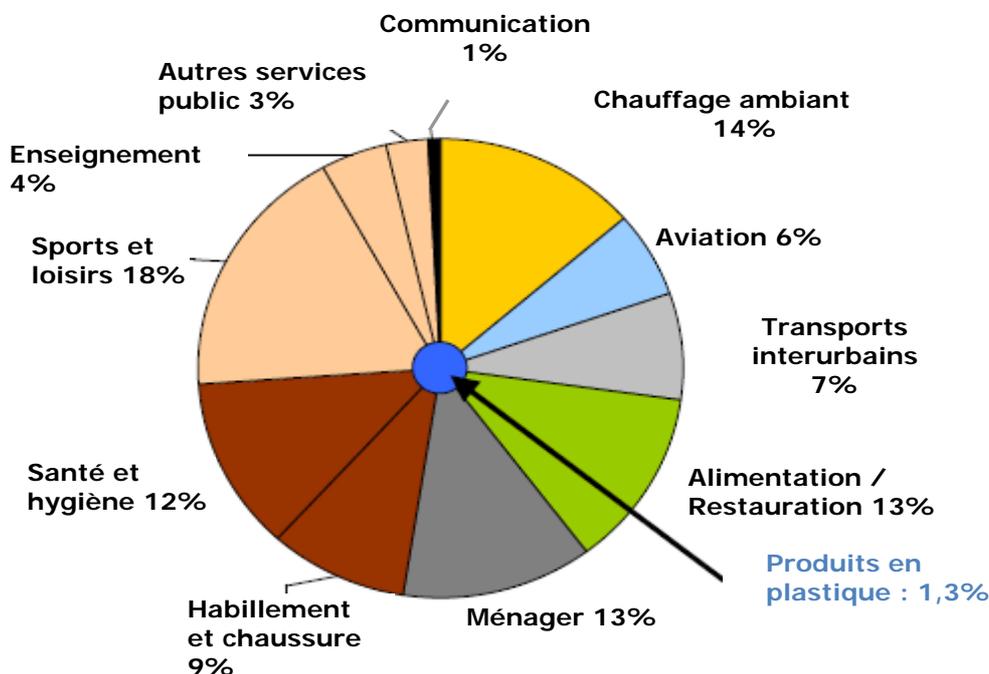


Figure 3 : Part des produits en plastique dans l'empreinte carbone totale du consommateur. Répartition sectorielle de l'empreinte carbone selon www.carbontrust.co.uk [Carbon Trust, 2009] ; la part des plastiques est calculée sur la base des données de la présente étude.

3.3. Estimations et arguments semi-quantitatifs

3.3.1 Effets des pertes de produits alimentaires évitées sur l'énergie et les émissions de GES

Une estimation de l'ampleur du gain sur émissions de CO₂ résultant des pertes de produits alimentaires frais évitées par l'emploi d'emballages en plastique montre que ce gain rapporté à 10 à 20% des pertes de produits alimentaires est de quatre à neuf fois supérieur aux émissions dues à la fabrication de ces emballages (voir tableau 9 en annexe). Ces effets de phase d'utilisation sur les émissions de GES sont donc nettement plus marqués que ceux de la phase de production des emballages (dans le cas des applications où la perte de produits est effective et inévitable).

Dans l'hypothèse où 70% de l'ensemble des emballages alimentaires (en plastique et en d'autres matériaux) éviteraient une perte de 20% du contenu (par comparaison avec les produits alimentaires distribués *non emballés*), et dans l'hypothèse des proportions de CO₂ indiquées ci-dessus pour la fabrication des emballages et la production des produits, l'avantage des emballages alimentaires en plastique en termes de CO₂ peut être estimé à 190 Mt d'émissions.



En outre, ce sont 22 Mt d'émissions de CO₂ qui pourraient être évitées si ces mêmes emballages en plastique pour les produits frais permettaient d'éviter 10% de pertes de plus que dans l'hypothèse où ces produits étaient emballés dans des matériaux de substitution (cf. la 1^{ère} partie de cette étude).

3.3.2 Avantages en termes d'énergie et d'émissions de GES liés à l'innovation, aux modifications de conception et à la dématérialisation

Pour se faire une idée de l'influence des changements de conception des applications sur la consommation d'énergie et le pouvoir de réchauffement global, deux études de cas ont été approximativement évaluées :

- (i) l'écoute de musique enregistrée sur CD comparée à l'écoute de musique enregistrée sous forme de fichier mp3 ;
- (ii) la photographie à l'aide d'un appareil analogique comparée à la photographie à l'aide d'un appareil numérique.

Les résultats sont les suivants :

La consommation d'énergie et les émissions de GES sont réduites d'un facteur 60 à 106 si l'on utilise un lecteur MP3 au lieu d'un baladeur à CD.

La consommation d'énergie et les émissions de GES sont réduites d'un facteur 26 à 107 si l'on utilise un appareil photo numérique (avec carte-mémoire SD) au lieu d'un appareil analogique (à rouleau de pellicule argentique).

3.3.3 « Bilan carbone » estimé pour le marché total des produits en plastique en 2007 et à l'horizon 2020

Le « bilan carbone » se définit ici comme « la quantité de gaz à effet de serre évitée (par suite des avantages d'utilisation et de valorisation des déchets du plastique) divisée par la quantité de gaz à effet de serre émise pour la fabrication du plastique » (les deux chiffres étant exprimés en équivalent-CO₂).

Un tel bilan carbone a été calculé pour le marché total des produits plastiques vendus et utilisés dans l'UE 27+2 en 2007 afin de représenter la situation actuelle. De plus une estimation du bilan carbone en 2020 est calculée sur la base des développements de l'utilisation des plastiques dans les différents secteurs d'application (voir tableau n°2).

Il faut remarquer que la liste des exemples n'est pas complète mais prend en compte les secteurs d'application où les bénéfices sont quantifiés.

En 2007 les bénéfices dans la phase d'usage des plastiques sont 5 à 9 fois supérieurs aux émissions dans les phases de production ou de fin de vie.

En 2020 ceux-ci pourraient être 9 à 15 fois supérieurs aux émissions dans les phases de production et de fin de vie prévues en cette année. Cela signifie que les bénéfices en phase d'usage surpassent largement les émissions dues à la production pour le marché total des plastiques. La contribution à ces bénéfices est bien-sûr différente d'un secteur d'application à un autre. La capacité des plastiques à contribuer à la réduction des émissions de GES augmentera même dans le futur. Les



facteurs qui pourraient influencer sur le bilan carbone tel que présenté dans le tableau 2 seront les objectifs établis politiquement dans le plan 2020 de la commission européenne sur l'énergie et le changement climatique pour réduire la consommation d'énergie et les émissions de GES dans le secteur des bâtiments, de l'automobile et pour accroître la part des énergies renouvelables. Au delà, l'utilisation des matières plastiques pour préserver les produits emballés (particulièrement la nourriture) et pour substituer des matériaux moins efficaces sur le plan énergétique et des émissions de GES, permettra une contribution importante à la réduction des émissions de GES dans toute l'Europe.

« Bilan carbone » du marché total des plastiques dans l'UE27+2	2007	2020	Evolution moy. d'ici 2020
	Mt éq.-CO ₂	Mt éq.-CO ₂	Mt éq.-CO ₂
Fabrication Augmentation de la production (2%/an) Meilleure efficacité des matériaux 20% de PE « renouvelable »	160	180	47 -21 6-
Effets de recyclage /valorisation/élimination	-1	-6 à +18	-5 à +19
Exemples d'effets d'utilisation : Remplacement de matériaux moins efficaces Economies de combustible Isolation Pertes de produits alimentaires évitées Rotors d'éolienne et panneaux solaires	-46 à 685 -17 -540 à -1 100 -100 à -200 -60	-59 à -110 -34 -1 200 à -1 800 -150 à -300 -250 à -500	-19 -17 -700 -75 -310
Bilan carbone total Ratio (utilisation +valorisation) / production	-500 à -1 300 -5 à -9	-1 500 à -2 500 -9 à -15	

Tableau 2 : « Bilan carbone » du marché total des produits en plastique dans l'UE27+2 pour 2007 et 2020 (extrapolation), avec détail des émissions de GES dans les phases de fabrication et de fin de vie et plages estimées des avantages (chiffres négatifs) apportés par les plastiques dans la phase d'utilisation. La dernière ligne indique le ratio des crédits de GES provenant de la phase d'utilisation (et de valorisation) divisés par les émissions de GES liés à la phase de fabrication.



4. Conclusions

Les principaux enseignements à tirer de ces résultats sont les suivants :

- Les produits en plastique présents aujourd'hui sur le marché permettent de dégager d'importantes économies d'énergie et une importante réduction des émissions de GES (les phases de fabrication et d'utilisation y jouant un rôle prépondérant).
- Cette étude a examiné l'influence de divers matériaux sur la consommation énergétique sur l'ensemble du cycle de vie. Dans cette optique, ses résultats indiquent que, dans la plupart des cas, les plastiques utilisés aujourd'hui contribuent grandement à l'utilisation efficace des ressources énergétiques
- Dans la plupart des cas, le remplacement des produits en plastique par des produits en d'autres matériaux augmenterait la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre.
- Envisagés sur l'ensemble de leur cycle de vie, les plastiques peuvent être considérés comme les matériaux les plus efficaces en termes de consommation d'énergie.
- Les plastiques contribuent souvent à l'allègement des produits.
- L'utilisation des plastiques dans l'isolation thermique, dans l'emballage alimentaire ou dans la production d'énergie renouvelable constitue un atout considérable dans la la phase d'usage.
- Les polymères produits à partir de ressources renouvelables ne sont pas intrinsèquement meilleurs que les plastiques classiques issus de ressources fossiles. La variabilité de leur bilan en GES (qui dépend du choix de la matière première et des options de traitement des déchets) est beaucoup plus étendue que celles des polymères classiques.
- Les plastiques produits à partir de ressources renouvelables pourraient à l'avenir contribuer à la réduction des émissions de GES, à condition de bien choisir la source de matière première renouvelable et le mode de gestion des déchets.
- Le « bilan carbone » de l'ensemble du marché des plastiques de l'UE27+2 indique que les avantages estimés pour la phase d'utilisation (possible réduction des émissions de GES grâce aux produits en plastique) sont de l'ordre de 5 à 9 fois supérieurs aux émissions liées à la production et la valorisation des déchets de tous les plastiques en 2007. *Il convient de noter que la liste des exemples d'avantages à l'utilisation dans le bilan carbone est incomplète en ce sens qu'elle ne tient compte que des applications dont ces avantages sont quantifiés à ce jour.*
- Le potentiel d'accroissement des avantages à l'utilisation d'ici 2020 est largement supérieur au supplément d'émissions lié à la progression du



marché des plastiques. En 2020, ces avantages sont estimés pouvoir surpasser de 9 à 15 fois les émissions liées à la fabrication et au traitement des déchets.

- Les principaux moteurs de progrès relatifs aux avantages à l'utilisation tels que précisés dans le bilan carbone seront la fixation d'objectifs de réduction de la consommation d'énergie et des émissions de GES, notamment dans les secteurs du BTP et de l'automobile, ainsi que la fixation d'objectifs d'augmentation de la part de la production d'énergies renouvelables, comme prévu par le plan d'action de l'UE sur l'énergie et le changement climatique à l'horizon 2020. La combinaison de l'emploi des plastiques pour conserver les produits emballés (en particulier les produits alimentaires) et du remplacement de matériaux moins efficaces en termes d'énergie et d'émissions GES jouera aussi un rôle important dans la réduction de ces émissions en Europe.

Limites des conclusions ci-dessus

La 1^{ère} partie de cette étude traite des conséquences sur la consommation énergétique et les émissions de GES uniquement dans l'hypothèse du seul remplacement du *matériau* plastique par un autre *matériau*, tous les autres aspects de l'utilisation des produits (fonction, conception, sécurité, etc.) restant inchangés dans la mesure du possible. Cette étude n'examine donc pas dans quelle mesure la demande d'énergie et les émissions de GES seraient modifiées dans les conditions suivantes :

- le remplacement des produits en plastique par des produits non pas « semblables » mais susceptibles d'introduire un changement radical de fonction, de conception ou même de procédé ;
- la modification d'un procédé portant sur un autre paramètre que celui du matériau utilisé ;
- l'intervention de technologies nouvelles susceptibles de fournir un certain service sans aucun emploi de matériau (p. ex. la télécommunication sans fil qui remplace des procédés utilisant des câbles).

La 2^{ème} partie ne considère que le comportement des plastiques (et ses améliorations) et n'établit à ce titre aucune comparaison avec les autres matériaux. Il convient de ne pas oublier que, comme les produits en plastique, les produits en matériaux de substitution évolueront également (dans le sens de l'amélioration) et pourront, dans certains cas, s'accompagner d'effets avantageux similaires (p. ex., les avantages de l'isolation ne dépendent pas strictement du matériau utilisé). Dans cette optique, aucune comparaison directe entre les plastiques et les autres matériaux n'est possible ni pertinente.

Toutes les possibilités pour optimiser les procédés en vue de l'objectif général qui est l'utilisation efficace des ressources ont



été prises en considération. Les modifications de fonction ou de conception des procédés et des services sont susceptibles d'exercer un impact plus important sur la consommation énergétique totale que les effets liés aux différentes natures de matériaux.

Enfin, il convient de souligner qu'un comparatif *exhaustif* des produits devrait non seulement reposer sur les différences de consommation d'énergie et d'émission de GES, mais aussi s'accompagner d'une « analyse de soutenabilité » plus large qui prenne en compte tous les effets environnementaux, économiques et sociaux des produits étudiés.



5. Bibliographie

- Baitz M., Albrecht St., Zhang H., Deimling, S. & Goymann M. (2007) : Analyse économique et environnementale des filières de synthèse de l'éthylène. PE INTERNATIONAL GmbH. Leinfelden-Echterdingen, Allemagne.
- Boustead, I. (2005) : Eco-profil de l'industrie européenne des plastiques. Association des producteurs européens de matières plastiques (PlasticsEurope), Bruxelles, Belgique.
- Carbontrust (2009) : <http://www.carbontrust.co.uk>
- DfT (2008) : Rapport sur le carbone et la soutenabilité dans le cadre de l'Obligation des carburants de transport renouvelables, exigences et directives. Department of Transport. London, UK.
- Ecoinvent (2007) : Base de données Ecoinvent, version 2.01, www.ecoinvent.ch, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, Suisse.
- Hertwich, E. G. & Peters, G. P. (2009) : L'empreinte carbone des nations, analyse sectorielle mondiale, Environmental Science & Technology 2009 43 (16), 6414-6420.
- IVV (1999) : Le recyclage et la valorisation des plastiques d'emballage dans les ordures ménagères, Fraunhofer Institut Verfahrenstechnik und Verpackung (IVV), Freising, Allemagne.
- PEMRG (2009) : Informations extraites de l'enquête statistique annuelle, Plastics Europe, Market Research Group (PEMRG). PlasticsEurope - Association des producteurs européens de matières plastiques, Bruxelles, Belgique.
- Pilz, H., Schweighofer, J. & Kletzer, E. (2005) : La contribution des plastiques à l'utilisation efficace des ressources, GUA – Gesellschaft für umfassende Analysen, Vienne, Autriche, pour PlasticsEurope - Association des producteurs européens de matières plastiques, Bruxelles, Belgique.
- Pilz, H., Mátra, Z. (2006) : Le potentiel d'économies d'énergie et de "découplage" par les plastiques d'isolation en Europe, GUA – Gesellschaft für umfassende Analysen, Vienne, Autriche, pour PlasticsEurope - Association des producteurs européens de matières plastiques, Bruxelles, Belgique.
- PlasticsEurope (2008) : Des faits incontournables au sujet des plastiques, analyse de la production, de la demande et de la valorisation des plastiques en Europe en 2007. PlasticsEurope - Association des producteurs européens de matières plastiques, Bruxelles, Belgique.
- UNFCCC (2009) : Inventaire national des gaz à effet de serre de 1990 à 2007, CCNUCC - Convention-cadre des Nations Unies sur le changement climatique.
- Zah, R., Böni H., Gauch, M., Hischier, R., Lehmann, M. & Wäger, P. (2007) : Eco-bilan des produits d'alimentation d'énergie, évaluation écologique des biocarburants, Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA), service Technologie & Société, Berne, Suisse.



6. ANNEXE A : Quelques tableaux et chiffres importants

Le tableau 3 donne un synoptique des 32 études de cas identifiées et des 173 produits examinés dans le cadre de ce rapport (les études de cas regroupent plusieurs matériaux). Un modèle de calcul a été utilisé pour quantifier la demande énergétique et les émissions de GES sur tout le cycle de vie des produits. Les polymères et leurs matériaux concurrents qui ont été considérés sont indiqués dans le tableau 4.

	Nombre d'études de cas	Nombre de produits examinés	Titre des études de cas (groupes de produits examinés)
Emballage	7	57	Petit emballage, bouteilles à boisson, autres bouteilles, autres emballages rigides, films rétractables et étirables, sacs-cabas, autres emballages souples
BTP sauf tubes	3	11	Isolation, revêtements de sol, fenêtres
 Tubes	9	55	Gros tuyaux d'évacuation, petits tuyaux d'évacuation, gros tuyaux à eau potable, petits tuyaux à eau potable, tuyaux agricoles, tuyaux de conduit, tuyaux à gaz, tuyaux de chauffage et de plomberie, tuyaux industriels
E&E	2	9	Caissons, isolation des réfrigérateurs
Automobile	3	18	Compartiment moteur, extérieur et habitacle, autres pièces automobiles
Ménager	3	8	Boîtes de conservation, seaux, poubelles
Ameublement	2	7	Mobilier de jardin, matelas
Médical	2	4	Seringues, récipients à perfusion
Chaussure	1	4	Semelles
Totaux	32	173	

Tableau 3 : Etudes de cas analysées dans ce rapport



	Polymères traités dans les études de cas	Matériaux de substitution traités dans les études de cas
Emballage	PEbd, PEbdL, PEhd, PP, PVC, PS, EPS, PET	Tôle d'étain, aluminium, verre, carton plat et ondulé, laminé de papier-fibre, composites de papier, bois
BTP sauf tubes	PVC, XPS, EPS, PUR	Aluminium, verre cellulaire, bois, linoleum, laine minérale
Tubes	PEhd, PP, PVC, PE-X, ABS/SAN	Acier, fer zingué, fonte, aluminium, cuivre, fibrociment, grès, béton
E&E	PP, HIPS, ABS/SAN, PUR	Acier, aluminium, laine minérale, bois, caoutchouc
Automobile	PEhd, PP, PMMA, PA, ABS/SAN, PUR	Acier, aluminium, verre, caoutchouc
Ménager	PEhd, PP	Acier, fer zingué, aluminium, verre
Ameublement	PP, PUR	Acier, aluminium, bois, latex
Médical	PP, PVC	Verre
Chaussure	PVC, PUR	Cuir, caoutchouc

Tableau 4 : Polymères et matériaux de substitution traités dans les études de cas

La figure 4 représente les différences de demande énergétique entre les produits en plastique et les produits en matériaux de substitution extraites de toutes les études de cas et regroupées par principaux secteurs d'application, exprimées en millions de GJ/an, pour l'UE27+2. Les résultats sont décomposés par phases de cycle de vie production, utilisation et gestion des déchets.

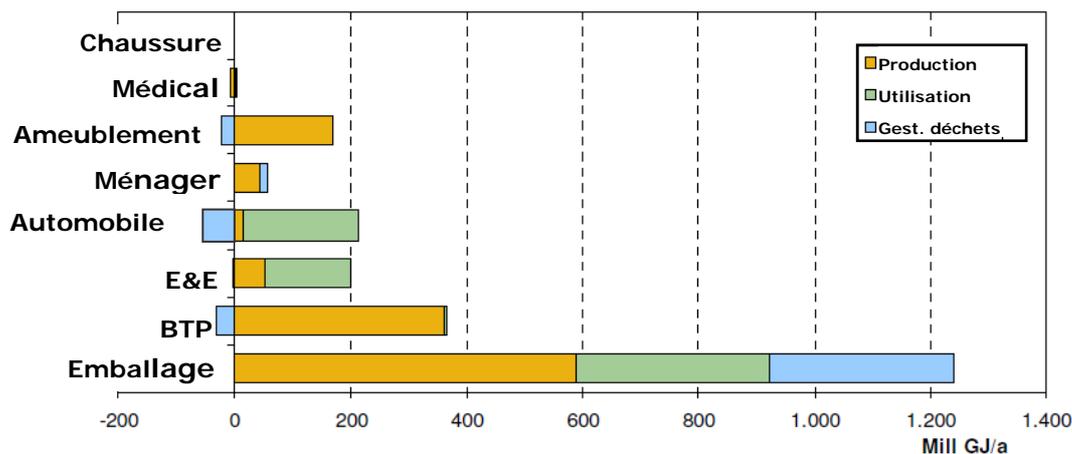


Figure 4 : Economies d'énergie (+) et besoins énergétiques supplémentaires (-) des produits en plastique par rapport aux matériaux de substitution, décomposés par grands secteurs d'application et par phases de cycle de vie production, utilisation et gestion des déchets (hormis les effets de l'isolation dans la phase d'utilisation qui sont identiques pour les unités fonctionnelles étudiées).



Tableau des ratios de masse	part de marché du plastique													Total substitués	Acier inox	Acier zingué	Fonte	Emballages métalliques	Aluminium	Cuivre	Verre	Fibrociment	Grès	Béton	Carton plat et ondule	Laine minérale	Composé de papier	Bois, textile, etc.	Caoutchouc						
	PE-X	PE-T	EPS	XPS	PC	PP	HDPE	LDPE	PUR	AES/AN et autres thermoplastiques	Autres thermoplastiques	Autres thermosensibles	Total substitués																						
Petit emballage	3.16%	1.00	0.02	0.41	0.36	0.04	0.11	0.06	0.83	0.06	0.06	1.01	0.33	0.30	0.30	0.22	0.03	0.13																	
Bouteilles boisson	4.96%	0.83										12.48	0.04	0.09	12.30		0.06																		
Autres bouteilles	2.53%	1.00	0.03	0.70	0.14	0.01		0.12				5.01	0.61	0.01	4.33		0.06																		
Autres emballages rigides	13.15%	1.00										1.91	0.38	0.05	0.16		0.41	0.27	0.44																
Film étirable ou rétractable	4.46%	1.00	1.00									5.94	0.69				1.07	0.05	0.33																
Sacs cabas	1.37%	1.00	1.00									2.65					2.65																		
Autres emballages souples	10.79%	1.00	0.72		0.22	0.03	0.03					1.80	0.23	0.12	0.04		0.16	0.64	0.36	0.25															
Gros tuyaux d'évacuation	1.33%	1.00		0.30	0.10	0.60						11.75	0.32				0.19	2.22	9.02																
Petits tuyaux d'évacuation	1.33%	1.00		0.30	0.10	0.60						4.58	0.18	1.59	0.07		1.52	1.22																	
Gros tuyaux eau potable	0.54%	1.00		0.40		0.56						3.70	2.10				0.78																		
Petits tuyaux eau potable	0.54%	1.00		0.40		0.56						4.54	0.45	2.67			1.42																		
Tuyaux agricoles	0.56%	1.00		0.30	0.10	0.60						4.58	0.18	1.59	0.07		1.52	1.22																	
Chemin de câble	0.71%	1.00		0.05		0.95						4.34	4.34																						
Tuyau à gaz	0.32%	1.00		1.00								6.63	1.34	5.29																					
Tuyaux chauffage & plomberie	0.32%	1.00		0.45								2.77	0.81				1.03																		
Tuyaux industriels	0.36%	1.00		0.50	0.06	0.29						3.71	1.76	0.96			0.29	0.70																	
Isolation	3.23%	1.00					0.13	0.42				3.47						2.31																	
Revêtement de sol	0.96%	3.00					3.00	(XPS)				2.73						(Verre cellulaire)																	
Fenêtres	2.45%	1.70					1.70					1.27																							
Caisson	0.81%	1.00		0.25								2.07	0.65				0.55																		
Isolation des réfrigérateurs	0.18%	1.00										1.11						(Laine de roche)																	
Compartment mouler	1.55%	1.00		0.38	0.37							1.48					0.34																		
Extérieur & habillage	1.31%	1.00		0.75								1.57	1.07	1.14			0.28																		
Autres pièces automobiles	0.76%	1.00		0.12								1.36	0.31	0.31			0.10	0.15																	
Boîtes de conservation	1.19%	1.00		1.00								3.93	0.41				0.32	3.19																	
Seaux	0.40%	1.00		1.00								3.56	3.56																						
Poubelles	0.40%	1.00		1.00								2.25	2.25																						
Mobilier de jardin	1.11%	1.00		1.00								3.66	1.62				0.81																		
Métaux	0.46%	1.00		1.00								1.43	0.16																						
Seringues	0.16%	1.00		1.00								0.12																							
Recipients à perfusion	0.11%	1.00		1.00								9.63																							
Semelles	0.40%	1.00					0.77					1.16																							

Tableau 5 : Modèle de substitution : parts de marché et répartition par produits en plastique, et ratios de masse par rapport aux matériaux de substitution.



Le tableau 7 présente divers emballages en plastique avec une répartition par époque. L'économie d'énergie et la réduction des émissions de GES obtenues par l'allègement des unités fonctionnelles atteint 28% par rapport à 1991. L'amélioration des procédés de fabrication des emballages en plastique (avec un maximum de 5%) est nettement moins efficace que l'allègement et son effet se traduit même par des valeurs négatives dans certains cas.

Emballage	Période	Masse [kg/kg]	Energie [MJ/kg]	Eq.-CO ₂ [kg/kg]
Pot à milkshake de 500 ml	1991 - 2009	-27,6%	-3,2%	-2,2%
Pot à crème de 200 g	1991 - 2009	-19,2%	-4,8%	16,6%
Portion individuelle pour lait concentré de 10 g	1991 - 2009	-15,8%	-4,8%	16,6%
Flacon à lessive de 1 500 ml	1991 - 2009	-23,4%	-3,2%	-2,2%
Pot de grande contenance (p. ex. pour confiture) de 12,5 kg	1991 - 2008	-22,3%	4,1%	-2,8%
Bouteille à eau minérale non gazeuse 1 500 ml	2000 - 2009	-21,7%	2,5%	1,0%

Tableau 7 : Evolution de l'efficacité des emballages en termes d'effets d'éco-profil

La figure 5 représente les émissions de GES dans les phases de production, d'utilisation et de traitement des déchets d'un rotor d'éolienne de 2,5 MW fabriqué en plastique renforcé fibre de verre (1/3 des avantages d'utilisation de l'éolienne ont été attribués au rotor), ainsi que d'un film plastique utilisé dans un panneau photovoltaïque mince d'une puissance de crête de 1 kW (1/4 des avantages d'utilisation du panneau ont été attribués au film plastique).

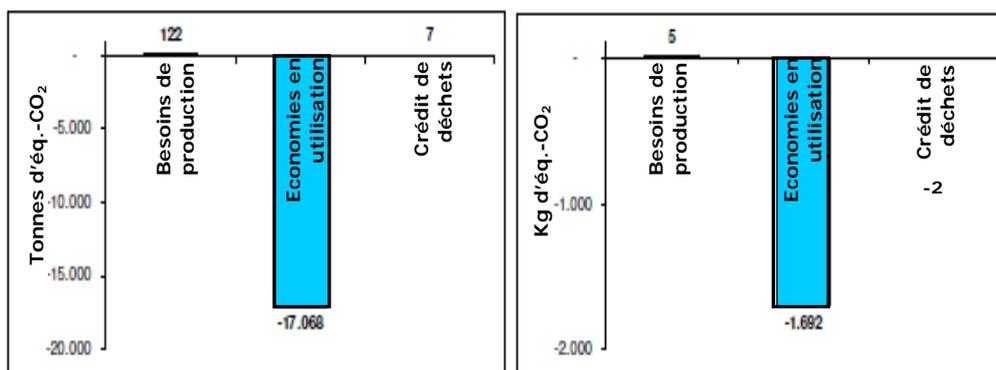


Figure 5 : Emissions de GES dans les phases de production, d'utilisation et de traitement des déchets d'un rotor d'éolienne de 2,5 MW fabriqué en plastique renforcé fibre de verre et d'un film plastique utilisé dans un panneau photovoltaïque mince d'une puissance de crête de 1 kW



Le tableau 8 présente les valeurs de production et de gestion des déchets de bouteilles à boisson de 0,5 litre fabriquées en PLA⁶ et en PET, associées aux résultats sur tout le cycle de vie (plages min./max., sans opération de transformation entre le granulé et la bouteille).

PRG 100a en éq.-CO ₂ / bouteille 0,5 l	Production		Gestion des déchets		Cycle de vie total	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Grade PLA bouteille US	55	58	-41	53	14	110
Grade PLA bouteille GLO	72	75	-61	53	10	128
Grade PET bouteille GLO	61	61	-59	17	2	78

Tableau 8 : PRG-Pouvoir de réchauffement global (min/max) de bouteilles à boisson en PLA et en PET en fonction des conditions de production du PLA et surtout des effets du mode de gestion des déchets appliqué⁷

Comme l'indique la figure 6, les PRG de toutes les études de cas examinées couvrent une large plage. Dans le cas des plastiques issus d'une ressource renouvelable, les plages sont déterminées par le choix de la ressource (maïs, blé, betterave sucrière, canne à sucre, etc.) et celui du mode de gestion des déchets appliqué. Dans le cas des plastiques issus de combustibles fossiles, la plage n'est déterminée que par le mode de gestion des déchets.

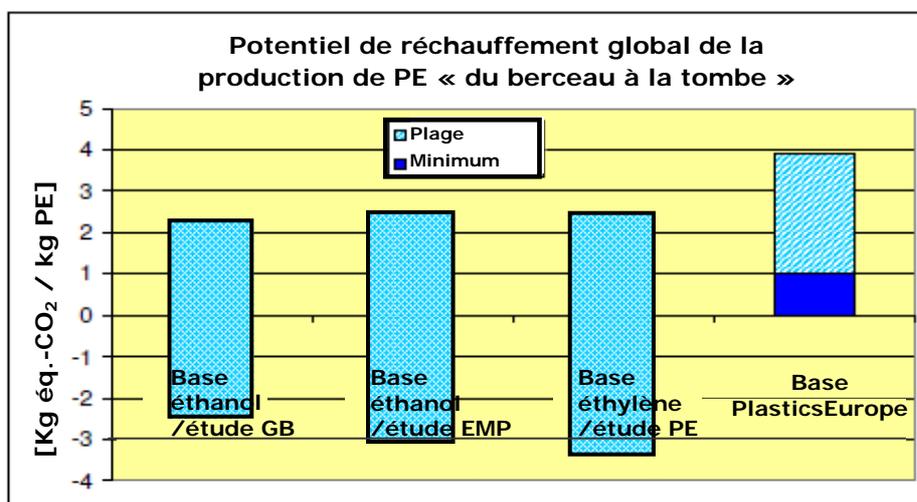


Figure 6 : Plages possibles d'émissions de GES sur tout le cycle de vie d'un film PE fabriqué à partir de ressources renouvelables (colonnes 1 à 3) et de ressources fossiles (dernière)

⁶ La base de données suisse Ecoinvent renferme deux séries de données relatives au PLA [Ecoinvent 2007]. Le terme « grade PLA bouteille GLO » se rapporte à du PLA fabriqué en Europe. Le terme « grade PLA bouteille US » désigne du PLA fabriqué au Nebraska (USA). Les données écologiques du PLA US sont nettement plus favorables du fait de la fourniture d'énergie par un parc éolien. En outre, les émissions de gaz à effet de serre sont compensées par des investissements dans des parcs éoliens.

⁷ D'après nomenclature Ecoinvent : US - United States, GLO - global) [Ecoinvent, 2007]



colonne).

La figure 7 montre que toutes les options de recyclage et de valorisation se traduisent par une économie nette de ressources énergétiques. En outre, elle révèle que les avantages du recyclage matière des matériaux peuvent revenir à un niveau comparable, voire inférieur à ceux du recyclage en matières premières ou de la valorisation énergétique industrielle lorsque le recyclage matière s'accompagne d'importantes pertes du matériau ou lorsque la masse du matériau vierge épargné est très largement inférieure à celle du plastique recyclé.

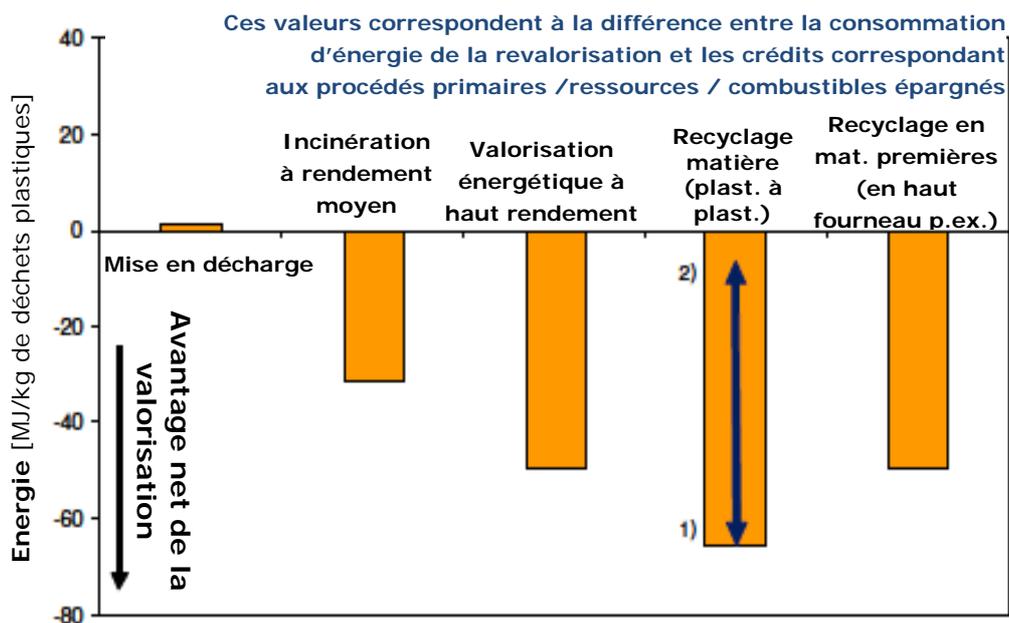


Figure 7 : Effets énergétiques nets des procédés de recyclage, valorisation et élimination du PEbd résultant du modèle de calcul de la gestion des déchets de la 1^{ère} partie de cette étude. Les effets de la collecte, du tri et du recyclage, ainsi que les crédits liés aux économies de production et de combustibles primaires sont déjà inclus dans les chiffres ci-dessus⁸.

Comme l'indique la figure 8, le recyclage matière et la valorisation énergétique à haut rendement permettent également de réduire les émissions de GES. Dans les conditions qui prévalent actuellement en Europe, la valorisation énergétique des déchets plastiques dans les incinérateurs de déchets municipaux solides émet davantage de CO₂ qu'elle n'en prévient malgré l'énergie électrique et du chauffage urbain substitués.

⁸ (1) Les chiffres du recyclage matière reposent sur un taux de perte de matériau de 10% pendant le processus et supposent que le produit de recyclage remplace la même masse de matériau vierge.

(2) Les avantages du recyclage matière diminuent considérablement lorsque les pertes de matériau augmentent ou lorsque le matériau épargné n'est pas du plastique vierge mais du béton ou du bois (poteaux, tuiles de toit, etc. [IVV, 1999]).

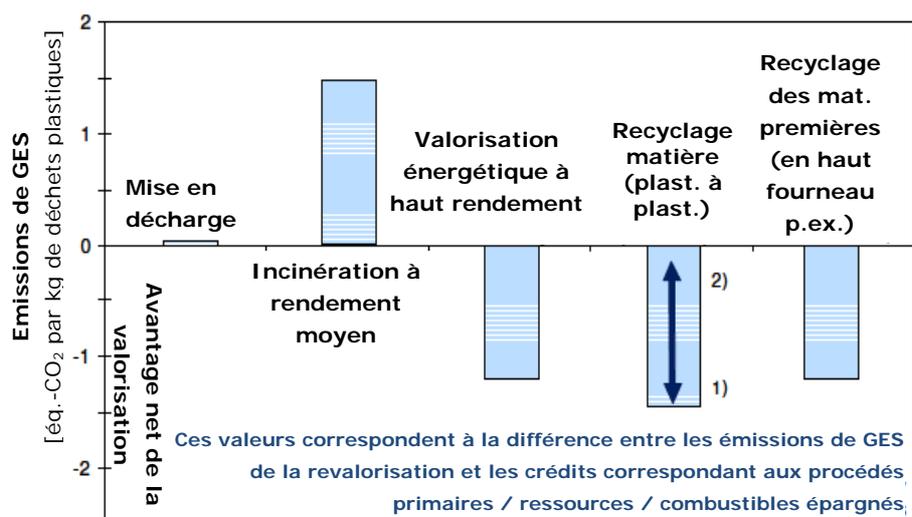


Figure 8 : Effets nets sur les émissions de GES des procédés de recyclage, valorisation et élimination du PEbd résultant du modèle de calcul de la gestion des déchets de la 1^{ère} partie de cette étude. Les effets de la collecte, du tri et du recyclage, ainsi que les crédits liés aux économies de production et de combustibles primaires sont déjà inclus dans les chiffres ci-dessus⁹.

La figure 9 compare les avantages en termes de GES des stratégies de gestion des déchets « Conformité à toutes les directives valorisation UE sur les emballages, les véhicules hors d'usage et les DEEE » et « Arrêt de la mise en décharge des déchets ». Le scénario A ne tient compte que de la valorisation énergétique par incinération des déchets solides municipaux ; le scénario B prend aussi en compte la valorisation énergétique industrielle et le recyclage en matières premières.

⁹ (1) Les chiffres du recyclage matière reposent sur un taux de perte de matériau de 10% pendant le processus et supposent que le produit de recyclage remplace la même masse de matériau vierge.

(2) Les avantages du recyclage matière diminuent considérablement lorsque les pertes de matériau augmentent ou lorsque le matériau épargné n'est pas du plastique vierge mais du béton ou du bois (poteaux, tuiles de toit, etc. [IVV, 1999]).

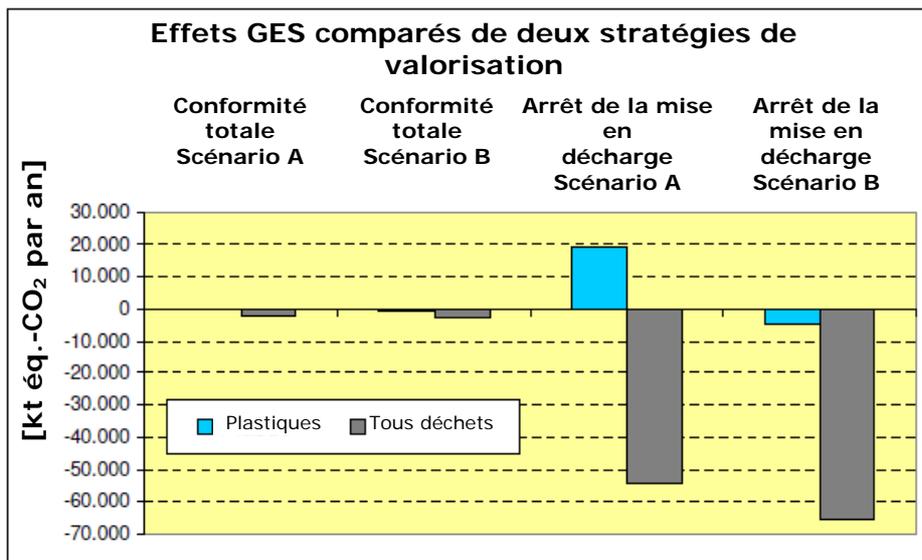


Figure 9 : Avantages GES comparés des stratégies de gestion des déchets « Conformité à toutes les directives valorisation UE sur les emballages, les véhicules hors d'usage et les DEEE » et « Arrêt de la mise en décharge des déchets mixtes résiduels ».

Le tableau 9 présente une estimation approchée de la réduction des émissions de CO₂ grâce aux pertes de produits alimentaires évitées par le conditionnement des produits frais en emballage plastique.

Catégorie de produits	Gain sur émissions de CO ₂ pour un taux d'évitement de perte de produit alimentaire de 10%	Gain sur émissions de CO ₂ pour un taux d'évitement de perte de produit alimentaire de 20%
Fruits frais	1,9	3,8
Légumes frais et salades	1,0	1,9
Charcuterie et viandes froides	3,7	7,4
Boucherie volaillerie	13,3	26,6
Biscuiterie, pâtisserie, viennoiserie	1,5	2,9
Fromage	13,1	26,1
Biscuits apéritifs	1,5	2,9
Moyenne pondérée	4,7	9,5

Tableau 9 : Gain sur émissions de CO₂ pour un taux d'évitement de perte de produits alimentaire de 10% et 20%, divisé par les émissions de CO₂ dues à la production des emballages.



7 ANNEXE B : Rapports de revue critique



Rapport d'examen

faisant suite à

la revue critique

de l'étude de denkstatt pour PlasticsEurope intitulée :

« L'impact des matières plastiques sur la consommation d'énergie et sur les émissions de GES en Europe pendant leur cycle de vie »,

*1^{ère} partie : Etat actuel et scénarios de prospective
et*

2^{ème} partie : Autres arguments sur les avantages des matières plastiques pour l'efficacité énergétique et la protection du climat »

Auteur de la revue critique :

Adisa Azapagic
Ecole de génie chimique et de science analytique
Université de Manchester

Juillet 2010



1 Contexte

Le présent rapport récapitule les résultats de la revue critique de l'étude intitulée « L'impact des matières plastiques sur la consommation d'énergie et sur les émissions de GES en Europe considérées sur leur cycle de vie, 1^{ère} et 2^{ème} partie ». Cette étude a été conduite par denkstatt pour le compte de PlasticsEurope.

La revue critique a été commanditée par PlasticsEurope.

Les phases et activités de la revue critique ont été les suivantes :

- réunion avec denkstatt et PlasticsEurope consacrée à une discussion sur les résultats préliminaires de l'étude et à la définition du champ d'application de l'examen critique ;
- examen du projet de rapport et des résultats de l'étude (1^{ère} et 2^{ème} partie) ayant donné lieu à un rapport de revue critique préliminaire formulant un certain nombre de recommandations pour améliorer l'étude ;
- examen du rapport d'étude définitif (1^{ère}, 2^{ème} partie et note de synthèse) dans lequel ses auteurs ont répondu à la plupart des points soulevés dans le rapport de revue critique préliminaire ;
- établissement du rapport de revue critique définitif (le présent rapport).

Les résultats de la revue critique du rapport d'étude définitif (1^{ère} et 2^{ème} partie, juin 2010) sont présentés ci-après.

Bien que les normes internationales relatives à l'analyse du cycle de vie (ISO 14040:2006 et 14044:2006) ne soient pas applicables à cette étude, la revue critique s'est appuyée sur leurs grands principes directeurs. Il convient donc de noter qu'il n'entre pas dans l'objet de cette revue critique de porter un jugement de valeur sur l'objectif de l'étude et ses conclusions, mais plutôt :

- d'examiner la validité scientifique et technique des méthodes qui ont été employées dans l'étude en fonction de son objectif ;
- d'examiner la pertinence et la rationalité des données utilisées dans l'étude en fonction de son objectif ;
- d'examiner si les interprétations de l'étude sont cohérentes avec son objectif et avec les réserves mentionnées ;
- d'estimer la transparence et la cohérence de l'étude.

Les résultats de cette revue critique sont donc analysés conformément aux principes directeurs ci-dessus.

L'examen des données utilisées dans l'étude n'ayant pas fait partie du présent examen critique, ses résultats reposent exclusivement sur le rapport d'étude définitif et sur les discussions avec ses auteurs et avec PlasticsEurope.

Les objectifs et les démarches de la 1^{ère} et la 2^{ème} partie de l'étude étant légèrement différents, ceux-ci sont traités séparément dans ce rapport.



2 Résultats de l'examen critique

2.1 1^{ère} partie

La 1^{ère} partie de l'étude est une mise à jour de l'étude GUA/denkstatt intitulée « La contribution des produits en plastique à l'utilisation efficace des ressources » conduite en 2004/2005.

Cette mise à jour avait pour but d'estimer la consommation d'énergie et les émissions de GES engendrées sur la durée de leur cycle de vie par des exemples-types de produits plastiques et d'établir une comparaison avec un ensemble de matériaux réellement capables de remplacer les plastiques (ou vice-versa). Le but ultime était de « démontrer que l'utilisation des plastiques pouvait dans de nombreux cas contribuer à économiser des ressources » (1^{ère} partie, § 1.1).

L'étude, dont le champ d'investigation s'étend « du berceau à la tombe », se concentre sur deux aspects environnementaux : la consommation d'énergie et les émissions de GES. Bien qu'elle envisage tout le cycle de vie des produits, elle ne constitue pas une ACV au sens des ISO 14040 et 14044 en raison du nombre limité d'aspects environnementaux considérés. En outre, l'étude ne compare pas les plastiques et leurs matériaux de substitution dans le cadre d'un produit en particulier, mais estime les impacts au niveau du marché global et couvre toutes les applications en Europe (UE27+2).

Une comparaison est établie entre les matières plastiques et produits en plastique d'une part, et d'autre part, des matériaux de substitution susceptibles de remplacer le plastique dans ces produits sans impliquer de modification de conception ou de fonction du produit ou du service qu'il rend. Il apparaît ainsi que 16% seulement de tous les produits en plastique commercialisés ne sont réellement pas remplaçables par d'autres matériaux sans de telles modifications. Par suite de manque de données, l'étude ne couvre que 75% des produits en plastique remplaçables (173 au total) (1^{ère} partie, tableaux 2 et 3).

L'étude a adopté la méthode dite du « 80/20 » (voir 1^{ère} partie, §1.2) qui permet d'obtenir 80% des résultats moyennant 20% d'effort.

Compte tenu de ces limitations, l'examen critique permet de constater que, globalement, ce travail constitue une étude soignée et compétente de la consommation d'énergie et des émissions de GES imputables aux matières plastiques et aux produits en plastique pendant leur cycle de vie. Les hypothèses de l'étude sont raisonnables ; dans de nombreux cas, des hypothèses prudentes ont été posées pour éviter de favoriser indûment les plastiques au détriment des autres matériaux.

L'ampleur du champ de l'étude a obligé à recourir à de nombreuses hypothèses et extrapolations. Toutefois, si les résultats au niveau des produits individuels peuvent ne pas être absolument exacts, les résultats globaux sont d'une validité suffisante.

L'interprétation des résultats est pertinente compte tenu des hypothèses, des limitations et des données considérées. Il convient de noter que la plupart des données sur les plastiques ont été fournies par PlasticsEurope qui a commandité l'étude. Toutefois, il s'agit de données internationalement réputées fiables et abondamment utilisées par les spécialistes de l'ACV.



Les données relatives aux autres matériaux proviennent de diverses sources réputées du domaine public, dont les fabricants. La base de données d'Ecoinvent a aussi été largement utilisée.

Le rapport d'étude est très détaillé, transparent, cohérent et équilibré.

Toutefois, il convient de ne pas oublier qu'il s'agit d'une analyse à grands traits, à base sectorielle, et que de grandes incertitudes subsistent comme le montre l'étude. En outre, il n'existe pas de méthodologie internationalement reconnue qui soit applicable à de telles analyses qui, à ce titre, laissent de la place à un examen plus détaillé et à interprétation. Quoiqu'il en soit, la méthodologie de cette étude est conforme à l'état de l'Art et sa transparence est suffisante pour permettre un débat documenté sur les problématiques qu'elle soulève.

2.2 2^{ème} partie

La deuxième partie de l'étude traite d'autres aspects actuels et futurs (2020) de l'utilisation des matières plastiques, à savoir : l'amélioration des plastiques au fil du temps (efficacité accrue des matériaux et de la production) ; l'utilisation de matières premières renouvelables pour fabriquer les plastiques ; le rôle des plastiques dans la production d'énergies renouvelables ; la réduction des pertes de produits alimentaires grâce aux emballages ; les avantages d'une meilleure isolation ; et les effets des diverses stratégies de fin de vie.

La démarche de la 2^{ème} partie est différente de celle de la 1^{ère} partie : elle présente des « Faits et chiffres exemplaires » avec un degré décroissant de détail à l'aide « d'estimations succinctes et d'arguments semi-quantitatifs » (2^{ème} partie, §1.1). Comme le précise le rapport, le but est de fournir « des informations de tendances, d'amplitudes et d'ordres de grandeur et non des résultats spécifiquement fiables ». Cette partie n'envisage que les plastiques et, conformément, ne renferme aucune tentative de comparaison avec d'autres matériaux.

Cette partie n'a pas fait l'objet d'une revue critique aussi détaillée que celui de la 1^{ère} partie (comme convenu dès l'origine), laquelle n'a porté que sur les hypothèses générales, les sources de données et l'interprétation des résultats. Toutes se sont révélées appropriées compte tenu de l'objectif de l'étude.

Toutefois, il convient de ne pas oublier que, comme les produits en plastique, les produits en matériaux de substitution évolueront également (dans le sens de l'amélioration) et pourront, dans certains cas, entraîner des effets avantageux similaires (p. ex., les avantages de l'isolation ne dépendent pas strictement du matériau utilisé). Dans cette optique, aucune comparaison directe entre les plastiques et les autres matériaux n'est possible ni pertinente. Ceci est précisé dans le rapport d'étude.



3 Remarques de conclusion

L'étude n'a envisagé que deux aspects de développement durable : la consommation d'énergie et les émissions de GES liées aux matières plastiques et à leurs possibles matériaux de substitution. Comme le précise le rapport (Note de synthèse, §4), les comparatifs de produits et de matériaux ne doivent pas seulement reposer sur ces deux critères, mais sur une analyse de durabilité beaucoup plus large qui doit tenir compte de tous les effets environnementaux, économiques et sociaux des matériaux et des produits étudiés.

En outre, les conclusions de l'étude reposent sur l'hypothèse d'un remplacement du plastique par d'autres matériaux sans aucune modification de conception, de fonction ou de fonctionnalité du produit étudié. Il s'agit là aussi - et le rapport d'étude le reconnaît - d'une limite de l'étude, étant donné que les modifications de conception ou de fonction peuvent souvent exercer un impact plus important sur le total de la demande énergétique et des émissions de GES que le recours à des matériaux de substitution. Il convient de garder ceci présent à l'esprit dans le cadre de l'interprétation ou du commentaire de cette étude.



L'impact des matières plastiques sur la consommation d'énergie et sur les émissions de GES en Europe pendant leur cycle de vie

Rapport de revue critique

par

Roland Hischier

à l'intention de

**PlasticsEurope (Association des producteurs de matières
plastiques), Bruxelles (Belgique)**

Date

27 juin 2010

Etat

Version définitive



1 Origine et déroulement

Commandité par PlasticsEurope (Association des producteurs de matières plastiques), la revue critique décrite ici a été établie entre avril 2009 et novembre 2009 et complétée en juin 2010 par l'examen des mises à jour portant sur les études de cas « fenêtres » et « isolation ». Bien que l'étude examinée ne constitue pas une analyse du cycle de vie (ou ACV) au sens de la série de normes ISO DIN 14040 [1a+b], cette revue critique a été établie conformément à l'esprit de la série de ces normes [1a]. Le présent rapport de revue critique repose sur le **rapport d'examen définitif, daté de juin 2010**. Sa version définitive sera intégrée à la version définitive de la note de synthèse de l'étude.

L'étude a été réalisée par des collaborateurs de la société Denkstatt GmbH de Vienne, en Autriche. L'équipe de revue critique était composée de deux personnes : le professeur Adisa Azapagic de l'unité de Manchester (Royaume-Uni) et Monsieur Roland Hischier, de l'Empa de St-Gall (Suisse).

Le présent rapport est un résumé des commentaires de Roland Hischier. Les commentaires d'Adisa Azapagic sont résumés dans un document distinct.

Outre le rapport d'étude mentionné plus haut, les examinateurs ont disposé de plusieurs versions provisoires de toutes ses parties, ainsi que de plusieurs présentations Powerpoint à l'occasion de deux réunions et entre ces réunions. La revue critique a été établie sous forme d'une **enquête parallèle**, c'est-à-dire que les examinateurs ont été impliqués à une date relativement proche du lancement de l'étude, ce qui leur a permis d'influer sur le développement ultérieur de l'ensemble de l'étude.

Les examinateurs ont travaillé dans une ambiance très ouverte et conviviale ; Denkstatt leur a fourni tous les documents demandés. Le commanditaire de l'étude (PlasticsEurope) a participé à tous les arbitrages techniques et a porté une attention particulière au caractère professionnel et irréprochable de l'exécution de l'étude. Il lui a notamment semblé important que les estimations relatives aux matériaux de substitution soient prudentes afin d'éviter toute surestimation des effets des plastiques. Globalement, l'examineur porte un jugement très positif sur l'ensemble du processus, ainsi que sur la relation tripartite entre le commanditaire, les auteurs de l'étude et lui-même.

Le processus de revue critique a donné lieu à deux réunions :

1^{ère} réunion : le 24 avril 2009 à Vienne,

2^{ème} réunion : le 25 juin 2009 à Bruxelles.



Le fait qu'aucune réunion ne se soit tenue pour examiner en profondeur le modèle de calcul utilisé n'a pas été considéré comme préjudiciable, étant donné que Denkstatt avait utilisé ce même modèle pour l'étude de 2004/2005 intitulée « Le rôle des produits en plastique dans l'utilisation efficace des ressources » [2] qu'avait déjà examinée Monsieur Roland Hischer, dont le modèle de calcul. L'examineur a donc ainsi pu vérifier, par des contrôles aléatoires, l'important travail de calcul effectué dans le cadre de l'étude.

2 Commentaire du rapport

2.1 Critères

Le processus d'examen a reposé sur les attentes exprimées par le commanditaire à cet égard lors de la première réunion de Vienne, ainsi que sur les critères ISO EN DIN 14040 [1a]. Plus précisément, l'examen de l'étude s'est appuyé sur les critères suivants :

- *dans le cadre de l'objectif de l'étude, la méthode et le principe du 80/20 sont-ils raisonnables et scientifiquement fondés ?*
- *les données utilisées sont-elles suffisantes et pertinentes par rapport à l'objectif de l'étude ?*
- *ses conclusions tiennent-elles compte des limites reconnues de l'étude, notamment dans le cadre de l'objectif premier de l'étude ?*
- *le rapport d'étude est-il transparent et cohérent ?*

2.2 Fondement scientifique et applicabilité de la méthode et du principe du 80/20

L'étude n'ayant aucunement eu pour but d'être une analyse ACV classique et « complète » au sens des normes internationales ISO [1a+b], elle ne saurait être examinée au regard de ces normes dans le cadre du présent examen critique.

D'après le commanditaire PlasticsEurope, cette étude a pour but de présenter des données de manière à lui fournir les informations de contexte nécessaires à répondre aux questions et aux critiques portant sur les plastiques dans le cadre du développement durable, l'accent étant mis sur deux aspects de ce dernier, à savoir la consommation d'énergie et le changement climatique. Cette spécialisation est légitime du fait que les plastiques sont fabriqués à partir de ressources fossiles dont l'utilisation et son influence sur le changement climatique sont parmi les impacts environnementaux les plus pertinents. En outre, ces deux aspects tels que privilégiés par l'étude sont parmi les plus débattus dans le cadre des politiques environnementales actuelles.

Pour l'étude précédente de 2004/2005 [2], les auteurs de Denkstatt s'étaient abondamment employés à mettre au point une méthode progressive, transparente et logique, déjà jugée à l'époque par l'examineur comme « scientifiquement appropriée et (...) permettant un délai d'exécution raisonnable » (cf.



rapport d'examen en [2]). C'est la raison pour laquelle l'examen de la présente étude s'est plus particulièrement attaché à l'aspect du principe des 80/20, dans le but de valider ce principe pour le commanditaire et de lui fournir l'assurance nécessaire à la présentation des résultats de l'étude à ses diverses parties prenantes.

L'étude est divisée en deux parties : une mise à jour (et un élargissement) de l'étude précédente déjà mentionnée [2] et un examen de divers autres aspects de l'utilisation des plastiques. En accord avec le commanditaire, la deuxième partie n'a pas fait l'objet d'un examen approfondi, mais d'un examen critique de ses grandes lignes et de ses conclusions. Dans l'esprit du principe des 80/20 qui a présidé à ce travail, je peux conclure pour cette seconde partie que les efforts méthodologiques qui transparaissent du rapport y sont conformes. S'agissant de la 1^{ère} partie, les auteurs y ont inclus davantage d'études de cas et d'informations que dans l'étude précédente [2], ce qui permet de conclure que le principe des 80/20 y est également largement respecté.

Globalement, le principe des 80/20 peut être qualifié d'approprié dans le cadre de cette étude ; il se traduit par une plage de résultats relativement étroite qui permet de tirer des conclusions dont l'orientation générale reste stable.

S'agissant de l'agrégation des facteurs considérés d'émissions dans l'atmosphère sous la forme d'une valeur unique de pouvoir de réchauffement global, la méthode utilisée repose sur les plus récents développements dans le domaine de l'ACV (cf. [3] p. ex.).

2.3 Pertinence des données

Les conseillers de Denkstatt jouissent d'une longue tradition et donc d'une longue expérience de l'analyse des systèmes impliquant d'importants volumes de données, en particulier dans le domaine du traitement des déchets et de leurs stratégies de traitement. Ces connaissances et cette expérience ont été (à nouveau) exploitées au maximum pour ce qui concerne les données recueillies pour cette étude.

Pour l'étude, les catégories de données suivantes ont été exploitées :

1. données de marché des diverses matières plastiques ;
2. caractéristiques de production, d'utilisation et d'élimination des pièces en plastique et de leurs homologues en matériaux de substitution ;
3. données de consommation d'énergie et de pouvoir de réchauffement global de tous les matériaux.

Par rapport à l'étude précédente [2], la 1^{ère} partie de la présente étude couvre l'UE27 additionnée de la Norvège et de la Suisse, soit près de deux fois plus de pays que précédemment. Les données de marché recueillies représentent l'état du marché en Europe de l'Ouest en 2007 et couvre près de 90% de ce marché ; les 32 études de cas analysées couvrent près de 75% des plastiques remplaçables. Les informations sur le cycle de vie des divers matériaux ont été extraites de la littérature et de bases de données à jour sur les conditions qui prévalent dans l'Europe de l'Ouest. Les calculs de consommation



d'énergie dans la phase d'utilisation se fondent sur des informations techniques pertinentes sur un jugement de spécialistes. La qualité des divers ensembles de données est plus que suffisante pour une étude de ce type. Il est possible de conclure sans ambiguïté que la 1^{ère} partie de l'étude va au-delà de l'objectif du principe des 80/20.

S'agissant de la 2^{ème} partie, les auteurs de l'étude déclarent nettement que le niveau de détail, et donc la qualité des données exploitées, est moindre dans le chapitre 2. Néanmoins, compte tenu de la règle des 80/20, il est possible de conclure que les sources de données retenues sont adéquates pour cette partie de l'étude.

2.4 Conclusions du rapport d'étude

Tout comme les autres parties des deux rapports, les chapitres respectifs (résultats, analyse de sensibilité et conclusions) de deux parties (1^{ère} et 2^{ème}) sont présentés d'une manière très détaillée, très transparente et logique. En outre, les auteurs de la présente étude ont produit un rapport récapitulatif qui, en 30 pages seulement, dresse un résumé des résultats très clair et très complet, ce qui permet aux parties intéressées de disposer d'une vue d'ensemble des résultats sans avoir à lire le rapport détaillé des 1^{ère} et 2^{ème} parties.

L'étude prend soin de préciser de manière très claire et complète les limites liées au choix de la méthode et des données disponibles. Le chapitre « Conclusions » du rapport récapitulatif rappelle clairement ces limites, et en particulier :

...que la 1^{ère} partie de l'étude ne porte que sur le remplacement des plastiques par d'autres matériaux → donc qu'elle ne traite pas de la mesure dans laquelle des changements dans « la manière de faire les choses » influeraient sur la consommation d'énergie totale ;

...qu'il conviendrait d'étudier d'autres aspects que ceux de la consommation d'énergie et du pouvoir de réchauffement global pour dresser un comparatif détaillé.

L'ensemble traduit de manière adéquate et complète aussi bien l'ampleur du travail de ces rapports que leurs limites.

2.5 Transparence et cohérence du rapport d'étude

Trois documents rendent compte de l'étude : (i) le rapport de synthèse, (ii) le rapport détaillé de la 1^{ère} partie et (iii) le rapport détaillé de la 2^{ème} partie. Ces trois documents présentent une structure claire et logique et sont correctement conçus. Toutefois, en raison de leur ampleur, les deux rapports détaillés des 1^{ère} et 2^{ème} parties ne peuvent être qualifiés de facile à lire. La richesse de leur contenu quant aux divers aspects étudiés doit plutôt les faire considérer comme des documents de référence spécifiques et détaillés. Mais les informations détaillées y sont toutes présentées de manière très claire et transparente qui permet d'avoir très facilement une vue d'ensemble des diverses parties de l'étude.



Le rapport de synthèse, qui constitue le principal document aux fins de communication des résultats de l'étude et présente les résultats avec beaucoup de clarté et de logique, est d'une compréhension facile.

3 Résumé et conclusions

L'ensemble de l'étude est transparent et logique et repose sur une compilation d'informations de marché et autres encore plus complète que celle de [2]. Le principe retenu des 80/20 est respecté dans toutes les parties de l'étude. Les trois documents de compte-rendu sont clairs et transparents et c'est sans hésitation que j'en recommanderais la publication.

4 Références

- [1a] Normes internationales (ISO) : Management environnemental - Analyse du cycle de vie - Principes et cadre ; norme ISO 14040:2006 (2006).
- [1b] Normes internationales (ISO) : Management environnemental - Analyse du cycle de vie - Exigences et lignes directrices ; norme ISO 14044:2006 (2006).
- [2] Pilz, H., Schweighofer, J. & Kletzer, E. (2005) : Le rôle des produits en plastique dans l'utilisation efficace des ressources, PlasticsEurope - Association des producteurs de matières plastiques, Bruxelles, Belgique.
- [3] Frischknecht R., Jungbluth N., Althaus H.-J., Doka G., Dones R., Hirschier R., Hellweg S., Humbert S., Margni M., Nemeček T. et Spielmann M. (2007) : Mise en œuvre des méthodes d'analyse d'impact du cycle de vie, rapport définitif n°3, données Ecoinvent v2.0, Swiss Center for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, téléchargé du site www.ecoinvent.ch.

Saint-Gall, le 27 juin 2010

Roland Hirschier



Coordonnées de l'examineur

Roland Hischier

Dipl. Natw. ETH

Life Cycle Assessment & Modelling Group

Technology & Society Lab

Empa

Lerchenfeldstrasse 5

CH-9014 St. Gallen

Tél. : (+41-(0)71)274 78 47

Fax : (+41-(0)71)274 78 62

E-mail : roland.hischier@empa.ch

web : www.empa.ch/lca