Parfum d'écoconception dans l'air

BRUNO TOUEIX *, PHILIPPE TAILLARD **

Notre revue a déjà consacré deux numéros spéciaux à l'écoconception [1]. Profitons aujourd'hui de l'expérience de Bruno Toueix dans ce domaine, avec ce cas d'étude mené pour le compte d'une jeune entreprise française en quête de fragrances inédites et de performance environnementale.

Cet article présente les travaux d'écoconception menés par une PME qui développe des systèmes dans le secteur de la parfumerie. Il s'agit dans le cas présent de l'étude d'un diffuseur de parfum. Au-delà des considérations éthiques, les PME peuvent être aidées financièrement par les régions afin de concevoir des produits innovants et « écoresponsables ». Aussi l'entreprise française Scentys a-t-elle fait appel à un expert en écoconception afin de conduire un projet de re-conception d'un système de diffusion de parfum d'ambiance haut de gamme 1.

MOTS-CLÉS

ACV, développement durable, écoconception, système

Contexte et objectifs de l'étude

Le diffuseur est constitué d'une partie principale et d'une cartouche jetable contenant le parfum encapsulé dans des billes de plastique (la capsule) 2. La méthodologie utilisée repose sur l'analyse de cycle de vie d'un produit ou de ses éléments. C'est une méthode normalisée qui permet d'évaluer les impacts potentiels d'un produit ou d'un service sur l'environnement durant l'ensemble des étapes de sa vie, de l'extraction des ressources naturelles jusqu'au traitement final des déchets. L'étude a été réalisée conformément à la série des normes ISO 14040 et ISO 14044.

L'outil qui va permettre de définir de manière guidée l'unité fonctionnelle et les flux de référence avant de calculer les impacts en utilisant une base de données « Base Impacts » est « Bilan Produit » de l'Ademe (voir En ligne). Cet outil, bien adapté pour l'écoconception des produits, permet l'analyse des impacts environnementaux.

L'étude réalisée vise à quantifier dans un premier temps les impacts environnementaux en prenant en considération toutes les phases du cycle de vie du diffuseur de parfum. Dans un deuxième temps, une analyse et interprétation des résultats de l'écobilan permettra d'envisager des stratégies de réduction d'impacts pour mettre au point un produit plus respectueux de l'environnement.

* Professeur de SII au lycée Édouard-Branly de Créteil (94).
** Rédacteur en chef de *Technologie*.

Analyse du cycle de vie du diffuseu de parfum

La méthodologie de l'analyse du cycle de vie s'articule autour de quatre étapes qui sont à la fois distinctes et interdépendantes pour rendre la démarche itérative.

Étape 1 : définition du champ de l'étude

Le champ de l'étude doit préciser les fonctions du produit étudié et en particulier l'unité fonctionnelle qui est l'unité de mesure utilisée pour évaluer le service rendu par le produit.

L'unité fonctionnelle permet de comparer des produits ou systèmes répondant à la même fonction sur un temps donné. L'unité fonctionnelle est la grandeur qualifiant le service offert qui sert de référence pour la détermination des impacts environnementaux et pour la comparaison de deux scénarios.

La durée de vie du diffuseur est estimée par la société à trois années d'utilisation continue. À cela s'ajoute l'utilisation de cartouches jetables contenant le parfum. Une cartouche par semaine est consommée lors de ces trois années.

Par conséquent, l'unité fonctionnelle (UF) dans notre cas d'étude est : UF = « Utilisation d'un diffuseur de parfum avec ses consommables pendant trois années ».

Étape 2 : inventaire de cycle de vie

Cette étape consiste à dresser l'inventaire des flux de matières et d'énergies entrants et sortants, associés

© Scentys

1 Diffuseur de parfum

© Scentys

2 **Cartouche jetable en PA66 GF30 (plastique PA66 chargé avec 30 % de fibre de verre)**

Sous-ensemble	Nom	Quantité en T.km	Commentaires utilisateur
Alimentation électrique	Tanker transocéanique	1,7888	Distance : 10 400 km Masse transportée : 0,172 kg
Alimentation électrique	Camionnette	0,033196	Distance : 193 km Masse transportée : 0,172 kg
Capot avant	Camionnette	0,00853	
Corps capsule	Camion moyen (> 16 t) (moyenne européenne)	2,193664	Distance : 418 km Masse transportée : 5,248 kg
Étiquette	Camion moyen (> 16 t) (moyenne européenne)	0,01881	Distance : 418 km Masse transportée : 0,045 kg
Grille	Camion moyen (> 16 t) (moyenne européenne)	0,189354	Distance : 418 km Masse transportée : 0,453 kg
Reste du produit	Camion moyen (> 16 t) (moyenne européenne)	0,0068	Distance : 40 km Masse transportée : 0,170 kg

3 **Flux en phase de transport**

aux étapes du cycle de vie rapporté à l'unité fonctionnelle retenue.

L'inventaire du cycle de vie (ICV), appelé aussi mesure des flux de référence, est un bilan complet des flux entrants et des flux sortants, c'est-à-dire des ressources énergétiques, matières premières et transports nécessaires pour obtenir l'unité fonctionnelle.

L'ICV se présente sous la forme d'un tableau qui récapitule tous les paramètres et qui exprime chacun d'eux dans l'unité voulue. L'ICV d'un produit se réalise suivant la norme NF P 01-010, qui repose elle-même sur la série des normes ISO 14000.

Pour cela, il faut déterminer les flux pour les quatre phases de vie du produit :

– la fabrication (pièces constitutives, approvisionnement, procédés, transport des matières premières…) ;

– la distribution (transports et emballages) ;

– l'utilisation (énergie consommée, consommables…) ;

– la fin de vie.

Exemples de flux :

– la consommation d'énergie : la phase d'utilisation prend en compte la consommation d'énergie électrique pendant les trois ans d'utilisation. La puissance de l'appareil est de 4 W, il fonctionne 10 heures par jour pendant 3 ans. La consommation est donc de 43,8 kWh (4 × 10 × 365 × 3/1 000 = 43,8 kWh) ;

– le nombre de consommables utilisés : 156 capsules (52 semaines × 3) ;

– la fin de vie du produit est modélisée suivant le scénario des ordures ménagères (2009) en France : 47 % enfouis et 53 % incinérés ;

– les phases de transport **3** ;

– les sous-ensembles **4**.

Le but ici n'est pas de donner tous les résultats de cette modélisation effectuée au moyen de l'outil « Bilan Produit », mais d'en montrer les points les plus significatifs. À noter que le parfum et les billes en plastique ne sont pas mentionnés pour des raisons de confidentialité. Néanmoins, ils ne sont pas très impactants.

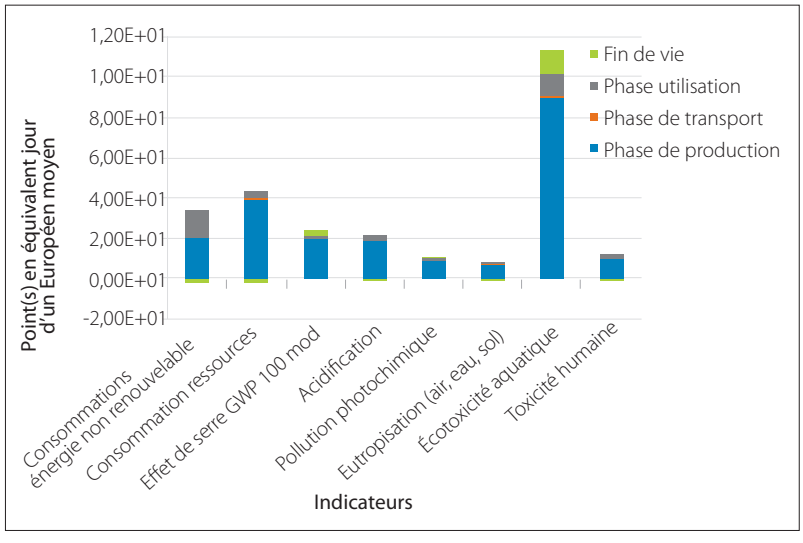
Étape 3 : évaluation des impacts

À partir des flux de matières et d'énergies recensés et en utilisant une base de données, on calcule les impacts environnementaux. Le difficile calcul des impacts environnementaux est facilité par l'usage de l'outil « Bilan Produit » accessible en ligne sur le site de l'Ademe après inscription et création d'un

1. *Technologie*, n° 157, septembre-octobre 2008, et n° 167, avril 2010.

Sous-ensemble	Nom	Quantité	Unité	Commentaires utilisateur
Aimant	Acier Courant	0,005	kg	
Alimentation électrique	Alimentation électronique externe	1	unit	
Bouton		0,0016	kg	
Bouton	Laiton	0,0004	kg	
Bouton	Injection	0,0016	kg	
Capot avant	Aluminium mix européen	0,0492	kg	
Capot avant	Usinage laser CO_2 4 kW	0,025	h	
Carte électronique	Circuit imprimé CMS (masse)	0,0052	kg	
Carton d'emballage	Carton ondulé recyclé double paroi	0,0755	kg	
Clé allen	Acier courant faiblement allié	0,0018	kg	
Corps capsule	PA6 + GF	5,248	kg	Masse de la pièce = 32,4 g 32,4 g x 162 pièces = 5,248 kg
Corps capsule	Injection	5,248	kg	Masse injectée
Corps pocket	Acier neuf faiblement allié	0,151	kg	
Corps pocket	Usinage laser CO_2 4 kW	0,025	h	
Écrou nilstop	Acier neuf faiblement allié	0,0008	kg	
Écrou supplémentaire	Acier courant faiblement allié	0,0022	kg	
Emballage alimentation	Boîte en carton ondulé	0,026	kg	
Étiquette	Papier kraft non blanchi	0,045	kg	Masse de la pièce 0,28 g
Grille	PA66 + GF	0,453	kg	Masse 2,8 g
Grille	Injection	0,453	kg	Masse injectée
Grille métallique	Acier courant faiblement allié	0,0047	kg	
Support bouton noir	Acier neuf	0,0494	kg	
Support mural	Acier neuf faiblement allié	0,0479	kg	
Ventilateur	PA66	0,007	kg	
Ventilateur	Circuit imprimé CMS (masse)	0,0007	kg	
Ventilateur	Cuivre courant	0,0007	kg	
Vis	Acier courant faiblement allié	0,004	kg	

4 **Inventaire des éléments constitutifs du produit**



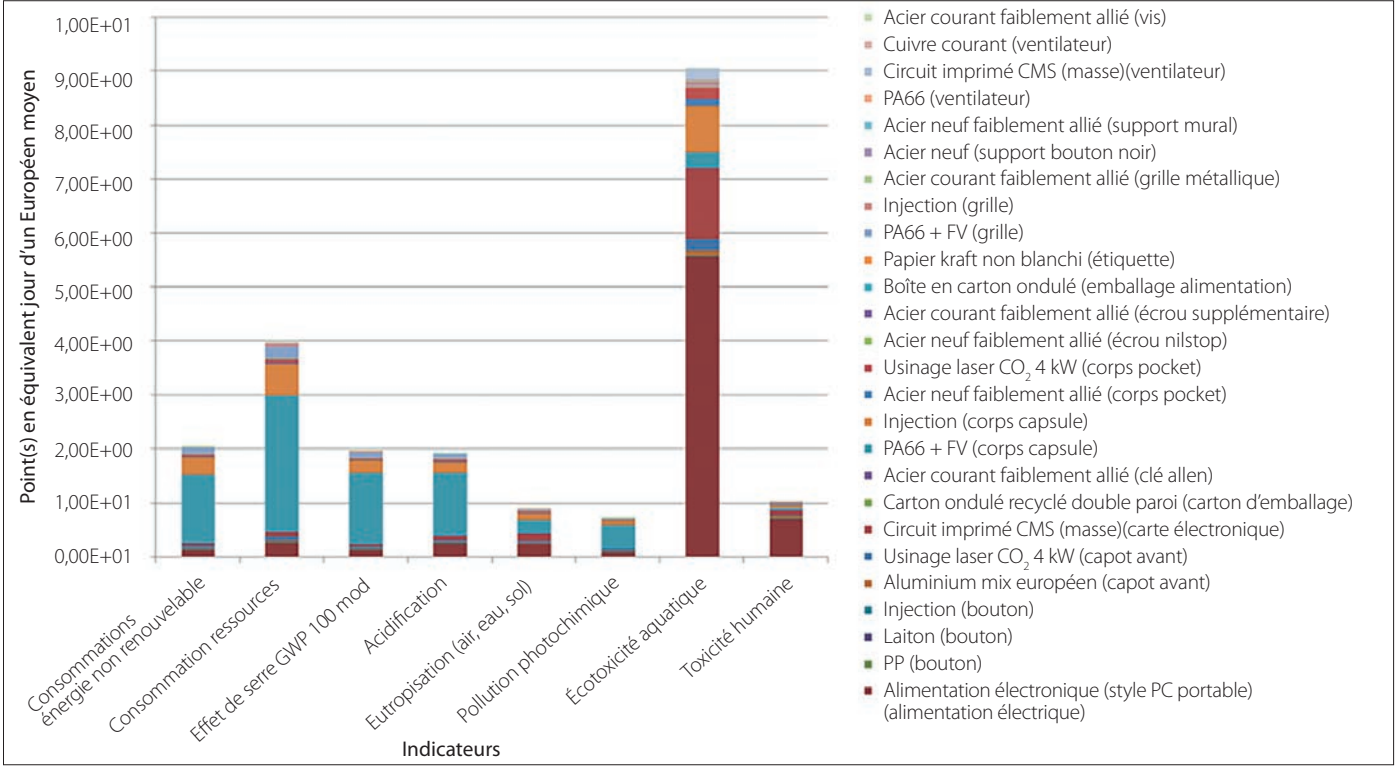
5 **Impacts par phases de vie**

compte. L'outil permet de définir l'unité fonctionnelle (étape 1) et les flux de référence (étape 2), avant de calculer les impacts (étape 3) en utilisant une base de données « Base Impacts ».

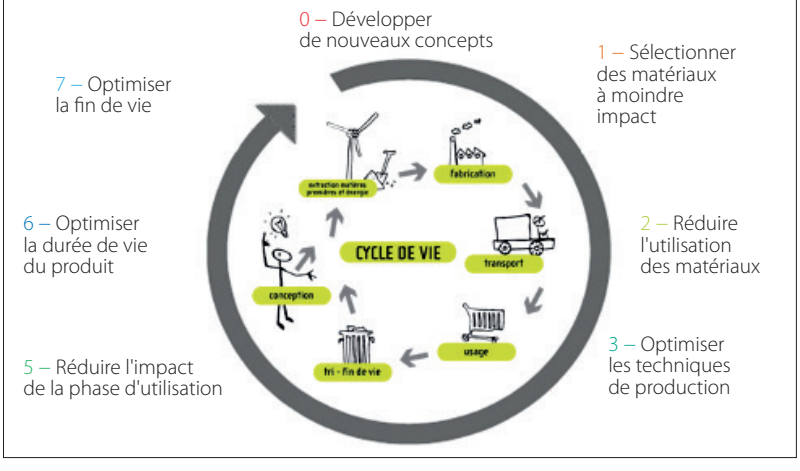
La figure 5 donne la mesure des impacts pour les quatre phases de vie du produit : production, transport, utilisation, fin de vie. Il met très nettement en évidence que la phase de vie la plus impactante est la phase de production sur tous les indicateurs (impacts).

La phase de normalisation permet de quantifier l'importance relative des différents impacts entre eux. En effet, les émissions inventoriées dans l'ICV sont attribuées à la catégorie d'impact à laquelle elles contribuent, mais sans déterminer l'importance de ces émissions par rapport aux émissions globales.

Afin de faciliter l'interprétation des résultats, il est donc possible d'analyser l'importance des impacts en termes de contribution par rapport aux



6 **Impacts par sous-ensemble dans la phase de production**



7 **Les grands principes de l'écoconception en une « roue » (source : http://www.eco-conception.fr/)**

contributions globales (sur une durée et une région spécifique donnée). Ici, c'est par rapport aux émissions moyennes d'un Européen par jour. Le calcul est le suivant : valeurs des émissions d'un Européen moyen/valeur de caractérisation. Ce calcul est réalisé pour chaque indicateur.

Étape 4 : interprétation des résultats obtenus en fonction des objectifs visés

Cette étape est itérative avec les trois précédentes, de manière à répondre aux objectifs de l'étude (réduire l'impact environnemental d'un produit ou comparer deux solutions pour un produit).

Comme la phase la plus impactante est celle de la production du produit, nous faisons maintenant un « zoom » sur cette phase pour identifier la part de responsabilité de chaque sous-ensemble ou composant.

La figure 6 montre clairement que le composant le plus impactant sur presque tous les indicateurs est la cartouche (ou corps de capsule). Néanmoins, un indicateur « Écotoxicité aquatique » est très impacté par l'alimentation électrique. Il faut cependant être prudent à propos de cet indicateur qui reste encore assez peu fiable en termes de variabilité.

À ce stade de l'étude, nous pouvons stratégiquement décider de travailler sur la reconception de la cartouche pour améliorer sa performance environnementale vis-à-vis de sa fabrication. Ce sera l'action la plus ciblée, et donc la moins coûteuse, pour obtenir le gain le plus significatif.

Le référentiel de bonnes pratiques Afnor BP X 30-323-0 définit les principes généraux pour l'affichage environnemental afin de donner aux consommateurs des informations sur les impacts environnementaux des biens et services de consommation courante. L'objectif est que ces informations puissent devenir un critère de choix pour le consommateur. Elles doivent donc être visibles au moment de l'achat, quel que soit le moyen de distribution (petit commerce, grande surface, vente à distance, internet…). Pour que ces informations servent, elles doivent être facilement lisibles, comparables d'un produit à l'autre, et identiques partout.

Les principes	Les solutions
0. Développer de nouveaux concepts	Repenser la façon de fournir le service – Dématérialisation – Utilisation partagée – Intégration de nouvelles fonctions – Optimisation fonctionnelle du produit – Biomimétisme
1. Sélectionner des matériaux à moindre impact	Matériaux moins toxiques – Matériaux renouvelables – Matériaux recyclés – Matériaux recyclables – À contenu énergétique moindre – Naturels
2. Réduire l'utilisation des matériaux	Réduction en masse – Réduction en volume – Re-design des pièces pour optimiser la fonction – Rationalisation/diversité
3. Optimiser les techniques de production	La meilleure technique disponible – Réduire les étapes de production – Diminuer la consommation d'énergie – Choisir des technologies propres – Réduire les déchets – Diminuer l'utilisation de consommables – Choisir des consommables moins polluants
4. Optimiser la logistique	Emballages réduits – Emballages adaptés – Emballages moins polluants – Emballages réutilisables/recyclables – Modes de transport Logistique optimisée, approvisionnements locaux
5. Réduire l'impact de la phase d'utilisation	Diminuer la consommation d'énergie – Utiliser de l'énergie moins polluante/renouvelable – Réduire la consommation de consommables – Consommables moins polluants – Réduire la production de déchets – Minimiser les pertes et les gaspillages
6. Optimiser la durée de vie du produit	Durabilité et fiabilité du produit – Faciliter la maintenance et l'évolution – Structure modulaire – Penser au design (effets de mode, renouvellement) – Renforcer le lien produit/utilisateur
7. Optimiser la fin de vie	Remise à niveau – Réutilisation – Recyclage – Désassemblage facilité – Biodégradation – Incinération moins polluante

8 Principes et solutions de l'écoconception

Critères	Pondération	PP GF30	POM	PA66	PA66 GF30	PET	PP	PS Choc (HIPS)
Compatibilité avec les parfums	8	5	5	5	5	4	5	5
Absence d'odeur résiduelle	6	2	5	5	5	2	5	5
Rigidité mécanique	5	5	5	5	5	4	3	4
Qualité esthétique	3	4	5	5	5	3	4	4
Recyclabilité	7	1	4	4	1	5	5	5
Impact négatif sur l'environnement	4	5	4	1	2	2	5	4
Coût matière faible	1	3	2	1	1	2	5	2
Évaluation de la performance	**Sur 170**	**119**	**156**	**143**	**126**	**118**	**157**	**155**

9 Critères de choix du matériau pour la cartouche

Cette démarche engagée dans le cadre du Grenelle de l'environnement a pour but de sensibiliser les consommateurs. Quatre indicateurs de l'affichage environnemental du produit ont été déterminés :

– effet de serre : 69,8 kg CO_2 eq ;
– consommation d'énergie : 1,39 E3 MJ eq ;
– consommation de ressources : 4,08 E-1 kg d'antimoine eq ;
– écotoxicité aquatique : 3,18 E1 kg 1,4-DB eq.

La cartouche (ou corps de la capsule) est l'ensemble le plus impactant dans la phase de fabrication qui est elle-même la plus impactante. La démarche d'écoconception consiste donc à trouver des solutions afin de réduire les impacts induits par ce composant. Pour guider notre travail, nous allons donc utiliser la roue de l'écoconception de Brezet 7 qui fixe les grands principes et les solutions de l'écoconception 8.

Le premier principe « Développer de nouveaux concepts » engage des travaux complexes et coûteux du type analyse de la valeur, créativité et innovation pour le produit dans son ensemble. Ce principe n'est donc pas tout à fait adapté à la re-conception d'un sous-ensemble comme la cartouche.

Le deuxième principe « Sélectionner des matériaux à moindre impact » est par contre tout à fait approprié à notre cas et les pistes de solutions sont claires : matériaux moins toxiques, matériaux

EN LIGNE

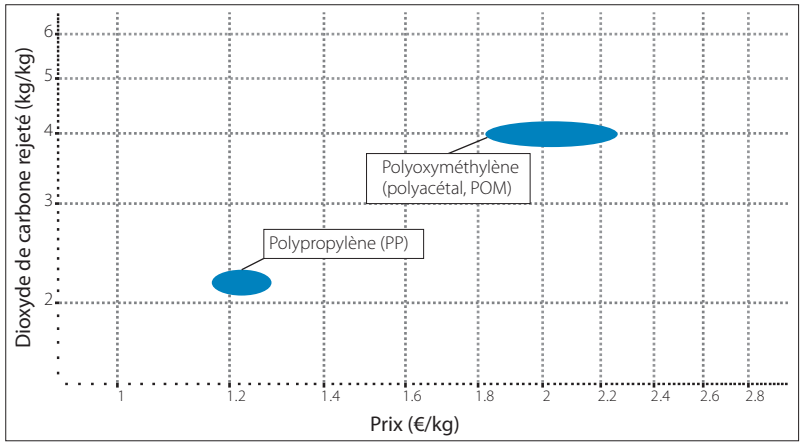
L'ACV en vidéo :
https://www.youtube.com/watch?v=bVuM51DTTKE

L'outil « Bilan Produit » de l'Ademe :
http://www.base-impacts.ademe.fr/bilan-produit

L'outil « Bilan Produit » de « Base Impacts » en vidéo :
https://www.youtube.com/watch?v=l2leFq_nP6Y

Société Scentys :
https://www.scentys.com/

Tous les liens sur http://eduscol.education.fr/sti/revue-technologie



10 **Diagramme de propriétés des familles de matériaux, ici les POM et les PP**

renouvelables, matériaux recyclés, matériaux recyclables, à contenu énergétique moindre, naturels.

La société a produit un tableau comparatif des matériaux plastiques dont elle a l'expertise, avec des critères et des pondérations en lien avec la fonction de la cartouche. Chaque critère y est valorisé et plus le chiffre est élevé, plus le critère est satisfaisant **9**.

La performance de chaque matériau est donc calculée de la manière suivante. Prenons le cas du PP30GF : $(5 \times 8) + (2 \times 6) + (5 \times 5) + (4 \times 3) + (5 \times 7) + (5 \times 4) + (3 \times 1) = 40 + 12 + 25 + 12 + 35 + 20 + 3 = 147$.

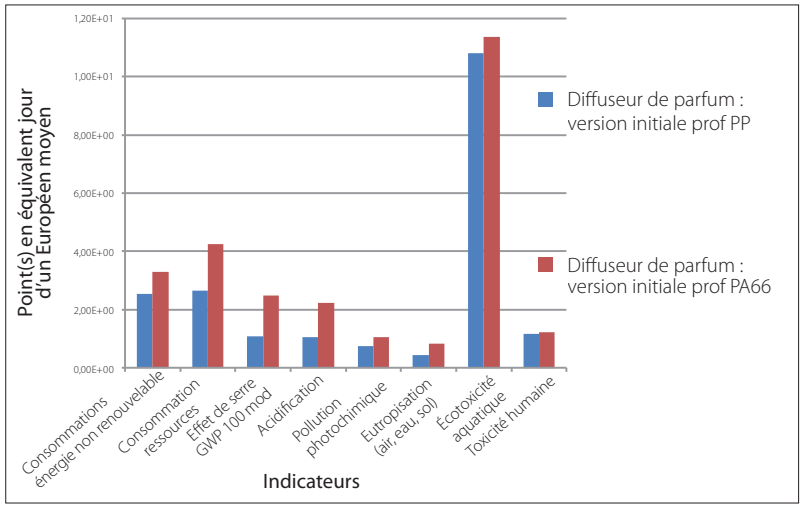
Deux matériaux sont en tête de ce classement, le POM et le PP (polypropylène). Le choix est donc à faire entre ces deux plastiques. Nous allons finaliser ce choix à l'aide du logiciel CES qui exploite la méthode Ashby. Les critères retenus sont le prix et le dioxyde de carbone rejeté **10**.

Le diagramme montre que le PP est plus performant que le POM sur les deux critères.

Ce choix de matériau fait, nous pouvons procéder à une itération dans la démarche pour recalculer les impacts environnementaux du diffuseur avec une capsule en PP et faire la comparaison avec ceux de la solution comportant une capsule en PA66 GF30 **11**.

Les impacts de la solution avec la capsule en PP sont moins importants sur tous les indicateurs, le tout sans transfert d'impacts. La solution de la cartouche en PP est validée.

Avec cette nouvelle solution de cartouche en PP, l'affichage environnemental du produit est amélioré **12**.



11 **Comparatif des deux solutions**

Conclusion

À la suite de cette étude menée en collaboration avec un expert en écoconception, les cartouches jetables intégrées au produit ont été modifiées pour être fabriquées en polypropylène. Cette modification de matériaux, sans altérer la fonction remplie par ce composant, a permis d'améliorer sensiblement la performance environnementale du produit final. ■

Indicateurs	Solution initiale en PA66 GF30	Solution modifiée en PP	Réduction de l'impact environnemental
Effet de serre (kg CO_2 eq)	69,8	30,6	56 %
Consommation de ressources (E-1 kg d'antimoine eq)	4,08	2,53	37 %
Consommation d'énergie (E+3 MJ eq)	1,39	1,07	23 %
Écotoxicité aquatique (E+1 kg 1,4-DB eq)	3,18	3,03	4,71 %

12 **Affichage environnemental du produit**