

L'ECO-CONCEPTION :

un atout dans la perspective du PLM

Jacques Richard

Professeur HES, EIG, Genève

RESUME

La prise en compte de l'environnement dans la conception des produits ou des services associés tout en maintenant ceux-ci économiquement compétitifs, définit l'axe principal de «l'éco-conception» (Eco-Design en terminologie anglophone). En effet la gestion des ressources naturelles, de l'énergie et le respect des normes de rejet doivent prendre une part accrue dans la conception, la fabrication, l'exploitation et le recyclage d'un produit. C'est un défi que le monde industriel se doit de relever, mais ce qui peut apparaître comme une contrainte supplémentaire se révèle aussi source d'innovation.

L'approche de «l'éco-conception» implique la prise en compte de la globalité des paramètres définissant un produit et leur optimisation à travers l'ensemble du cycle de vie de façon à minimiser globalement les impacts environnementaux. Pour atteindre cet objectif, il s'agit souvent d'imaginer plusieurs scénarios possibles permettant de réaliser une même fonction, de les évaluer et d'en choisir le meilleur. L'étude de nombreux cas pratiques «d'éco-conception» montre que l'innovation porte alors sur la définition d'une solution originale ou sur le développement de nouveaux matériaux compatibles avec l'environnement. Cela met en évidence aussi que l'anticipation dans ce domaine constitue un atout vis-à-vis de la concurrence.

TABLE DES MATIERES

IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ET LIMITATION DES RESSOURCES NATURELLES _____	3
<i>Prise de conscience</i> _____	3
<i>Impacts environnementaux</i> _____	3
<i>Limitation des ressources</i> _____	4
<i>Consommation de matière et énergie liée au produit</i> _____	4
CONTEXTE DE L'ÉCOLOGIE INDUSTRIELLE _____	4
<i>Analyse du cycle de vie du produit</i> _____	4
<i>Dématérialisation des produits et des services</i> _____	5
DEMARCHES ENVIRONNEMENTALES AU NIVEAU DE L'UNION EUROPEENNE _____	5
<i>Motivation de l'UE</i> _____	5
<i>Directives ELV, WEEE, RoHS, EuP, 3R</i> _____	5
ÉCO-CONCEPTION _____	7
<i>Définition de l'éco-conception</i> _____	7
<i>Etude de cas pratiques d'éco-conception</i> _____	7
Mobilier de bureau _____	7
Équipement automobile _____	8
Industrie du jouet _____	8
Équipement aéronautique _____	8
CONCLUSION _____	10

IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ET LIMITATION DES RESSOURCES NATURELLES

Prise de conscience

La prise de conscience de la limitation des ressources naturelles date de la fin des années 1960. Cette période, en pleine euphorie d'après guerre, est marquée par une forte avancée technologique illustrée par la conquête de l'espace et de la lune. Ainsi c'était la première fois que l'on voyait la terre en tant qu'observateur externe ; cela sans doute contribua à la prise de conscience de la fragilité de notre vaisseau spatial : la Terre.

En 1972 fut fondé le club de Rome. Partant de l'idée que l'«american way of life» n'est pas viable à long terme, il proposa le concept de «croissance zéro», en réponse à l'épuisement prévisible des ressources naturelles. Depuis, plusieurs crises relatives à l'approvisionnement énergétique ont secoué le monde.

Impacts environnementaux

L'activité humaine est responsable de nombre de catastrophes écologiques. Celles dues à des accidents comme la marée noire de l'Amoco-cadiz le 20 mars 1978 ou Tchernobyl le 26 avril 1986 ont marqué particulièrement les esprits, avec respectivement des impacts sur un vaste bassin maritime pour le premier et, pour le second, des impacts durables sur une large région mais aussi des effets planétaires heureusement plus limités dans le temps. D'autres impacts de l'activité industrielle sont plus insidieux car plus lents, ce sont des phénomènes progressifs et à très grande échelle.

L'exemple principal est évidemment le problème des émissions de CO₂. C'est un phénomène qui a débuté déjà avec la révolution industrielle, mais s'est accéléré au cours du XX^{ème} siècle. Il est le principal responsable de l'effet de serre et du réchauffement climatique de la planète. La situation est préoccupante et les difficultés de mise en application du protocole de Kyoto montrent bien la complexité du problème et les difficultés des solutions à mettre en place.

Le Trou d'Ozone en est un autre exemple, qui a mis en alerte sévère tous les pays du Nord en 1985. Les CFC ont été incriminés et des résolutions ont été rapidement prises à travers le protocole de Montréal en 1987. A partir de là, l'interdiction faite de l'usage des CFC fut une action efficace car ceci permit d'amorcer une diminution du Trou d'Ozone, ce qui illustre la pertinence de la formule «think globaly – act localy». En effet cela démontre que de tels impacts négatifs ne sont pas inéluctables et qu'une maîtrise de la situation est possible, mais passe par des actions très concrètes sur notre consommation au quotidien.

Limitation des ressources

Quelques estimations sérieuses montrent que les réserves de matières premières sont limitées et qu'au rythme de la consommation actuelle, nombre d'entre elles seront épuisées dans un laps de temps sensible à l'échelle d'une vie humaine:

- Pétrole 40 ans ⁽²⁾
- Gaz naturel 55 ans ⁽²⁾
- Charbon 200 ans ⁽²⁾
- Lignite 300 ans ⁽²⁾
- Cuivre 30-60 ans ⁽¹⁾
- Etain 25-50 ans ⁽¹⁾
- Zinc 25-50 ans ⁽¹⁾

Ces estimations sont certes à prendre avec une certaine prudence - il est par exemple très difficile de mesurer les réserves exactes d'un champ pétrolifère - mais cela ne change en rien le fond du problème. Remarquons que les matériaux ici cités sont d'usage parfaitement courant.

Pour ce qui est du pétrole, on estime que le «peak point» - à savoir le moment où la production ne pourra suivre la demande - sera atteint d'ici quelques années ; il aura pour conséquence une très forte augmentation du prix. Remarquons ici à propos du terme production, qu'il convient plutôt de parler d'extraction : en effet le pétrole se forme dans les sédiments marins à partir de la décomposition d'organismes morts, selon un cycle qui dure plusieurs millions d'années – en estimant que le pétrole que l'on extrait actuellement s'est formé dans des roches datant de 100 à 400 millions d'années, on en déduit un facteur de un million entre la vitesse de production et celle de son extraction et de sa consommation.

Consommation de matière et énergie liée au produit

On sait que les transports et les ménages sont de forts consommateurs d'énergie. Pour ce qui est de la production de biens de consommation leurs coûts sont aussi bien énergétiques que matériels, avec un « rendement » souvent assez faible : par exemple pour produire un ordinateur, il faut extraire 30 fois plus de matière première.

CONTEXTE DE L'ÉCOLOGIE INDUSTRIELLE

Analyse du cycle de vie du produit

L'activité industrielle humaine a longtemps été considérée comme indépendante de la nature. L'écologie industrielle, elle, attribue aux produits utilisés par l'industrie un statut d'éléments naturels et les étudie en tant que tels, dans leurs interrelations et dans leur rapport avec l'ensemble de la nature. En ce sens, les activités industrielles sont à prendre en compte dans un écosystème global. Le type d'écosystème correspondant à l'activité industrielle

comme on la connaît est encore très primitif – il s'apparente au même type d'écosystème que celui qui a prévalu à l'apparition de la vie sur terre : l'utilisation directe des ressources naturelles et la quasi absence de recyclage des déchets. C'est donc dans une optique d'interdépendance globale que l'on qualifie et quantifie les impacts environnementaux d'un produit à travers l'ensemble de son cycle de vie. C'est ce que permet de mesurer une analyse du cycle de vie d'un produit (ACV). Il est important alors, pour le produit donné, d'évaluer le rapport entre la fonction assurée ou le service rendu et les impacts environnementaux engendrés.

Dématérialisation des produits et des services

La «croissance zéro», quelque peu utopique du point de vue économique, n'a pas pu être mise en œuvre depuis la fondation du club de Rome. On peut pourtant imaginer une croissance économique qui n'ait pas pour corollaire la croissance de la consommation de matières premières. Il s'agit en quelque sorte d'être capable de « faire plus avec moins ». En fait, c'est une tendance qui s'est déjà amorcée à travers ce que l'on nomme la dématérialisation des produits et des services. La photo numérique en est un exemple : il n'y a plus de pellicule et donc plus de consommable à ce niveau-là. Xerox, en louant ses photocopieuses, illustre aussi bien cette tendance : ici, cela permet une bonne gestion du matériel et le recyclage des pièces usagées. C'est bien finalement le service de photocopie qui intéresse l'utilisateur final.

DEMARCHES ENVIRONNEMENTALES AU NIVEAU DE L'UNION EUROPEENNE

Motivation de l'UE

Aujourd'hui, au niveau de l'Union Européenne il se dégage un consensus assez net sur le fait que les schémas de production – consommation – des produits ne sont plus tenables dans la durée. En effet ils ne permettent pas d'envisager à terme la mise sur les marchés de biens et services à destination d'une population mondiale croissante. A ce titre l'UE a énoncé un certain nombre de directives environnementales et finance des projets de recherche sur cet axe.

Directives ELV, WEEE, RoHS, EuP, 3R

Au niveau de la réglementation, en effet, les récentes directives de l'UE sont très claires concernant la diminution notable de l'utilisation de matières dangereuses, le recyclage des matières plastiques ou des métaux et l'utilisation intelligente de l'énergie :

- Directives ELV : End Life Vehicle
- Directives WEEE :waste electrical and electronic equipment
- Directives RoHS : Restriction of Hazardous Substances Directives
- Directives EuP : Energy using Products
- Directives 3R : Reusability, Recyclability, Recoverability

Pour l'UE à 25, les véhicules en fin de vie représentent 8 à 12 millions d'unités par an. Les objectifs définis par les directives ELV pour 2015 sont les suivants: un véhicule devra être constitué de 95% de matériaux recyclables et recyclé à au moins 85%. (Ceci représente pour l'UE à 25 entre 8 à 12 millions de véhicules par an).

Les directives WEEE stipulent qu'à partir du 1^{er} juillet 2006, les nouveaux équipements électriques et électroniques mis sur le marché ne doivent plus contenir ni mercure, ni cadmium, ni chrome hexavalent, ni diphényles polybromés (PBB), ni éthers diphényliques polybromés (PBDE).

Les directives WEEE prévoient ainsi :

- la collecte sélective des déchets d'équipements électriques et électroniques
- le traitement sélectif systématique de certains composants
- la valorisation des WEEE collectés
- l'engagement de la responsabilité du producteur

Relevons que de façon générale ces directives de l'UE introduisent le principe de la responsabilité du producteur.

ÉCO-CONCEPTION

Définition de l'éco-conception

L'éco-conception intègre au cahier des charges fonctionnel d'un produit la prise en compte des impacts environnementaux de ce dernier à travers la totalité de son cycle de vie, pour ensuite optimiser l'ensemble des paramètres définissant le produit. Pour atteindre cet objectif, une méthode usuelle est d'imaginer plusieurs scénarios possibles permettant de réaliser une même fonction, de les évaluer et d'en choisir le meilleur en intégrant les points de vue environnementaux, techniques et économiques.

Etude de cas pratiques d'éco-conception

L'étude de cas pratiques de produits «éco-conçus» montre que les solutions apportées aux problèmes sont porteuses d'innovation. Celle-ci s'illustre de plusieurs manières: définition d'une solution originale en termes d'assemblage et réduction du nombre de pièces, développement de nouveaux matériaux compatibles avec l'environnement, utilisation de nouveaux procédés de fabrication. Voici quelques exemples qui mettent en évidence que l'anticipation dans ce domaine constitue un atout vis-à-vis de la concurrence.

Les domaines où une démarche d'éco-conception a été entreprise et a abouti à un produit industriel sont très nombreux : mobilier, chaussure, équipement automobile, équipement aéronautique, luminaire, peinture de sol, véhicule ferroviaire, matériaux de construction, distribution, photographie, vêtement, etc.

Mobilier de bureau

L'étude du recyclage d'un siège de bureau a montré que le potentiel de valorisation de ce type de produit était étroitement lié à sa facilité de démontage, au nombre et aux types de matières plastiques utilisées et à sa teneur en métaux. Les contraintes environnementales pour la conception d'un siège de bureau impliquent donc de :

- privilégier les matériaux dont les filières de recyclage existent (PP,PE)
- limiter l'usage de matériaux sans filières identifiées (p. ex. PU, PS)
- limiter le nombre de plastiques différents et choisir des plastiques compatibles au niveau des filières de fin de vie (PP et PE)
- limiter les inserts métalliques dans les plastiques ou le bois
- éviter l'utilisation de colles
- rendre le démontage et le tri faciles

C'est ce qui a été entrepris avec le siège « Please » de la société Steelcase: le démontage est rapide et ne nécessite pas d'outil particulier, le choix des matières plastiques est limité, le métal utilisé est de l'aluminium recyclé, la colle du tissu sur des placets est remplacée par des agrafes pour éviter les fumées

nocives lors de l'incinération, enfin l'emballage est réduit ce qui allège les impacts liés à la logistique de livraison.

Equipement automobile

DK Teknik, une entreprise danoise, a développé un système de climatisation pour voiture automobile à effet Peltier, basé sur des semi-conducteurs céramiques, ce qui réduit simultanément les impacts environnementaux liés au fluide réfrigérant et la consommation énergétique de fonctionnement. On sait que les fluides frigorigènes actuellement utilisés pour ce type d'application, même exempts de CFC, ont une forte incidence sur l'effet de serre (équivalent 1000 X CO₂) ; par ailleurs le rendement obtenu par ce système à effet Peltier permet de diminuer de 50% le surplus de consommation d'essence lié à la climatisation.

Industrie du jouet

Smoby-Majorette, 3^{ème} fabricant européen de jouets après Lego et Playmobil, a entrepris une démarche innovante d'Eco-management orientée produit, construite autour d'un label environnemental ISO 14021. Cette démarche s'appuie dans un premier lieu sur la fabrication de jouets en plastique recyclable et la réutilisation systématique des surplus de plastique (bavures, carottes,...) dans d'autres produits. Par ailleurs l'utilisation de matières plastique biodégradables et de matériaux composites à fibres naturelles polymères sont à un stade avancé d'étude.

L'étude a porté sur la réalisation d'un jouet en utilisant les moules usuels avec des matériaux biodégradables ou de recyclage. Le tracteur « écolo » est ainsi constitué:

- corps, volant, roues en PEhd recyclé (Polyéthylène haute densité)
- siège en composite PP-fibres naturelles (polypropylène)
- garde-boue arrière et capot en matière biodégradable
- enjoliveurs, klaxon et pédales en PEhd provenant des déchets de production

Le bilan de cette étude montre que l'utilisation de matériaux « verts » est techniquement maîtrisée. Le coût de ce type de fabrication dépasse seulement de 26% celui utilisé actuellement (ce qui ne permet pas encore de commercialiser de tels produits).

Equipement aéronautique

La société Sofrance produit des filtres utilisés en aéronautique. Elle a lancé un programme de Recherche et Développement visant à valider l'utilisation de nouveaux matériaux entièrement incinérables afin d'améliorer le traitement en fin de vie des cartouches filtrantes.

Le résultat est particulièrement probant : la nouvelle cartouche EcoShift réalise ainsi :

- une réduction du poids de 50%
- une durée d'utilisation augmentée de 20%
- un contenu énergétique du produit réduit de 50%
- un coût de recyclage réduit de 90%
- une valorisation énergétique par l'incinération du produit en fin de vie

Mais le résultat le plus remarquable de l'analyse du cycle de vie (ACV) provient du fait que sur ce type de produit, 95% des nuisances environnementales sont liées à leur utilisation pendant le vol. En effet, sur un avion la consommation de kérosène dépend de la masse embarquée, chaque élément constitutif de l'avion y contribue. Ainsi chaque kilo gagné représente une économie de 300 litres de kérosène par an. Cela en fait ainsi un produit qui, en plus d'excellentes performances environnementales, est particulièrement attractif pour le client final.

Ces exemples montrent que l'innovation porte tantôt sur une combinaison du choix des matériaux et la recherche de solutions d'assemblage simples mais efficaces, tantôt sur la recherche de nouveaux matériaux, tantôt sur la mise en application de procédés différents comme l'effet Peltier pour la réfrigération.

CONCLUSION

Dans une perspective où la croissance économique ne rime plus nécessairement avec l'augmentation de la consommation de biens matériels, la gestion durable des ressources et des déchets devient un axe prioritaire. Ceci en est un pour l'Union Européenne. A ce niveau, les directives sont claires et la tendance est au report des responsabilités sur le producteur, ce qui incite à une démarche de type éco-conception. Par ailleurs, les exemples montrent que le produit éco-conçu n'a rien d'un produit ringard ; au contraire, il s'agit souvent d'une chance à saisir pour innover et pour devancer la concurrence.

Références et bibliographie :

(1) US Geological Survey

(2) Bobin Niefenecker – Perspectives énergétiques globales – état des lieux 1999

« Il y aura l'âge des choses légères » Thierry Kazazian

«Vers Une Ecologie Industrielle» Suren Erkman

« Conception de produits et environnement : 90 exemples d'éco-conception »
ADEME

« L'éco-conception pour les mécaniciens » CETIM