

SENSIBILISATION DES ETUDIANTS DE FORMATION TECHNOLOGIQUE AUX IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION INDUSTRIELLE

Laurent Bizet
IUT du Havre
Place Robert Shuman
76600 Le Havre

email : laurent.bizet@univ-lehavre.fr

Résumé

L'étude des impacts environnementaux de la production industrielle est une science relativement jeune et qui s'annonce comme un enjeu décisif pour l'économie du futur. C'est une science pluridisciplinaire qui requiert des connaissances et des compétences en économie, physique, biologie, toxicologie, éco-toxicologie, etc. De plus, elle doit prendre en compte les nombreux aspects que représentent les impacts environnementaux qui s'exercent sur l'eau, les sols, l'air, les matières premières et l'énergie. La production industrielle représente directement ou indirectement, par l'intermédiaire des utilisateurs de ces produits, une part primordiale des impacts environnementaux. Il convient donc de sensibiliser les étudiants de formation technologique à la prise en compte des impacts environnementaux. Depuis 10 ou 15 ans, il apparaît en France de nombreux cours ou options pour ces étudiants dédiés à l'éco-conception, méthode qui consiste à prendre en compte la protection de l'environnement dans la conception des produits et services, en prenant en compte toutes les étapes du cycle de vie des produits : depuis l'extraction des matières premières jusqu'au traitement des produits en fin de vie. Cette présentation présente le rôle de l'éco-conception, comment elle est enseignée en France et en Europe et en quoi elle est reliée aux autres thèmes du développement durable.

Mots-clés : éco-conception ; environnement ; production industrielle.

1. Introduction

L'environnement est un des sujets de plus en plus au cœur des préoccupations des instances internationales et nationales.

Au niveau international, on peut citer par exemple la création du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) en 1972 [1] lui-même à l'origine du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC –en anglais, Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) dont la contribution scientifique a été reconnue par l'attribution du prix Nobel de la paix en 2007 (conjointement avec Al Gore) ou les Sommets de la Terre, des

rencontres mondiales et décennales : Stockholm (1972) lui-même en partie à l'origine de la création du PNUE ; Nairobi (1982) ; Rio de Janeiro (1992) ; Johannesburg (2002).

Au niveau français, le « Grenelle de l'environnement » a été organisé entre les parties concernées que sont le gouvernement, les représentants de l'industrie et les associations environnementales en 2007 afin de faire le bilan des dégradations environnementales nationales et de mettre en place des mesures : lois, incitations, etc. [2].

Au niveau national, les préoccupations environnementales prennent évidemment des formes différentes, fonctions de la nature de l'économie du pays : postindustrielle, industrielle ou en voie de développement. Néanmoins, peu importe la forme prise (problèmes agricoles ou de production industrielle ou de services...), l'interaction actuelle des différentes économies nationales, aussi couramment appelée mondialisation, entraîne que l'environnement est devenu un point-clé des problématiques internationales. Exemple d'effet néfaste de la mondialisation sur l'environnement : il a été montré qu'un « Jeans » vendu en France pouvait avoir parcouru plus de 27000 kilomètres entre le coton produit en Ouzbékistan, le fil et le tissu fabriqués en Inde, le « Jeans » assemblé au Bangladesh et le transport effectué en bateau par l'intermédiaire de Singapour jusqu'au Havre [3]. Et ce total est obtenu sans prendre en compte la production des pièces métalliques ou des étiquettes qui peuvent provenir de Chine, Corée du Sud ou du Mexique. Autre exemple : des langoustines pêchées en mer d'Ecosse et vendues sur le marché européen peuvent être envoyées en Thaïlande pour y être décortiquées [3]. Ces deux exemples sont essentiellement causés par les faibles coûts de transport maritime comparés à la différence de coût de main d'œuvre entre l'Europe et l'Asie.

L'environnement est donc une préoccupation qui a pris récemment des formes nouvelles. Le terme « écologie » (du grec, « connaissance de la maison ») est apparu en 1866 (Ernst Haeckel) [4]. Dans la seconde moitié du 20^e siècle, des menaces globales successives sont apparues ; dans l'ordre chronologique : pluies acides formés par le dioxyde soufre ou d'oxydes d'azote ; perte d'épaisseur de la couche d'ozone ; augmentation des gaz à effet de serre. Ces menaces peuvent être totalement ou partiellement estompées par la réglementation. L'interdiction des chlorofluorocarbures (protocole de Montréal, 1987) qui sera complète en 2010 devrait permettre un retour à la normale de la couche d'ozone

vers 2060 est l'exemple - le seul ? - même d'une réussite de réglementation internationale.

D'autres problèmes environnementaux semblent beaucoup plus délicats à régler. Il s'agit notamment de l'augmentation des déchets ou de l'épuisement de nombreuses ressources naturelles couramment utilisées par l'industrie et parfois difficilement substituables. On estime notamment que le pétrole devrait manquer au courant du XXI^e siècle. Utilisés au rythme actuel et en fonction des réserves prouvées, de nombreux métaux devraient également s'épuiser : le cuivre (30 ans), l'argent (20 ans), l'étain (30 ans), le nickel (50 ans), etc. [4]. La science et l'innovation technique permettront sans doute de se passer de certains de ces éléments mais de nouvelles techniques doivent être mises en place, telles que le recyclage, qui permettrait d'économiser ces précieuses ressources.

2. Qu'est-ce que l'éco-conception ?

On s'est aperçu en pratique que le recyclage n'est pas non plus une solution complète. En effet, d'une part, « recyclable » ne signifie pas « recyclé » et, d'autre part, les mesures correctives de fin de vie des produits (« end of pipe ») donnent toujours lieu à des déchets (boues ou cendres d'incinération...) ou à des rejets (dans l'air, dans l'eau...). Il s'avère donc nécessaire de prendre en compte l'environnement dès la conception des produits afin que ceux-ci créent moins de pollutions. C'est l'objectif de l'éco-conception que l'on peut considérer comme une « approche produit » et qui consiste donc à évaluer les impacts environnementaux lors de la conception du produit.

L'éco-conception est complémentaire de l'« approche site » qui consiste à évaluer les impacts environnementaux d'un endroit donné : énergie et matières premières consommées et rejets. Cette approche par site est normée par ISO 14000 et 14004 qui seront bientôt complétés par ISO 14005, pour l'instant à l'état de projet. Il est à noter que : « la famille ISO 14000 fournit des outils de management pour permettre aux organisations de gérer leurs aspects environnementaux et d'évaluer leurs performances environnementales » [5]. On retrouve donc dans cette famille de normes ISO 14000, également nommée « management environnemental », les normes liées à l'éco-conception. D'ailleurs, une nouvelle norme à l'état de projet (ISO 14006) s'intitule « Systèmes de management environnemental - Lignes directrices pour incorporer l'éco-conception » et fait le lien entre management environnemental et éco-conception.

L'écoconception se restreint généralement à la conception des biens et des services à l'exception du secteur de la construction, dont les particularités demandent un traitement spécifique, ce qui se vérifie notamment au niveau de la réglementation française.

3.1. La place de la réglementation européenne

L'Union Européenne met en œuvre une Politique Intégrée des Produits (PIP) qui rassemble toutes les actions visant à

limiter l'impact des produits sur l'environnement en Europe. La PIP lance des actions et met en place des directives par filière en se basant sur : i. une politique de prix justes en éliminant les subsides « dommages à l'environnement » ; ii. le développement de nouvelles méthodes de production basées sur le cycle de vie des produits ; iii. l'incitation et l'information des consommateurs.

Sont présentées ici quelques exemples de directives européennes directement ou indirectement liées à l'éco-conception des produits :

- 94/62/CE : sur les emballages et déchets d'emballages,
- 2005/32/CE : exigences en matière d'écoconception applicables aux produits consommateurs d'énergie,
- VHU : récupération et recyclage des Véhicules Hors d'Usage,
- DEEE : sur les déchets des équipements électriques et électroniques,
- REACH : concerne les substances chimiques utilisées en Europe,
- IPPC : pour des standards dits « de meilleure technologie disponible » pour certaines industries.

Cette réglementation européenne joue un rôle important car elle doit être systématiquement transposée dans le droit national des pays membres et incite par là-même les producteurs et les consommateurs à s'impliquer pour l'environnement dans les domaines suscités.

Bien que certains producteurs fassent par eux-mêmes de l'écoconception et que les consommateurs soient de plus en plus informés sur l'environnement, la réglementation reste la meilleure forme de contrainte ou d'incitation permettant d'engendrer des solutions. En effet, les producteurs et les consommateurs ont tendance à se dédouaner les uns sur les autres des problématiques environnementales engendrés par les produits.

3.2. Les écolabels

Les écolabels sont des déclarations environnementales affichées sur les produits ou les services, sont normés par la série ISO 14020 et existent sous trois formes : auto-déclaration du producteur (ISO 14021), marque ou label collectif et écolabel officiel. Ces derniers existent sous différentes formes en Europe (cf. figure 1).



Fig. 1. De gauche à droite : écolabel européen (CE), français (NF-Environnement) et allemand (« Ange bleu »).

La liste complète des produits possédant l'écolabel français est sur le site : <http://www.ecolabels.fr/fr/>. L'outil de

quantification qui permet éventuellement de déterminer si tel produit-candidat mérite l'écolabel français ou européen est l'analyse de cycle de vie.

3.3. Analyse de Cycle de Vie (ACV)

C'est un outil de calcul environnemental. L'analyse de cycle de vie consiste à répertorier et quantifier les impacts environnementaux à toutes les étapes de la vie d'un produit : extraction et utilisation des matières premières, production, transport, utilisation par le consommateur et traitement en fin de vie. Ce type d'analyse est donc multi-objectifs et également multicritères : utilisation d'énergie et de matières, analyse des rejets et des déchets. L'ACV a été choisi en Europe pour attribuer un écolabel à un produit.

3. Enseignement de l'éco-conception en France

Un excellent travail sur l'enseignement de l'éco-conception a été effectué dans le cadre d'une enquête nationale [6] réalisée par l'APEDEC (Association Professionnelle d'Experts pour le Développement de l'Eco-Conception) pour l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) en 2006. Ce paragraphe reprend les points-clés de cette enquête qui montre clairement comment l'enseignement supérieur français s'est intéressé et adapté à l'éco-conception.

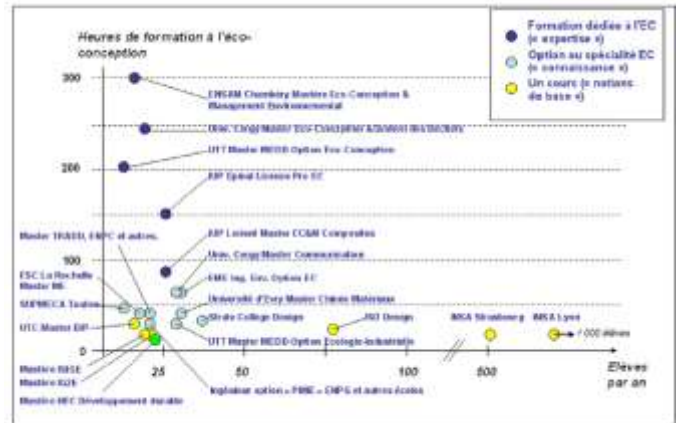
Fondamentalement, il existe 4 types de formations dédiées à l'éco-conception : i. formation dédiée à l'éco-conception (entre 80 et 300h) ; ii. option orientée éco-conception avec plusieurs cours dans ce champ (30 à 70h) ; iii. un cours structuré (moins de 30h) ; iv. un cours de notions ou une conférence animée par un extérieur (typiquement une demi-journée). Ces formations permettent d'atteindre un certain niveau d'expertise en éco-conception en fonction du volume horaire (cf. figure 2).

Concernant les origines des étudiants, on rencontre des concepteurs, des designers ou managers de l'environnement. Les écoles de design et d'ingénieurs ont davantage pris en main l'enseignement de l'éco-conception que les écoles de commerce, potentiellement aussi concernées.



Fig. 2. Temps à passer par étudiant nécessaire pour atteindre un certain niveau ; plus le temps passé est important, moins le nombre d'étudiants formés est important (d'après [6]).

La montée en puissance de l'enseignement de l'éco-conception en France (cf. figures 3 et 4) au cours des années 2000 a été favorisée par la réforme dite « LMD » dans l'enseignement supérieur. Cette réforme dont les objectifs sont « d'accroître la mobilité des étudiants européens, la mobilité entre disciplines et entre formations professionnelles et générales » [7] a débuté en 2002, marque une adaptation du système de l'enseignement supérieur à un système européen harmonisé et est caractérisée par une organisation en semestres et en crédits européens (European Credit Transfer System, E.C.T.S.).



Positionnement des formations en fonction du nombre d'heures et du nombre d'étudiants

Fig. 3. Nombre d'étudiants formés à l'éco-conception en fonction du volume horaire d'enseignement (d'après [6]).

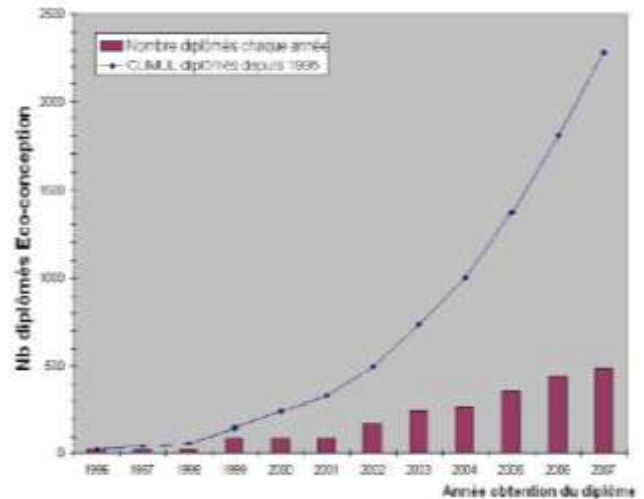


Fig. 4. Nombre d'étudiants formés à l'éco-conception entre 1996 et 2006 (d'après [6]).

Il est à remarquer que bien que des profils professionnels typiquement centrés sur l'éco-conception tels que ingénieur recherche ACV en entreprise, chargé d'éco-conception en entreprise ou éco-designer existent, le nombre d'étudiants

sortant de filières spécialisées est estimé supérieur au nombre de postes créés dans les entreprises privées et les organismes publics. Les entreprises recherchent davantage des profils qui intègrent parmi d'autres compétences l'éco-conception. Cela est certainement dû à la pression réglementaire plutôt incitative que pénalisante et qui implique une démarche plutôt volontaire de l'entreprise par rapport à l'éco-conception.

4. Enseignement de l'éco-conception à l'Université du Havre

L'éco-conception ou, de manière plus générale, la prise en compte des impacts environnementaux s'adresse à plusieurs profils d'étudiants (cf. figure 3).

A l'Université du Havre, un enseignement d'éco-conception a été mis en place sur l'année universitaire 2007-2008 pour des étudiants de première année de mastère Physique-Mécanique-Génie Civil (M1 PMGC) de la Faculté des Sciences et Techniques (FST). Les étudiants potentiellement concernés correspondent plutôt à la catégorie « ingénieurs » de la figure 5.

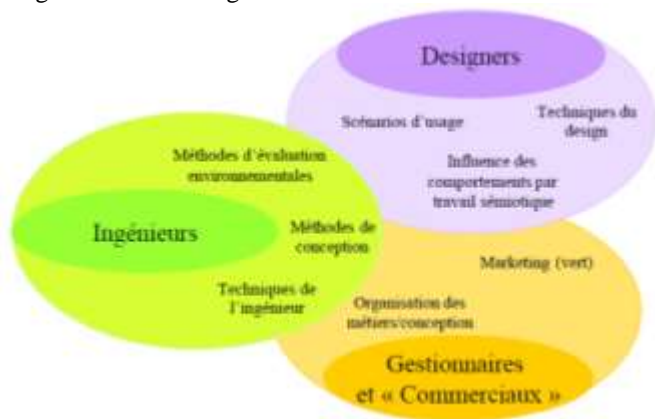


Fig. 5. Les différents profils d'étudiants et leurs compétences propres associées au champ de l'éco-conception (d'après [6]).

L'enseignement est proposé en option et a attiré entre 6 et 9 étudiants par an (cf. tableau 1). Parmi les étudiants du M1 PMGC, les intérêts sont variés : certains étudiants choisissent le parcours lié au Génie Civil (GC), d'autres s'orientent parcours physique (P) et les derniers (M : mécanique) choisissent les options liées à la conception mécanique. Ce sont ces derniers qui prennent quasi-exclusivement l'option éco-conception.

	2007-08	2008-09	2009-10
Etudiants M1 PMGC inscrits en parcours M	10	10	19
Inscrits en éco-conception	6	9	8

Table 1. Nombre d'étudiants du M1 PMGC parcours M et nombre d'étudiants inscrits en cours d'éco-conception.

L'objectif de l'enseignement est de sensibiliser les étudiants aux impacts environnementaux de la production industrielle et de les amener à imaginer la possibilité d'intégrer l'environnement dans les étapes de conception d'un produit. Pour ce faire, l'enseignement est réparti en 10 séances de cours de 3h. Ce volume d'horaires est suffisamment important pour ne pas considérer ce cours comme un affichage ou un « saupoudrage ». Il ne s'agit pas néanmoins sur un laps de temps aussi court de développer une expertise mais plutôt les bases d'une compétence. Les étapes de l'enseignement choisies sont alors les suivantes : i. confronter les connaissances des étudiants aux différents aspects des impacts environnementaux, afin de dissocier les effets de mode communicationnels des problèmes majeurs ou moins exposés ; ii. détailler les concepts en jeu, c'est-à-dire l'origine et les outils liés à l'éco-conception ; iii. montrer que des entreprises s'intéressent et appliquent l'éco-conception.

Il est intéressant, à ce stade et dans le contexte de cette présentation, d'évoquer la genèse de cet enseignement à l'Université du Havre. 4 enseignants rattachés à l'Université du Havre ont été sollicités pour mettre en place cet enseignement. Il s'agissait d'un PRofesseur AGrégé (PRAG), d'un professeur certifié, d'un Professeur des Universités (PU) et d'un Maître de conférences (McF). Au final, seul le McF s'est investi. Il semble que 2 raisons majeures ont conduit aux trois premiers désistements : i. un manque de temps évoqué ; ii. la difficulté à cerner le concept d'éco-conception et son bien-fondé. Ces deux raisons apparentes peuvent être rassemblées en une seule : l'éco-conception est un champ très récent, qui ne fait pas partie de l'enseignement classique (donc n'a jamais été intégré dans la formation des enseignants) et qui n'a pas encore montré tout son potentiel. La logique de ce concept est toujours en question contrairement à l'électromagnétisme ou aux charpentes métalliques ! Le constat effectué dans l'étude APDEC/ADEME [6] s'est donc confirmé : « Dans la grande majorité des cas rencontrés lors de l'enquête, les enseignements à l'éco-conception sont portés par un seul enseignant fortement motivé ».

La pratique au quotidien de cet enseignement s'est avérée très intéressante car elle amène aisément un échange avec les étudiants qui sont peu nombreux et qui possèdent par l'intermédiaire des médias des connaissances sur l'environnement. Il est ainsi facile, après avoir mis à plat différentes notions en cours, de proposer un sujet de réflexion aux étudiants à partir d'approches industrielles et marketing liées à la prise en compte de l'environnement dans l'industrie afin que ceux-ci apprennent à séparer une démarche d'éco-conception et du « greenwashing », l'éco-blanchiment, qui consiste pour une entreprise à se montrer responsable écologiquement sans fondement réel.

Finalement, quel est l'impact de cet enseignement sur les étudiants ? Bien qu'il soit trop tôt pour se prononcer et que l'impact doit être considéré au regard du nombre d'étudiants concernés, le retour sur le cours est plutôt positif car certains étudiants ont montré par la suite un intérêt pour les problématiques environnementales. En 2008-09, trois étudiants de M1 ont effectué un stage portant sur les éco-

matériaux ainsi qu'un étudiant de deuxième année de maîtrise (M2) ayant choisi ce cours l'année précédente.

Il est également possible d'aborder les impacts environnementaux en creux pour des questions spécifiques. Par exemple, dans un diplôme qui fait possiblement suite au M1 PMGC, le mastère 2^e année Energétique du Bâtiment (M2 EB), les considérations environnementales sont essentielles et sont abordées, par exemple, dans le module « matériaux de la construction ». En effet, dans les problématiques actuelles, il est aussi important de connaître la constitution physico-chimique des matériaux que les impacts environnementaux engendrés par le choix de ces matériaux.

Finalement, l'intérêt est de proposer un cours sur les problématiques environnementales à des étudiants qui n'ont pas choisi d'orienter leurs études vers l'environnement, ce qui permet d'éviter de « prêcher à des convaincus ».

5. Conclusions

L'éco-conception, qui consiste à tenir compte des impacts environnementaux des produits, est un domaine en plein essor dans le champ de la production industrielle, notamment à cause de la pression de la réglementation européenne et nationale. Pour que l'éco-conception émerge dans l'industrie, il est néanmoins nécessaire de former des personnes avec cette compétence. Les universités et les écoles d'ingénieurs françaises sont sollicitées pour développer des cours d'éco-conception. Pour mettre en place un tel cours, il faut principalement une personne motivée pour convaincre les étudiants de l'aspect technique et scientifique du concept et montrer qu'il est possible d'intervenir sans devenir un « professionnel de l'environnement ». Les étudiants peuvent alors acquérir un niveau de compétence dans le domaine de l'éco-conception qu'ils pourront exploiter si l'occasion se présente au cours de leur carrière professionnelle.

Remerciements

L'auteur tient à remercier chaleureusement l'IUT du Havre qui a permis ce travail notamment par son aide financière et technique.

Références

- [1] <http://www.unep.org/french/>
- [2] <http://www.legrenelle-environnement.fr/>
- [3] L'incroyable parcours des produits « made in monde », Article Capital, pp. 76-79, n°186, Mars 2007
- [4] Dominique Millet, Intégration de l'environnement en conception, pp. 17-33, Hermès-Lavoisier, Paris, 2003
- [5] http://www.iso.org/iso/fr/theiso14000family_2009.pdf
- [6] rapport APEDEC / ADEME (mars 2006), valable à : <http://www2.ademe.fr/servlet/getBin?name=3D4C1B1352B2BB6D20B3DCB36C3D47991158410661680.pdf>
- [7] <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid20190/organisation-licence-master-doctorat-l.m.d.html>