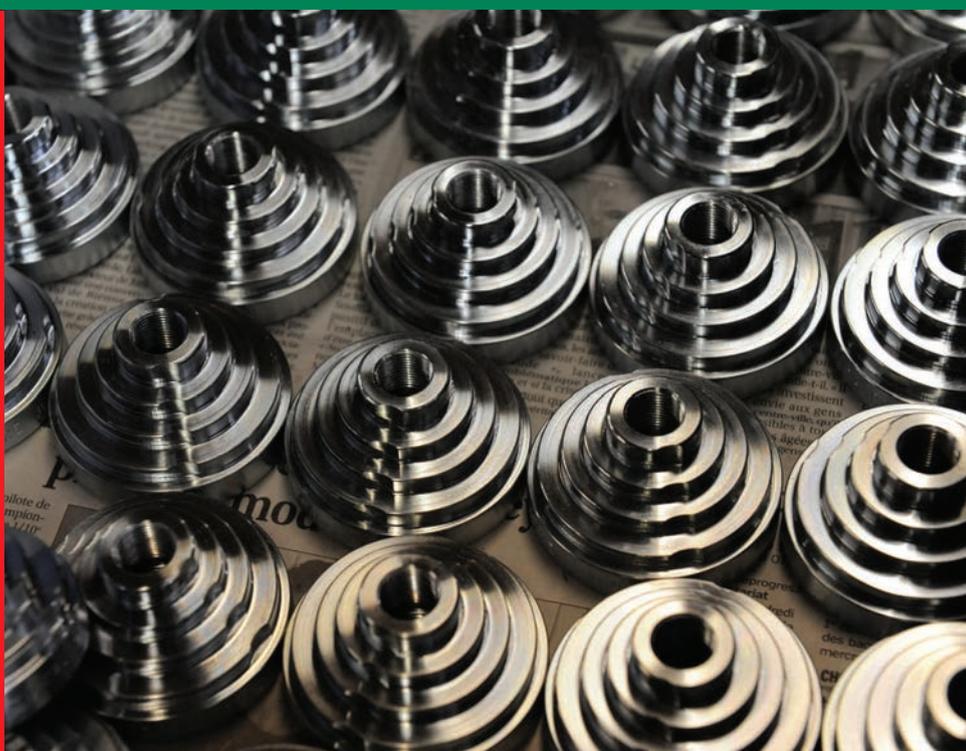


RESPONSABILITÉ & ENVIRONNEMENT

recherches débats actions

L'ACV (analyse du cycle de vie)

Actes du colloque organisé
par l'AFITE, le 17 novembre 2011



AVRIL 2012
NUMÉRO 66
PRIX : 23 €
ISSN 1268-4783

ISBN 978-2-7472-1917-4



SÉRIE TRIMESTRIELLE DES
**ANNALES
DES
MINES**
FONDÉES EN 1794

*Publiées avec le soutien
du ministère de l'Économie,
des Finances et de l'Industrie*

ANNALES DES MINES

FONDÉES EN 1794

RESPONSABILITÉ & ENVIRONNEMENT

Publiées avec le soutien du ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie.
Le contenu des articles n'engage que la seule responsabilité de leurs auteurs.

ISSN : 1268-4783

Série trimestrielle • n° 66 - avril 2012

Rédaction

Conseil général de l'Economie, de l'Industrie, de l'Energie et des Technologies, Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie (MEFI)
120, rue de Bercy - Télédock 797 - 75572 Paris Cedex 12
Tél : 01 53 18 52 68
<http://www.annales.org>

Pierre Couveinhes

Rédacteur en chef des *Annales des Mines*

Gérard Comby

Secrétaire général de la série « Responsabilité & Environnement »

Martine Huet

Assistante de la rédaction

Marcel Charbonnier

Lecteur

Membres du Comité d'orientation

Philippe Saint Raymond

Président du comité d'orientation, Responsable éditorial
Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, Conseil général de l'Economie, de l'Industrie, de l'Energie et des Technologies

Dominique Bernard

Afite, Président d'honneur

Paul-Henri Bourrelier

Ingénieur général des Mines, Association française pour la prévention des catastrophes naturelles

Jacques Brégeon

Collège des hautes études de l'environnement et du développement durable, ECP, INA P-G, SCP-EAP

Christian Brodhag

Ecole nationale supérieure des Mines de Saint-Etienne

Xavier Cuny

Professeur honoraire Cnam, Conseil supérieur de la prévention des risques professionnels

William Dab

Cnam, Professeur

Daniel Fixari

Ecole des Mines de Paris, Centre de gestion scientifique

Odile Gauthier

Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement (MEDDTL), Direction de l'eau et de la biodiversité

Christian Huglo

Avocat

Vincent Jacques le Seigneur

Secrétaire général de l'INES, Maître de conférences à Sciences-Pô, Paris

Vincent Laffèche

Ineris, Directeur général

Jean-Luc Laurent

Laboratoire national de métrologie et d'essais, Directeur général

Yves Le Bars

Cemagref

Patrick Legrand

Inra, Vice-Président de la Commission nationale du débat public

Benoît Lesaffre

CIRAD

Geneviève Massard-Guilbaud

Ecole des Hautes études en sciences sociales, Directrice d'Etudes

Laurent Mermet

Engref

Alain Morcheoine

Ademe, Directeur de l'air, du bruit et de l'efficacité énergétique

Pierre Frédéric Tenière-Buchot

Consultant environnement, Conseiller spécial au programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE)

Gilbert Troly

Administrateur de la chambre syndicale des industries minières

Eric Vindimian

CEMAGREF

Membres du Comité de Rédaction

Philippe Saint Raymond

Président du Comité de rédaction, Ingénieur général des Mines honoraire

Pierre Amouyel

Ingénieur général des Mines honoraire

Paul-Henri Bourrelier

Ingénieur général des Mines honoraire, Association française pour la prévention des catastrophes naturelles

Fabrice Dambrine

Haut fonctionnaire au développement durable, MEFI

Pascal Dupuis

Chef du service du climat et de l'efficacité énergétique, Direction générale de l'énergie et du climat, MEDDTL

Jérôme Goellner

Chef du service des risques technologiques, Direction générale de la prévention des risques, MEDDTL

Rémi Guillet

Ingénieur général des Mines, CGEJET, MEFI

Jean-Luc Laurent

Directeur général du Laboratoire national de métrologie et d'essais (LNE)

Richard Lavergne

Chargé de mission stratégique Energie-Climat au Commissariat général au développement durable, MEDDTL

Bruno Sauvalle

Ingénieur en chef des Mines, CGEJET, MEFI

Gilbert Troly

Administrateur de la Chambre syndicale des Industries minières

Table des annonces

Annales des Mines : 2^e - 3^e - 4^e de couverture et pages 111 et 112

Photo de couverture

Emporte pièces usinés par la Société Boehm et certifiés Qualité, Santé-Sécurité et Environnement Eco-conception. Crédit: ©PHOTOPQR/LE PROGRES/Yves Salvat

Abonnements et ventes <http://www.eska.fr>

Editions ESKA

12, rue du Quatre-Septembre - 75002 Paris

Serge Kebabtchieff : Directeur de la publication

Tél. : 01 42 86 55 65 - Fax : 01 42 60 45 35

Tarifs : voir bulletin (page 4)

Conception

Hervé Lauriot-Prévost

Iconographie

Christine de Coninck

Publicité

J.-C. Michalon - ECC

2, rue Pierre de Ronsard - 78200 Mantes-la-Jolie

Tél. : 01 30 33 93 57 - Fax : 01 30 33 93 58

Vente au numéro par correspondance et disponible dans les

librairies suivantes : Guillaume - ROUEN ; Petit - LIMOGES ;

Marque-page - LE CREUSOT ; Privat, Rive-gauche -

PERPIGNAN ; Transparence Ginestet - ALBI ; Forum - RENNES ;

Mollat, Italique - BORDEAUX.

RESPONSABILITÉ

SOMMAIRE

5 Editorial
Par Pierre COUVEINHES

7 Avant-propos
Par Alain ROUSSE

A – La place des ACV dans la politique de développement durable

10
L'analyse du cycle de vie : le point de vue des pouvoirs publics
Par Dominique DRON

13
L'analyse du cycle de vie (ACV) : outil ou contraintes pour la compétitivité des entreprises ?
Par Sophie COSTEDOAT

B – ACV : historique, utilisation et perspectives

19
Eco-efficience, analyse du cycle de vie & éco-conception : liens, challenges et perspectives
Par Philippe SCHIESSER



© Aliapur / photo M. Djaoui



© Aliapur / photo M. Djaoui

25
L'Analyse du Cycle de Vie d'un produit ou d'un service : applications et mise en pratique
Par Philippe OSSET

30
L'affichage environnemental des produits : une information destinée à la fois aux consommateurs et aux producteurs
Par Christine CROS

35
L'application de l'analyse de cycle de vie (ACV) aux systèmes biotechniques complexes : quels fronts de science ?
Par Véronique BELLON-MAUREL, Cécile BESSOU, Guillaume JUNQUA, Laurent LARDON, Eléonore LOISEAU, Catherine MACOMBE, Eva RISCH et Philippe ROUX

42
Enjeux et écueils de l'affichage environnemental
Par le Docteur Jérôme PAYET

& ENVIRONNEMENT

Avril 2012 ♦ Numéro 66

C - Témoignages des parties intéressées : utilisation et limites des ACV

49

Analyse des cycles de vie de différentes voies de valorisation des pneus usagés non réutilisables (PUNR)

Le point de vue du commanditaire : retour d'expérience et valeur ajoutée des travaux

Par Catherine CLAUZADE, Charlotte HUGREL, Magali PALLUAU et Philippe OSSET

57

ACV et valorisation des produits en fin de vie – Affectation des impacts environnementaux des cycles de vie amont et aval

Par Philippe OSSET, Catherine CLAUZADE, Charlotte HUGREL et Magali PALLUAU

68

Une démarche originale d'éco-conception intégrée à la *supply chain* : le projet de recherche européen Corine

Par Pierre GARÇON

72

Groupe Total : des solutions innovantes pour réduire l'empreinte environnementale
Le programme Total Ecosolutions

Par Yves GERMAIN



© Aliapur / photo M. Djaoui

76

Structure de recherche collaborative en analyse de cycle de vie ScoreLCA : objectifs et organisation

Par Denis LE-BOULCH

78

L'analyse du cycle de vie dans l'entreprise

Par Pierre-Marie GUINEHEUC

84

Analyse du cycle de vie et protection de l'environnement : pertinence et limites de l'outil

Le point de vue d'une association
Par Pénélope VINCENT-SWEET

89

Vingt années d'analyse de cycles de vie : expériences et réflexions d'un utilisateur

Par Rémi GUILLET

99

Biographies

104

Résumés Anglais, Allemand et Espagnol

Le dossier est coordonné
par Myriam MERAD et Rémi GUILLET

BULLETIN D'ABONNEMENT

A retourner accompagné de votre règlement
aux Editions ESKA <http://www.eska.fr>
12, rue du Quatre-Septembre - 75002 Paris
Tél. : 01 42 86 55 73 - Fax : 01 42 60 45 35

Je m'abonne pour 2012, aux Annales des Mines

Responsabilité & Environnement

4 numéros
au tarif de :
Particuliers 88 € 107 €
Institutions 114 € 138 €

Responsabilité & Environnement + Réalités industrielles

8 numéros
au tarif de :
Particuliers 168 € 202 €
Institutions 211 € 273 €

Responsabilité & Environnement + Réalités industrielles + Gérer & Comprendre

12 numéros
au tarif de :
Particuliers 214 € 271 €
Institutions 317 € 379 €

Nom
Fonction
Organisme.....
Adresse
.....

Je joins : un chèque bancaire
à l'ordre des Editions ESKA
 un virement postal aux Editions ESKA,
CCP PARIS 1667-494-Z
 je souhaite recevoir une facture

DEMANDE DE SPÉCIMEN

A retourner à la rédaction des Annales des Mines
120, rue de Bercy - Télédéc 797 - 75572 Paris Cedex 12
Tél. : 01 53 18 52 68 - Fax : 01 53 18 52 72

Je désire recevoir, dans la limite des stocks
disponibles, un numéro spécimen :

de la série **Responsabilité & Environnement**
 de la série **Réalités industrielles**
 de la série **Gérer & Comprendre**

Nom
Fonction
Organisme.....
Adresse
.....

Publié par
**ANNALES
DES
MINES**
Fondées en 1794

Fondées en 1794, les Annales des Mines comptent parmi les plus anciennes publications économiques. Consacrées hier à l'industrie lourde, elles s'intéressent aujourd'hui à l'ensemble de l'activité industrielle en France et dans le monde, sous ses aspects économiques, scientifiques, techniques et socio-culturels.

Des articles rédigés par les meilleurs spécialistes français et étrangers, d'une lecture aisée, nourris d'expériences concrètes : les numéros des Annales des Mines sont des documents qui font référence en matière d'industrie.

Les Annales des Mines éditent trois séries complémentaires :

**Responsabilité & Environnement,
Réalités Industrielles,
Gérer & Comprendre.**

RESPONSABILITÉ & ENVIRONNEMENT

Quatre fois par an, cette série des *Annales des Mines* propose de contribuer aux débats sur les choix techniques qui engagent nos sociétés en matière d'environnement et de risques industriels. Son ambition : ouvrir ses colonnes à toutes les opinions qui s'inscrivent dans une démarche de confrontation rigoureuse des idées. Son public : industries, associations, universitaires ou élus, et tous ceux qui s'intéressent aux grands enjeux de notre société.

RÉALITÉS INDUSTRIELLES

Quatre fois par an, cette série des *Annales des Mines* fait le point sur un sujet technique, un secteur économique ou un problème d'actualité. Chaque numéro, en une vingtaine d'articles, propose une sélection d'informations concrètes, des analyses approfondies, des connaissances à jour pour mieux apprécier les réalités du monde industriel.

GÉRER & COMPRENDRE

Quatre fois par an, cette série des *Annales des Mines* pose un regard lucide, parfois critique, sur la gestion « au concret » des entreprises et des affaires publiques. *Gérer & Comprendre* va au-delà des idées reçues et présente au lecteur, non pas des recettes, mais des faits, des expériences et des idées pour comprendre et mieux gérer.

L'INDUSTRIE
AU
CONCRET

Éditorial

Ce numéro de Responsabilité & Environnement est consacré à l'analyse du cycle de vie (ACV), une méthode consistant à analyser l'impact des produits et des services sur l'environnement, sur la totalité de leur cycle de vie (« du berceau à la tombe »).

L'ACV a connu une grande vogue dans les années 1990. Beaucoup voyaient alors en elle une sorte d'outil universel permettant d'optimiser toutes les activités économiques en tenant compte de leurs impacts en matière d'environnement, voire en matière sociale... Puis est venu un certain désenchantement, lié à la complication croissante des modalités de calcul et au caractère statique de la méthode, qui paraissait être davantage destinée à mesurer des impacts existants sur l'environnement qu'à améliorer les performances des produits et des services.

Mais depuis quelques années, on constate un net regain d'intérêt pour l'ACV, lié notamment à deux besoins concourants : celui d'appuyer les démarches d'éco-conception menées par les industriels, et celui d'offrir aux consommateurs une réponse à leur demande d'information sur les produits. Il est donc très opportun que l'Association française des ingénieurs et techniciens de l'environnement (AFITE) ait consacré à cette question un colloque, qui s'est tenu le 17 novembre 2011. La plupart des articles composant ce numéro de Responsabilité & Environnement ont été rédigés par des intervenants au colloque ; ils présentent un état des lieux complet de l'ACV, qui semble avoir trouvé aujourd'hui sa juste place et son rythme de croisière.

Dans son article, Rémi Guillet rappelle que les débuts de l'ACV en France remontent aux chocs pétroliers des années 1970, qui ont amené les pouvoirs publics à faire évaluer les contenus énergétiques des matériaux et des procédés industriels. Mais dès cette époque, il est apparu que les résultats dépendaient considérablement des hypothèses retenues : selon le choix fait entre deux hypothèses - chacune, prise isolément, étant apparemment raisonnable -, les chiffres pouvaient varier du simple au quintuple !

Par ailleurs, certaines entreprises adeptes du green washing ont bien vite tenté d'exploiter dans leur publicité certains bons résultats obtenus par leurs produits dans le cadre d'ACV fondées sur tel ou tel critère particulier. Mais, comme le souligne Dominique Dron, « le recyclage économise de la matière, mais pas toujours de l'énergie ni de l'eau ; les cultures énergétiques peuvent économiser des énergies fossiles, mais ne réduisent pas forcément la pollution des eaux ni les importations de phosphates... ». Voilà qui amène à s'interroger sur le critère à privilégier !

Ces difficultés ont conduit à l'essor d'approches multicritères, qui s'est traduit par une complexification extrême des calculs, avec plusieurs inconvénients majeurs : il est devenu de plus en plus difficile de donner une interprétation intuitive aux résultats des ACV, ce qui a fait d'elles un outil peu adapté à la conception de nouveaux produits ; dans la pratique, l'utilisation de cette méthode s'est retrouvée circonscrite aux très grandes entreprises ; et, finalement, les seuls résultats démontrés sans aucune ambiguïté étaient des évidences, ce qui donnait l'impression de bâtir un « marteau-pilon pour écraser une mouche »...

J'ajouterai, personnellement, un regret supplémentaire : la dimension économique a bien souvent été oubliée. Or, dans le domaine de l'environnement comme partout ailleurs, n'est-il pas souhaitable de privilégier les investissements permettant de maximiser les effets positifs sur les critères retenus ? Tout cela a conduit à un certain désamour pour les ACV.

Mais au cours des dernières années, des progrès considérables ont été réalisés. En premier lieu, les pratiques tant en matière de réalisation des ACV que de leur utilisation ont fait l'objet d'importants travaux de normalisation, que Philippe Osset présente dans son article. L'affichage environnemental, en particulier, qui est désormais encadré par la loi, donne lieu à des référentiels de bonnes pratiques ; Christine Cros et Jérôme Payet en donnent certains exemples remarquables.

Quelques filières peuvent désormais servir de référence pour le bon usage des ACV. C'est par exemple le cas de la valorisation de pneus usagés non réutilisables, dans le cadre d'ALIAPUR. Et certains grands donneurs d'ordres associent désormais leur réseau de PME sous-traitantes à des démarches d'éco-conception, comme le montre l'exemple de CORINE pour la filière hélicoptère, que présente Pierre Garçon.

A présent, l'ACV semble avoir trouvé sa juste place au sein des entreprises. Comme le dit judicieusement Alain Rousse dans son avant-propos, « l'ACV est l'outil de prédilection des entreprises innovantes ». Aujourd'hui, cet outil est utilisé au premier chef pour la conception des produits, et plus seulement pour la communication à leur sujet (même si cette utilisation est la plus visible pour le grand public).

Mais, comme le souligne Pénélope Vincent-Sweet, l'ACV reste une aide à la réflexion et non à la décision ; elle est un simple outil, qui « ne devra jamais se substituer à une réflexion large, critique et approfondie ».

Pierre COUVEINHES

Avant-propos

Par Alain ROUSSE*

« Réinvestir l'Analyse du cycle de vie (ACV) : un projet pour des entreprises innovantes, de la PME aux grands groupes internationaux » : voilà un titre qui interpelle !

C'est qu'à travers lui, l'AFITE (Association française des ingénieurs et des techniciens de l'environnement) et, au-delà, tous les acteurs concernés (industriels, chercheurs, services de l'État, praticiens, responsables en entreprise, consultants, techniciens...), ont voulu signifier leur volonté de participer au renouveau d'intérêt pour la démarche de l'analyse de cycle de vie (ACV) qui se manifeste aujourd'hui dans les entreprises, au plan national comme au plan international.

Aussi, la série d'articles de ce numéro spécial de *Responsabilité & Environnement*, une des séries des Annales des Mines, s'inscrit-elle dans le prolongement du colloque que l'AFITE a organisé le 17 novembre 2011, à la Maison de la Chimie, à Paris. Au cours de ce colloque sont intervenus près d'une vingtaine d'experts de l'ACV d'origines variées et de cultures différentes, ce qui était aussi une façon de souligner le caractère universel de cette démarche.

Au premier rang des acteurs de l'ACV, je saluerai l'implication du ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement (MEDDTL), sous le haut patronage duquel a été placé ce colloque, et plus particulièrement celle de Dominique Dron, Commissaire générale au Développement durable, qui a soutenu avec ses collaborateurs l'esprit de ce colloque, dont l'AFITE a pris en charge l'organisation matérielle.

Dans cet avant-propos, je vais m'attacher précisément à décrire l'esprit qui a présidé à ce colloque, les principales caractéristiques et rendre compte de cette prise de conscience collective et de cette volonté d'aller de l'avant en matière d'ACV.

L'AFITE, qui est une association d'ingénieurs et de techniciens opérant majoritairement dans les entreprises et les collectivités locales, a inscrit son action depuis plusieurs années (et plus encore depuis la tenue du Grenelle de l'Environnement) dans le cadre de la Stratégie nationale de développement durable. Et, même si la notion d'ACV n'apparaît pas en gros caractères dans ses documents de référence, il n'en reste pas moins que ce concept est, pour elle, central et qu'il nourrit la réflexion qui est menée dans ses rangs, en particulier au sein des différentes commissions thématiques, qu'il s'agisse, par exemple, de l'énergie, du traitement des déchets et de l'eau ou de la formation des responsables environnement, dans le cadre de la commission Emploi & Formation.

En mettant l'accent, dans l'intitulé de notre colloque, sur le terme « réinvestir », nous sommes au cœur du sujet... Il

est important en effet de souligner l'urgence de revisiter et de se réapproprié un concept qui, pour beaucoup, et pas seulement ses détracteurs, reste encore une « boîte noire » (expression entendue ici et là). Or, l'ACV, bien qu'ayant traversé (ou, plutôt, *parce qu'ayant traversé*) des phases différentes et ayant subi des évolutions profondes (comme le montre, par exemple, l'article de Philippe Osset, président de Sollinnen SA), est plus que jamais un concept d'actualité. Lors du congrès qui s'est tenu à Berlin, du 28 au 31 août 2011, plus de mille auteurs se sont montrés intéressés par ce sujet, à travers plusieurs centaines de communications.

Si nul n'ignore les limites et les défauts que l'on prête à cet outil (jugé trop complexe, trop coûteux, manquant de bases de données fiables...), l'AFITE a voulu néanmoins porter publiquement le débat sans « langue de bois », avec toutes les parties concernées. Pour cela, elle avait fait le pari de parler de l'ACV non plus seulement comme d'un outil, mais en tant qu'instrument de management environnemental, et mieux encore, en tant qu'outil de décision.

En effet, les entreprises qui veulent innover doivent se doter d'outils performants pour mieux se développer. L'ACV est un de ces leviers, et, comme nous le verrons dans ce numéro de *Responsabilité & Environnement*, les retours d'expériences de grandes entreprises (telles qu'Airbus, Albea, Total Petrochemicals), ainsi que l'expérience récente acquise par des PME de la région Midi-Pyrénées apporteront la preuve que l'ACV, pour peu qu'elle soit bien comprise et bien utilisée, se révèle un instrument bien adapté à l'esprit de responsabilité et à la nouvelle forme de gouvernance que les entreprises se doivent désormais d'intégrer dans leur stratégie.

De plus, le lecteur le comprendra rapidement, cet outil s'adapte aussi bien aux domaines industriels les plus complexes (tels que la pétrochimie, l'aéronautique, la plasturgie ou l'automobile) qu'aux domaines liés à la recherche et au développement ou à des domaines plus traditionnels, tels que celui des déchets, comme l'a mis en évidence la table ronde tenue sur ce thème lors du colloque.

D'où cette idée qui m'est chère : comment assurer auprès des générations nouvelles la formation adaptée et de qualité permettant aux jeunes ingénieurs de s'approprié le concept d'ACV afin d'en faire un véritable outil de management ? Car, plus que d'une méthode, c'est d'un moyen nouveau et puissant dont il s'agit, un outil de dialogue authentique au sein de l'entreprise. Les témoignages de plusieurs intervenants (parmi lesquels celui de Pierre Garçon, de l'association EcoMundo) nous ont permis d'explorer le champ des possibles, grâce à leurs expériences de management participatif, avec le programme européen CORINE. Vue sous

cet angle, l'ACV devient un outil fédérateur et *de facto* médiateur entre les parties prenantes d'un projet, notamment en entreprise, entre le donneur d'ordres et les sous-traitants. L'article dont il est l'auteur répond à cette préoccupation.

Le colloque du 17 novembre 2011 se voulait aussi pleinement et délibérément opérationnel. Mon souhait le plus cher était que l'AFITE, qui se veut l'interprète et le relais des entreprises, participât à sa manière à l'émergence de la démarche ACV, et qu'à l'issue de ce colloque, les uns et les autres se disent prêts à engager une démarche ACV dans leurs entreprises ou leurs collectivités locales respectives. Pari certes ambitieux, j'en conviens, mais toute cette journée était justement conçue pour faire la démonstration de la pertinence de cette démarche, comme en témoigne la série d'articles reprenant les interventions successives des intervenants ci-après :

- ✓ Le Docteur Jérôme Payet, directeur du Cycléco et enseignant chercheur à l'École Polytechnique de Lausanne (EPFL), qui a présenté des exemples tirés des secteurs de l'agroalimentaire et des cosmétiques ;
- ✓ Sophie Costedoat, de la Direction générale de la compétitivité, de l'industrie et des services (DGCIS) du ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, qui a montré, à partir du cas particulier des éco-industries, les enjeux de la traçabilité dans la chaîne d'approvisionnement ;
- ✓ Philippe Schiesser, directeur général de l'Association des professionnels de l'éco-design et de l'éco-conception (APEDEC) et directeur d'Ecoeff, qui a replacé l'ACV dans le cadre plus global de la démarche d'éco-conception et qui a présenté les différents indicateurs, méthodes et réglementations qui s'y appliquent ;
- ✓ Véronique Bellon-Maurel, du Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts (CEMAGREF) qui, pour sa part, a dressé l'état des lieux de la recherche dans le domaine de l'ACV pour les bioproduits et les agro-produits ;
- ✓ Catherine Clauzade, d'Aliapur, qui a montré que l'ACV est un outil de choix pour rechercher des voies de valorisation des pneumatiques usagés non réutilisables ;
- ✓ Christine Cros, enfin, de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), qui a replacé la démarche ACV dans son contexte de normalisation en présentant les travaux menés dans le cadre de la plateforme ADEME/AFNOR.
- ✓ Ayant eu à connaître cet outil qu'est l'ACV à la fois au titre d'une grande collectivité territoriale et au titre de l'Etat, Rémi Guillet, du CGIET [NDLR : devenu aujourd'hui le Conseil général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des technologies], nous propose, en complément, un bilan de son expérience d'utilisateur de l'ACV sur une période de vingt ans.

Suivant en cela l'esprit du Grenelle de l'Environnement, l'AFITE a tenu aussi à ce que toutes les parties puissent s'exprimer au cours d'une table ronde, en donnant en particulier la parole à une association environnementale, en la personne de Pénélope Vincent-Sweet, qui est pilote au sein du pôle « Industrie, produits et services » de l'association France Nature Environnement (FNE), laquelle est favorable à une utilisation bien comprise et bien maîtrisée de l'ACV.

Comme chacun pourra le constater à la lecture de ce numéro de *Responsabilité & Environnement*, c'est la diversité des opinions qu'expriment les différents intervenants qui est marquante. Cependant, les interventions convergent vers une même certitude : l'ACV est l'outil de prédilection des entreprises innovantes. Tous les intervenants en ont convenu et cela, quelles que soient les responsabilités qu'ils exercent, leur origine, leur formation : responsables d'entreprise (de grande ou de petite taille), de tous les secteurs (chimie, emballage, aéronautique, recyclage, normalisation...), praticiens et experts de l'ACV, représentants de l'État (MEDDTL, MINEFI...), chercheurs, universitaires, ONG, consultants..., sans oublier, bien entendu, les citoyens présents dans l'assistance (simples consommateurs, journalistes, utilisateurs de l'ACV), qui ont pu largement s'exprimer.

Avec l'accord de tous les intervenants, nous voulions broser un tableau complet, national et international de la situation en matière d'ACV, avec pour objectif que la démarche ACV réinvestisse les entreprises ; ce colloque était une manière de prendre date. C'est pourquoi les articles qui suivent se veulent militants et incitatifs. Ils ne cherchent en aucune façon à dissimuler les difficultés. Ils visent avant toute chose à encourager les chefs d'entreprise à s'engager dans cette voie nouvelle du recours à l'ACV, qui est aujourd'hui reconnue, encadrée et soutenue par toutes les instances environnementales.

Pour conclure, je ne puis que reprendre à mon compte les mots prononcés par l'un des orateurs lors du colloque, qu'il a qualifiés, de manière humoristique, de « message à rapporter à la maison » :

« Oui, l'ACV, c'est possible et, oui, cela marche ! ».

Gageons que ce cri du cœur sera entendu bien au-delà du lectorat de *Responsabilité & Environnement*, dont je remercie le rédacteur en chef Pierre Couveinhes, ainsi que Rémi Guillet, du CGIET, pour avoir proposé à l'AFITE cette prestigieuse plateforme pour contribuer, avec d'autres partenaires et acteurs, à l'émergence de cet esprit nouveau que les participants au colloque ont appelé de leurs vœux. L'AFITE, en tout cas, s'emploiera dans les prochains mois à promouvoir l'Analyse de Cycle de Vie en tant qu'outil par excellence d'une nouvelle gouvernance environnementale.

Note

* Président de l'AFITE.

L'AFITE

Créée en 1979, l'Association française des ingénieurs et techniciens ou l'environnement (AFITE) regroupe environ mille adhérents aussi bien issus du monde de l'entreprise des acteurs ayant en charge les questions de l'environnement (gestion des risques liés à l'activité et des impacts sur l'air, l'eau, les sols, la santé, etc.) et situés à tous niveaux hiérarchiques et de responsabilité, que des praticiens, consultants et experts indépendants. L'AFITE est ainsi devenue au fil des années, du fait de son indépendance et de sa grande diversité culturelle et professionnelle, un lieu de rencontres entre professionnels de tous milieux (entreprises de toute taille, administrations, organismes de recherche et de développement, collectivités locales, universités, bureaux d'études de consultants, juristes, journalistes, etc.).

Elle a mis en place un réseau de délégués dans les régions, qui sont capables de relayer l'action définie au plan national et de fédérer les forces locales autour de thèmes mobilisateurs.

Pour assurer cette nécessaire osmose entre le monde des praticiens et celui des experts, l'AFITE s'est organisée autour d'une dizaine de commissions thématiques à caractère technique (eau, déchets, risques, énergie, sites et sols pollués, réglementation, santé et environnement), auxquelles se sont jointes, plus récemment, des commissions traitant de sujets plus transversaux, tels que Médiation & Concertation environnementales, Emploi & Formation ou Eco-Technologies. C'est ainsi que l'AFITE est aujourd'hui reconnue comme une plateforme d'échanges de bonnes pratiques et de savoir-faire entre experts de domaines variés.

Pour développer ses objectifs, l'AFITE s'est organisée en deux types de collèges :

- ✓ un collège de membres individuels exerçant des activités liées à l'environnement dans des organisations publiques ou privées ;
- ✓ un collège regroupant des sociétés ou des institutions (administrations, collectivités locales...) qui désignent certains de leurs salariés comme membres individuels de l'AFITE. Ces entreprises et institutions ont la possibilité de participer aux activités de l'AFITE et peuvent y être associées.

De nombreux partenariats avec les pouvoirs publics, par exemple avec le Commissariat général au Développement durable (CGDD) et d'autres directions du MEDDTL (DGPR...) ou du MINEFI (DGCIS), avec des organismes publics dédiés à l'environnement (ADEME, ONEMA...), ou plus particulièrement aux risques industriels (tel l'INERIS), des organismes de normalisation (AFNOR, LNE...), ou avec des associations (comme le Comité 21), permettent d'examiner les questions sous l'angle le plus large possible du développement durable et de la responsabilité sociétale. L'AFITE a du reste inscrit volontairement son action dans le cadre de la Stratégie nationale du développement durable, qui est elle-même largement fondée sur les acquis du Grenelle de l'Environnement.

Les colloques sont également des moments privilégiés pour faire le point sur des questions d'actualité. L'AFITE en organise ainsi chaque année trois ou quatre. A titre d'exemple, elle a organisé des colloques consacrés à la directive cadre Déchets, à la valorisation des boues, au bilan carbone, au management de l'énergie en entreprise ; elle en tiendra un prochainement sur la réforme des études d'impacts. Mais parfois sont aussi abordés des sujets transversaux, tels que la mémoire industrielle ou la concertation environnementale.

Les petits déjeuners organisés par l'AFITE sont aussi l'occasion d'interroger une personnalité du monde associatif, un chef d'entreprise, un responsable de collectivité territoriale, un expert reconnu (ont été ainsi abordées la question du réseau de transport du Grand Paris et ses enjeux écologiques, la gestion des situations post-catastrophes (l'après-Fukushima), la mise en place de la norme ISO 26 000...).

Une dizaine de visites annuelles de sites sensibles, tels que le laboratoire souterrain de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA), à Bure, dans la Meuse, une carrière d'extraction de granulats dans la plaine de La Bassée (Seine-et-Marne), une installation modèle de traitement de l'eau (la station d'épuration de Veolia, au Lude, dans la Sarthe), sont autant d'occasions de créer des liens au plan local et de susciter des débats entre les participants, soucieux d'échanger les bonnes pratiques.

Dans le prolongement des travaux de la commission Eco-conception de l'AFITE, constituée dans les années 2000 sous la présidence du professeur Jacques Vigneron, l'analyse du cycle de vie ouvre une réflexion qui irrigue les travaux des différentes commissions thématiques dans le souci de faire progresser un nouvel état d'esprit, celui de l'éco-responsabilité, qui est au cœur même de l'action de l'association. Ce souci d'ouverture a conduit l'AFITE à susciter, voici neuf ans de cela, la formation d'une fédération européenne, l'ENEP (*European Network of Environmental Professionals*), qui regroupe aujourd'hui dix-neuf associations présentant une structure proche de celle de l'AFITE et représentant 14 pays européens, avec plus de 45 000 membres. L'ENEP dispose ainsi d'un bureau à Bruxelles et est en relation avec les diverses directions concernées de la Commission européenne.

Paul CARRIOT
Secrétaire Général de l'AFITE

L'analyse du cycle de vie : le point de vue des pouvoirs publics

Par Dominique DRON*

La caractéristique essentielle de l'ACV (analyse du cycle de vie) est de pouvoir apporter une vision globale et multicritères sur l'ensemble du cycle de vie des produits, qu'il s'agisse de biens ou de services.

L'ACV repose sur une quantification des impacts environnementaux rapportés à une unité fonctionnelle (mesure du service rendu ou du résultat obtenu) afin de permettre des comparaisons pertinentes entre des produits, des procédés ou des services.

L'ACV est devenue au fil du temps un précieux outil d'évaluation environnementale mis à la disposition des acteurs tant privés que publics afin de leur permettre d'orienter et d'étayer leurs prises de décision.

Je remercie tout d'abord l'Afite d'avoir pris l'initiative d'organiser un colloque sur ce thème, à Paris, le 17 novembre 2011. L'évaluation des choix et des politiques environnementales mais aussi en termes de développement durable, fait partie des attributions importantes du Commissariat général au Développement durable. Plus personnellement, j'ai eu l'occasion de voir prendre forme et se diffuser en France des méthodes d'analyse de cycle de vie au début des années 1990, puis de m'en saisir de façon plus académique en tant que responsable de la chaire Nouvelles stratégies énergétiques de l'Ecole des Mines ParisTech, au milieu des années 2000.

On pourrait dire que les ACV prennent leur source dans des aphorismes tels « L'enfer est pavé de bonnes intentions » ou « Déshabiller Pierre pour habiller Paul » : les CFC ont sans doute économisé de l'énergie par leurs qualités frigorigènes, mais ils ont endommagé la couche d'ozone ; les hydrocarbures liquides permettent de réduire considérablement le volume nécessaire pour emporter une quantité donnée d'énergie, mais ils contribuent à l'effet de serre et à de nombreuses pollutions ; le recyclage économise de la matière, mais pas toujours de l'énergie, ni de l'eau ; les cultures énergétiques peuvent économiser des énergies fossiles, mais ne réduisent pas forcément la pollution des eaux ni les importations de phosphates... En ce siècle où l'humanité doit rapidement trouver un chemin étroit de développement entre l'épuisement des ressources et les dérèglements d'équilibres planétaires, où des organisations ou des technologies peuvent très vite se répandre pour le meilleur et pour le pire, connaître et quantifier les conséquences environnementales des choix possibles apparaissent comme des démarches de plus en plus cruciales. Or, les méthodes et applications des ACV suscitent des débats récurrents. Il était donc vraiment

utile de faire le point sur l'état de l'art en la matière et les articles publiés dans ce numéro des *Annales des Mines* y contribuent.

Quelques caractéristiques des ACV

La caractéristique essentielle de l'ACV, celle qui lui donne tout son intérêt, est de pouvoir apporter une vision globale et multicritères sur l'ensemble du cycle de vie des produits, qu'il s'agisse de biens ou de services. Elle suppose donc de connaître au préalable les processus physiques, chimiques et biologiques en cause : la comptabilisation ne remplace pas la connaissance, mais elle permet de l'exploiter de façon commode et parlante.

Le second caractère est justement celui de la quantification : l'ACV utilise des indicateurs quantifiés pour évaluer des impacts environnementaux. Cette quantification est rapportée à une unité fonctionnelle (mesure du service rendu ou du résultat obtenu) afin de permettre des comparaisons pertinentes entre des produits, des procédés ou des services. Il s'agit en effet de s'assurer que l'on « compare du comparable » : ainsi, deux produits de nettoyage vont être comparés sur la base de la quantité nécessaire pour obtenir un résultat identique, et non pas sur celle d'une quantité identique, même si leur efficacité diffère. L'ACV tend donc à objectiver les impacts connus et quantifiables cumulés le long du cycle de vie du fait d'une décision prise (ou à prendre), ce qui fait d'elle un précieux outil d'aide à la décision.

L'ACV a également les défauts de ses qualités. Ainsi, tout n'est pas quantifiable en matière environnementale, à l'instar d'autres domaines, culturels ou sociaux par exemple : c'est le cas de l'intégration dans un paysage ou de l'impor-

tance sociétale ou scientifique de l'existence d'un habitat ou d'une espèce lointaine (1). Par ailleurs, la mise au point d'indicateurs quantifiés demande de laisser le temps du débat parmi les scientifiques et les experts : c'est le cas aujourd'hui, notamment pour l'élaboration d'indicateurs rendant compte de la maintenance ou de la restauration de services éco-systémiques. Enfin, les conventions de calcul (telles que les règles d'affectation des impacts ou les unités fonctionnelles retenues, et parfois les spécificités locales) jouent un rôle déterminant dans les résultats (2) : l'adéquation de ces conventions aux phénomènes et objectifs considérés doit, pour cette raison, être toujours clairement exposée et discutée (on l'a vu par exemple dans les débats sur les carburants d'origine végétale).

Le plan d'action européen « Consommation et production durables » s'appuie sur les ACV

L'ACV se déploie depuis une vingtaine d'années sous l'impulsion des politiques publiques environnementales, que ce soit au plan international, européen ou français. En particulier, un grand nombre de mesures réglementaires et d'outils ayant un rapport avec l'ACV sont rassemblés dans le plan d'action européen *Consommation et production durables*.

L'analyse du cycle de vie y joue un rôle important en tant qu'outil d'évaluation environnementale proposé aux acteurs privés afin d'orienter et d'étayer la prise de leurs décisions. Elle est aussi une des composantes nécessaires de la réflexion préalable qui conduit à définir des mesures réglementaires ou à encadrer des dispositifs volontaires.

La directive-cadre sur « les exigences d'éco-conception applicables aux produits liés à l'énergie » fait référence à la prise en compte du cycle de vie des produits parmi les éléments à considérer pour son application. Il convient, à ce sujet, d'être conscient des différences qui peuvent exister entre l'ACV appliquée au sens plein et l'approche « cycle de vie », qui est plus souple, mais qui correspond à la même logique (prise en compte du cycle de vie, approche multicritère et unité fonctionnelle) sans avoir pour ambition une quantification précise.

L'analyse du cycle de vie est aussi à la base des études préalables qui débouchent sur la définition des critères de l'écolabel européen pour diverses catégories de produits ou de services, ainsi que sur la définition des critères proposés aux acheteurs publics dans le cadre des achats publics durables.

De plus, l'analyse du cycle de vie fonde nombre de projets communautaires concernant l'évaluation et la publication des caractéristiques environnementales des produits, lesquelles empruntent sensiblement la voie ouverte par la France avec l'affichage environnemental multicritère pour les produits de grande consommation.

L'ACV comme méthode de référence utilisée et prônée par les pouvoirs publics

Du point de vue des acteurs publics, l'ACV est aujourd'hui couramment utilisée pour concourir à la définition des poli-

tiques environnementales, et pourrait l'être davantage, à l'avenir, pour les conséquences environnementales d'autres politiques. Les applications (analytiques ou comparatives) de l'ACV sont néanmoins déjà nombreuses : choix de technologies, choix d'investissements, comparaisons entre modes de transport, éco-conception des produits, etc.

Les ACV commanditées par les pouvoirs publics ont déjà porté sur de nombreux sujets ou secteurs, tels que les éco-labels, la gestion de certains déchets (déchets ménagers, huiles usées, pneus usés), les filières spécifiques de traitement en fin de vie de certains produits (appareils électriques ou électroniques, piles et accumulateurs...), les filières énergétiques, les modes de transports et de distribution, les carburants... Elles peuvent aboutir à des ajustements, voire à des révisions de choix antérieurs. Ainsi, diverses études d'ACV ont pu montrer que, selon la maturité des techniques, les types de déchets ou les organisations, le recyclage matière n'était pas systématiquement préférable à la valorisation énergétique.

Les études d'ACV prises en considération par les pouvoirs publics peuvent aussi venir de coopérations public-privé, comme celle (réalisée par le groupe Carrefour avec une revue critique organisée par l'Ademe) portant sur les sacs de caisse fabriqués à partir de divers matériaux, dont les résultats ont été publiés en 2004. Elles peuvent aussi être entièrement réalisées sous l'égide d'acteurs privés, d'entreprises, de fédérations professionnelles, d'associations...

Enfin, il existe des liens étroits entre éco-conception et analyse du cycle de vie, car il est difficile de lancer une démarche d'éco-conception sans connaître au moins les raisonnements de l'ACV et sans avoir une approche de type cycle de vie. Et quand les débats s'intensifient sur les qualités environnementales (réelles ou supposées) d'un produit par comparaison avec un autre, l'ACV constitue l'outil de choix pour éclairer la discussion.

Ainsi, l'ACV représente une méthode de référence pour l'évaluation environnementale des produits, l'éco-conception, les allégations environnementales et, plus récemment, l'affichage environnemental, selon les modèles initiés et développés en France.

Des pistes de travail pour l'ACV

Compte tenu de la place que prend l'ACV dans les processus de décision, un débat devient récurrent : une telle étude peut-elle toujours rendre compte de la réalité d'une façon objective et impartiale ? C'est là que commencent les discussions techniques (par exemple, quant aux conventions et aux hypothèses utilisées). Le colloque organisé par l'Afite propose plusieurs pistes de travail pour mieux faire connaître, pratiquer et interpréter les ACV en France.

Pour ma part, je tiens à souligner que les travaux menés en France et en Europe sur l'affichage environnemental des produits contribuent grandement à faire connaître l'ACV et à diffuser son utilisation par les entreprises. Je souhaite que la mobilisation que nous connaissons sur ce thème en France, à travers, d'une part, la plateforme Afnor-Ademe sur l'affichage environnemental et, d'autre part, l'expérimenta-

tion pilotée par le ministère du Développement durable, perdue et porte ses fruits. Ces travaux doivent aboutir, entre autres objectifs, à ce que même les plus petites entreprises puissent avoir aisément et gratuitement accès à des données de base leur permettant d'établir une première estimation.

En second lieu, pour aller plus loin dans l'utilisation de l'ACV, il faut réaffirmer que les résultats proposés valent de par la connaissance des phénomènes décrits, la clarté des hypothèses et la transparence des méthodes de calcul. Je voudrais donc faire écho ici à ce qui a été relevé par plusieurs orateurs lors du colloque du 17 novembre 2011 en ce qui concerne les revues critiques d'ACV.

Avant que ne soient publiées les conclusions d'une ACV, en particulier d'une ACV comparative, la norme ISO 14040 sur l'ACV préconise d'en réaliser une revue critique, c'est-à-dire d'inviter des experts et/ou des parties prenantes à s'exprimer sur la façon dont a été conduite l'étude et à consigner leur avis, à la fin de ladite étude. Un expert français a été désigné, à l'ISO, comme animateur du groupe de travail sur le thème des revues critiques : par exemple, comment organiser au mieux une revue critique ? Comment rédiger un rapport de revue critique qui soit pertinent, compréhensible, conclusif... ?

En troisième lieu, l'état de l'art qui a été brossé lors du colloque fait apparaître une vaste panoplie d'outils et de logiciels disponibles sur le marché en matière d'ACV : à l'échelle mondiale, plus de 400 de ces outils ont été recensés. L'une des suites du colloque du 17 novembre, décidée par l'Afite et par l'Apedec (Association des Professionnels de l'Eco-design et de l'Eco-conception) consistera, précisément, à publier une classification raisonnée de ces nombreux outils.

Mon quatrième point, en ce qui concerne les pistes de travail, est la nécessité de réfléchir à la place donnée à l'ACV dans les formations professionnelles à (presque) tous les métiers, car s'insérer dans les limites de notre unique planète, aux ressources finies et aux régulations naturelles fragilisées, est devenu une exigence matérielle. Il semble qu'il existe une offre de formations dédiées à l'éco-conception en nombre suffisant et avec une qualité appropriée. Mais comment faire percoler les connaissances sur l'ACV dans tous les métiers ? J'espère que ce numéro des *Annales des Mines* suscitera des idées en ce sens.

Enfin, d'un point de vue plus technique, les ACV, qui fournissent une photographie globale, devraient s'attacher plus systématiquement à prendre en compte les temporalités liées à chacun des phénomènes qu'elles quantifient (3). Ainsi, déclencher une pollution rapidement dégradable ne se situe pas sur le même plan temporel qu'initier un phénomène pluriséculaire, tel que l'effet de serre ou la destruction irréversible d'espèces ou d'habitats. Mieux prendre en compte les cinétiques et les interactions est aussi nécessaire, pour refléter plus fidèlement par exemple les processus

de stockage du carbone (qu'il s'agisse de stockage de CO₂ dans des sols ou par la végétation) et de ses usages. D'autre part, la scénarisation des séquences étudiées doit être explicite, afin, notamment, de permettre les comparaisons et la définition des périmètres.

Conclusion

L'ACV est un outil important pour l'évaluation environnementale. Elle intéresse un grand nombre d'acteurs tant publics que privés, et elle devrait, par exemple avec l'affichage environnemental, prendre sens plus largement dans la société. En matière d'affichage, il ne s'agit pas, bien entendu, d'imposer une ACV spécifique par produit ou par référence, ce qui représenterait un coût en général peu acceptable, mais de mutualiser en amont les coûts et les pratiques afin de définir (sur la base d'ACV représentatives ou génériques) les quelques paramètres spécifiques et les indicateurs environnementaux les plus pertinents pour une catégorie de produits donnée. Cela conduit, au final, à distinguer les données qui doivent être spécifiquement recueillies pour chaque produit de celles qui peuvent être communes à plusieurs produits.

Au vu de l'importance de leurs applications actuelles et à venir, il est d'autant plus nécessaire que les méthodes ACV fassent l'objet de règles claires et de critiques organisées, et qu'elles s'adaptent peu à peu à la diversité des phénomènes déterminants pour l'environnement. La France doit pouvoir jouer tout son rôle dans l'évolution de cet outil aux niveaux européen et international, comme elle a pu le faire dès les années 1990 en étant le premier pays au monde à se doter d'une norme nationale sur les ACV (ex-écobilan), qu'elle a ensuite portée à l'international.

Je souhaite donc que le colloque organisé par l'Afite annonce d'autres débats et de nouvelles propositions, dans un esprit constructif et coopératif.

Notes

* Commissaire générale au Développement durable, ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement.

(1) Voir, par exemple : « Economie et environnement dans les décisions publiques », COHEN de LARA (M.) & DRON (D.), *Documentation Française 1998*, ou : « Evaluation des zones humides », *Etudes et documents*, SEIIDD/CGDD, 2011.

(2) *Origins of the debate on the life-cycle greenhouse gas emissions and energy consumption of first-generation – a sensitivity approach*, BENOIST (A.), DRON (D.) & ZOUGHAI (A.), Biomass and Bioenergy, february 2012.

(3) Voir, par exemple, la thèse de BENOIST (A.) (Mines ParisTech - NSE), *Eléments d'adaptation de la méthodologie d'ACV aux carburants végétaux : cas de la première génération* – Décembre 2009 (de l'ordre de +/-150 % du résultat médian).

http://pastel.archives-ouvertes.fr/index.php?halsid=cpo0ai8a7iv1m3p0710dbujbo5&view_this_doc=pastel-00005919&version=1

L'analyse du cycle de vie (ACV) : outil ou contraintes pour la compétitivité des entreprises ?

Par Sophie COSTEDOAT*

La prise en compte de l'environnement est devenue une dimension à part entière des décisions stratégiques des entreprises. Elle repose sur une connaissance plus fine des impacts des activités industrielles sur l'environnement et la santé humaine. L'analyse du cycle de vie est un outil mis à la disposition des entreprises pour leur permettre de mieux apprécier les impacts potentiels de leurs produits (ou services) sur l'environnement et ce, sur l'ensemble du cycle de vie desdits produits (de leur production jusqu'à leur fin de vie).

Cet outil doit permettre aux industriels de contribuer activement au développement d'une économie verte, présentée par certains comme la troisième révolution industrielle.

« Nous n'héritons pas de la terre de nos parents, nous l'empruntons à nos enfants ».

Antoine de Saint-Exupéry.

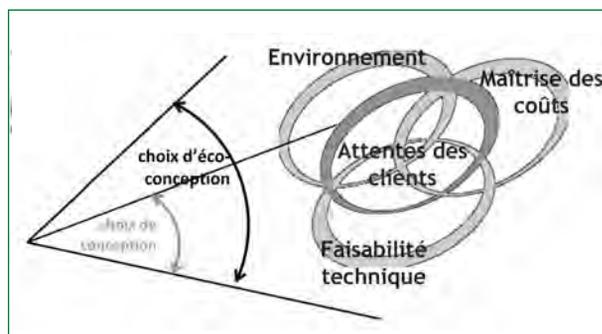
La prise en compte de l'environnement est devenue un facteur de compétitivité et constitue une dimension à part entière des décisions stratégiques de l'entreprise. Concilier une industrie compétitive avec la préservation du patrimoine naturel est en effet devenu une nécessité largement reconnue par la plupart des acteurs économiques : les pouvoirs publics, les industriels, les consommateurs, les actionnaires, les médecins et les ONG.

Cependant, une meilleure prise en compte des problématiques environnementales passe par une connaissance de plus en plus fine des impacts de l'industrie sur l'environnement et la santé humaine, des impacts liés à la composition, à la fabrication, à l'utilisation et à la fin de vie des produits.

L'industriel se trouve placé face au défi de devoir intégrer les exigences environnementales aux autres exigences de la conception de produits : coûts, attentes des clients, faisabilité technique...

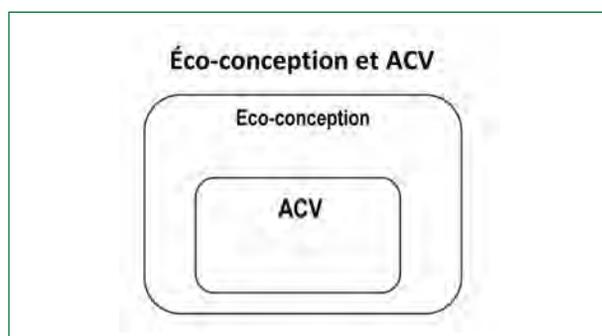
C'est ce que l'on appelle l'éco-conception, qui est la prise en compte de l'environnement lors de la phase de conception ou d'amélioration d'un produit (bien ou service) en prenant en considération l'ensemble de son cycle de vie (voir le graphique 1).

C'est dans ce cadre que l'analyse du cycle de vie (ACV) est devenue un outil précieux pour enquêter sur le profil environnemental d'un produit et développer une philosophie à son égard en l'envisageant « du berceau à la tombe » (voir le graphique 2).



Graphique 1 : Analyse multifactorielle des applications des choix d'une conception classique et d'une éco-conception (de produits ou de services) montrant la supériorité de l'éco-conception

Source : EVEA – juin 2011.



Graphique 2 : L'analyse du cycle de vie (ACV), partie constituante de l'éco-conception.



Photo 1 : Définition du terme « Eco-conception ».

Définition de l'ACV

L'analyse de cycle de vie (ACV) est une méthode qui permet d'évaluer les impacts potentiels sur l'environnement d'un système comprenant l'ensemble des activités associées à un produit ou à un service, depuis l'extraction des matières premières nécessaire pour le produire jusqu'à l'élimination des déchets qu'il produit en fin de vie. Normalisée au niveau international (normes ISO 14 040 à ISO 14 043), cette méthode consiste à réaliser les bilans des consommations de ressources naturelles et d'énergie, et d'émissions de substances polluantes dans l'environnement (air, eau, sol) du produit ou du service étudié. Ces flux de matières et d'énergies sont ensuite agrégés pour quantifier des indicateurs d'impacts sur l'environnement.

L'ACV constitue l'une des bases de l'éco-conception de produits et de *process* permettant de développer la compétitivité d'une entreprise (voir la photo 1).

Historique de l'ACV

L'ACV est une approche qui est en train de se développer (elle est présente en Europe du Nord, depuis les années 1960). Elle est basée sur le fait que tout produit (qu'il s'agisse de la production de biens ou de services) et tout *process* industriel ont un impact sur l'environnement. Les motivations de l'entreprise qui y souscrit peuvent être variées : soucis de rentabilité, pour les actionnaires ; image tant interne qu'externe de l'entreprise (que la croissance des préoccupations de type responsabilité sociale et environnementale des entreprises - RSE - tend à renforcer), satisfaction de mieux faire et de répondre à une demande sociale en faveur d'un développement plus durable et soutenable, volonté de se prémunir contre des plaintes liées à des pollutions induites par un produit non éco-conçu, qualité des produits et des *process* (moins il comporte de déchets lors de la production, et plus le *process* peut être économe, s'il a

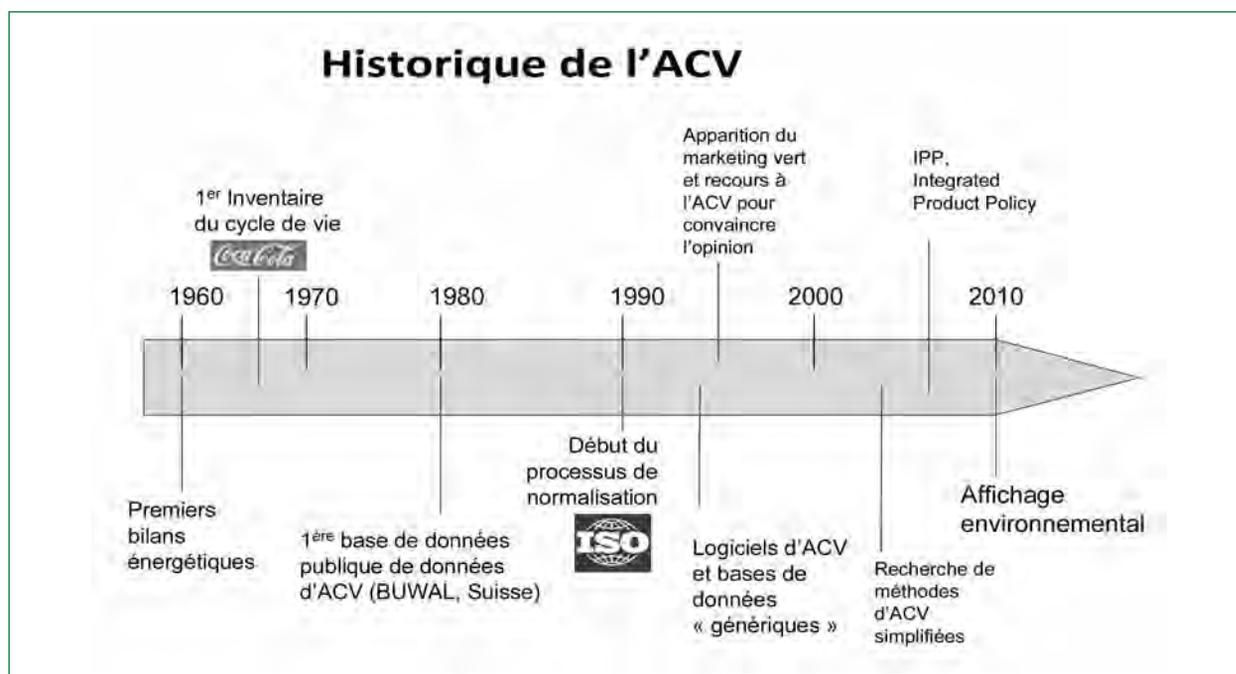
été pensé dès le départ en tenant compte de cette nécessité), réponse à la croissance structurelle des coûts des matières premières non renouvelables.

En effet, la pollution ignore les frontières, et cela confère par conséquent une dimension internationale aux questions environnementales. La conférence de Rio de Janeiro, en 1992, et le protocole de Kyoto, en 1997, marquent des prises de conscience par la communauté internationale de la nécessité d'agir pour limiter les impacts environnementaux des activités économiques. Dès 1992, la prise en compte de l'environnement dans le développement économique s'est inscrite dans le cadre plus général du développement durable. La conférence de Johannesburg, en juin 2002, a confirmé cette logique en consacrant l'environnement en tant que l'un des piliers du développement durable (les autres étant l'économique et le social).

En 2007, le Grenelle de l'Environnement a donné une autre dimension aux problèmes environnementaux en réunissant l'Etat et les représentants de la société civile afin d'impulser une dynamique collective et une mobilisation de la société française.

Enfin, suite aux négociations de Cancún (2010), les initiatives liées au changement climatique sont nombreuses. De plus, l'Union européenne maintient son engagement de diminuer ses émissions de GES, à l'horizon 2020, de 20 % par rapport à 1990. Le gouvernement français participe à cet effort ; il s'est engagé à diviser par 4 ses émissions à l'horizon 2050.

De même, la nouvelle Stratégie nationale du développement durable (SNDD) (2010-2013), en cohérence avec la stratégie européenne en la matière (SEDD), fixe des objectifs et prévoit que des indicateurs permettent d'en évaluer l'atteinte. Quinze indicateurs phares sont directement associés aux neuf défis stratégiques identifiés, parmi lesquels peuvent être cités : consommation et production durables, changement climatique et énergies, biodiversité et ressources naturelles.



Graphique 3 : Historique de l'ACV.

L'objectif est de s'orienter vers une économie verte qui soit compétitive (voir le graphique 3 et l'encadré ci-contre).

Compétitivité versus ACV : un défi à relever pour l'entreprise (voir le graphique 4 à la page suivante)

Comment les industriels peuvent-ils relever ce défi ?

Les industriels doivent avoir nécessairement une motivation pour :

- ✓ connaître les impacts environnementaux de leur produit ;
- ✓ améliorer le profil environnemental de celui-ci ;
- ✓ communiquer auprès des clients ;
- ✓ développer un avantage concurrentiel (anticipation, rattrapage, dépassement) ;
- ✓ mieux répondre au cahier des charges des appels d'offres (publics ou privés) ;
- ✓ anticiper les questions d'affichage environnemental ;
- ✓ dégager des pistes d'innovation concurrentielles.

Cela, tout en sachant qu'il existe des freins non négligeables dus :

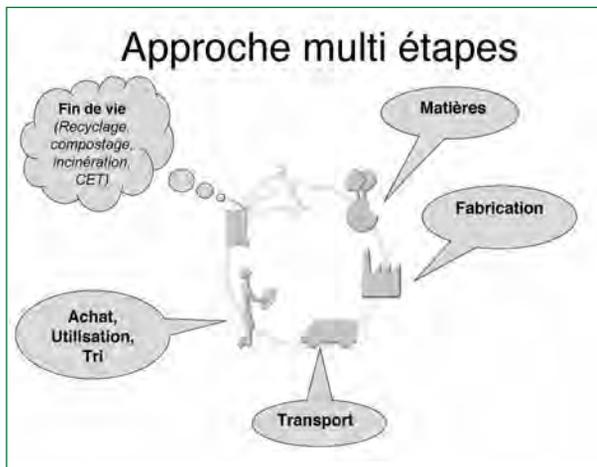
- ✓ à une sous-estimation des besoins (en temps et en moyens) ;
- ✓ à des difficultés pour réaliser la collecte des données et la mise en place d'un *reporting* environnemental ;
- ✓ à une réelle absence de données d'ACV ;
- ✓ au niveau d'abstraction de certains indicateurs d'impacts environnementaux potentiels ;
- ✓ à la résistance aux changements (gros impact de la demande) ;
- ✓ aux cahiers des charges encore trop fermés pour certains fournisseurs, ce qui a pour effet de limiter leurs possibilités d'éco-conception.

En 2011, on peut affirmer que l'ACV est reconnue :

- ✓ en tant qu'outil international normalisé, d'un usage couramment répandu, car nécessaire à :
 - * la recherche ;
 - * l'industrie (conception-développement, *marketing*/vente) ;
 - * l'Etat et aux politiques publiques (tant incitatives que réglementaires) ;
- ✓ comme comprenant l'existence d'une communauté d'ACVistes large et active ;
- ✓ et, surtout, comme l'un des rares outils multicritères permettant d'évaluer l'état de l'environnement.

Mais tout en disposant de réels leviers de réussite (1), grâce à :

- ✓ l'implication du chef d'entreprise ;
- ✓ la désignation d'un référent dans l'entreprise ;
- ✓ la définition claire et précise des objectifs et des livrables attendus ;
- ✓ la formation, la pédagogie et la communication ;
- ✓ l'identification rapide des détenteurs d'informations ;
- ✓ la juste estimation du temps nécessaire ;
- ✓ la bonne circulation des informations entre les acteurs du projet ;
- ✓ la mise en place d'une ingénierie financière ;
- ✓ un suivi précis de la méthodologie.



Graphique 4.

Les outils mis à disposition de l'entreprise : une méthodologie précise

La démarche d'ACV comprend quatre étapes au cours desquelles une approche itérative doit être adoptée (voir les graphiques 5, 6 et 7) :

Modélisation des impacts environnementaux générés sur l'ensemble du cycle de la vie

L'objectif de cette troisième étape est de transformer les flux environnementaux en indicateurs d'impacts environnementaux potentiels (voir le graphique 7 de la page suivante). La transformation des flux en impacts s'opère grâce à des modèles mathématiques qui décrivent :

- ✓ les impacts des émissions polluantes : modélisation du devenir d'une substance (transport, dégradation, transformation...) dans les milieux récepteurs (eau, air, sol) et de son effet (c'est-à-dire de sa contribution à l'impact considéré). Une seule et même substance peut contribuer

Phase 1 : Elle permet de justifier les choix et les partis pris au cours de l'ACV. Sa conduite globale en dépend, car l'analyse ne pourra pas être utilisée pour d'autres intentions ou dans d'autres contextes.

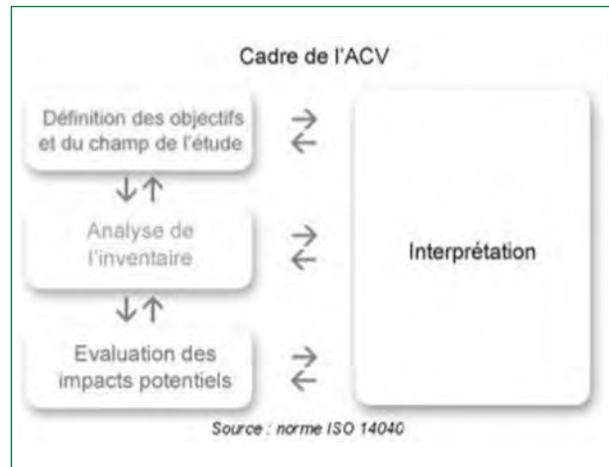
Phase 2 : Elle consiste à définir la fonction du produit, ainsi que l'unité fonctionnelle, qui constituent la base de comparaison pour analyser l'impact des différentes alternatives.

La comparaison doit se faire à fonctions égales (en termes de qualité, de quantité et de durée du service) afin de pouvoir comparer les produits.

Phase 3 : Elle est déterminante et contribue à cadrer les frontières du système.

Par définition, l'ACV est une analyse des impacts environnementaux « du berceau à la tombe ». Toutes les étapes du cycle de vie du système étudié seront donc prises en compte.

Graphique 6 : Etape 2 : Inventaire des données sur le cycle de vie.



Graphique 5 : Etape 1 : Les objectifs et le champ de l'étude.

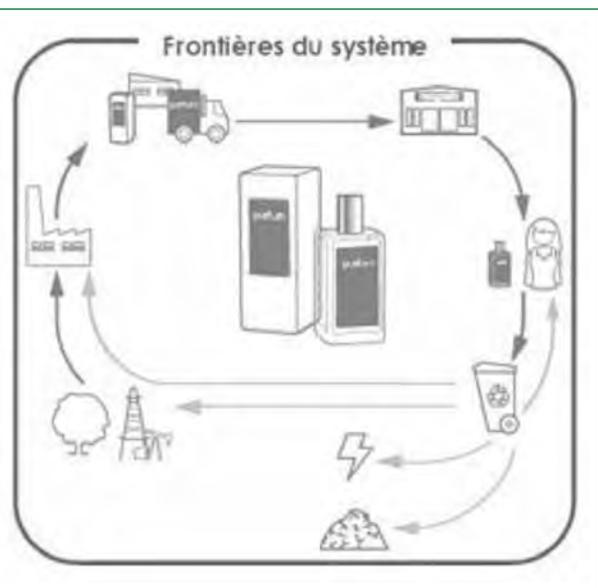
à différentes catégories d'impacts (par exemple, une émission de NOx peut contribuer à la fois à l'acidification de l'atmosphère et à la formation d'ozone).

- ✓ les impacts de l'extraction des ressources en termes de raréfaction des ressources (par rapport aux réserves connues ou par rapport au prix supplémentaire induit par cette raréfaction).

Différentes méthodes d'évaluation des impacts existent qui utilisent des « sets » distincts de catégories d'impact pour établir le profil environnemental du produit. Les modélisations des mécanismes environnementaux sont également dissemblables, selon la méthode choisie (voir le graphique 8 de la page suivante).

La modélisation des impacts est possible à différents niveaux du mécanisme environnemental. Il convient de distinguer deux grandes catégories de méthodes d'évaluation, en fonction du niveau considéré :

- ✓ les méthodes dites « orientées problème » (*mid-point*) ;
- ✓ les méthodes dites « orientées dommage » (*end-point*) (voir le graphique 9 de la page suivante).





L'inventaire du cycle de vie (ICV) est l'étape au cours de laquelle les flux environnementaux entrants et sortants du système (flux matières, flux énergies et flux émissions) sont répertoriés.

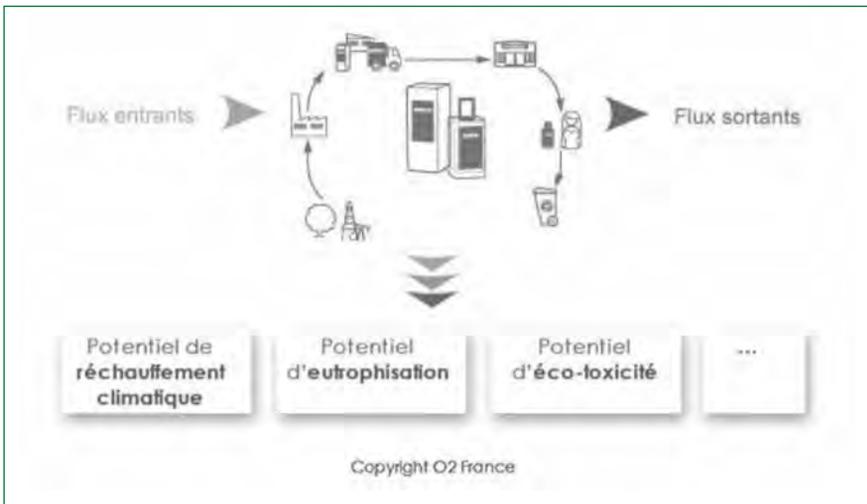
Il est donc nécessaire de collecter des données pour lesquelles l'incertitude devra être limitée, car c'est sur ce matériau que l'analyse va s'appuyer.

Plusieurs sources de données sont disponibles pour conduire un ICV :

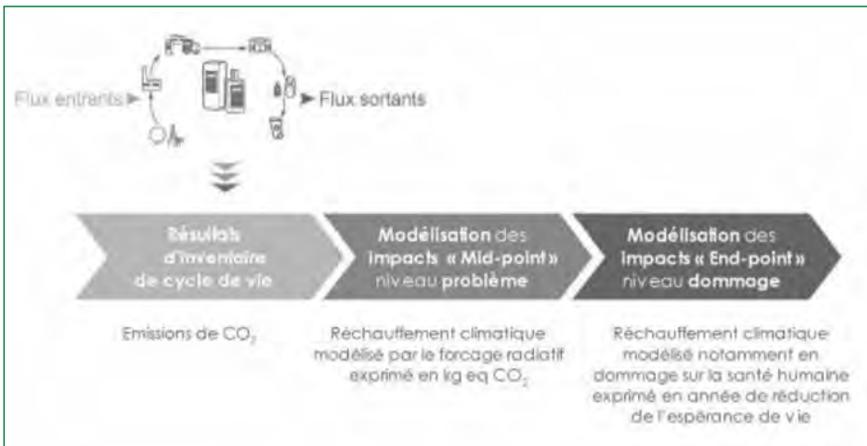
- ✓ les bases de données ACV, qui permettent, en particulier, de déterminer les flux associés aux processus élémentaires pour lesquels il n'est pas nécessaire d'avoir de données spécifiques (par exemple : production d'électricité, production de produits chimiques de base avec une technologie largement utilisée...);
- ✓ les données de la littérature (rapports scientifiques et d'institutions, autres rapports d'ACV), qui permettent d'avoir des données (en général, revues par des experts);
- ✓ les données spécifiques fournies par les producteurs, les fournisseurs, les sous-traitants...

Cette étape sensible et complexe de la collecte de données, est celle qui prend le plus de temps.

Graphique 7 : Etape 3 : Modélisation des impacts environnementaux générés sur l'ensemble du cycle de vie.



Graphique 8.



Graphique 9.

La modélisation se décline en trois axes :

- ✓ a) la caractérisation qui permet de convertir les résultats de l'inventaire en une unité commune, en fonction de leurs contributions respectives à la catégorie d'impact considérée ;
- ✓ b) la normalisation, qui permet de quantifier l'importance relative des différents impacts entre eux ;
- ✓ enfin, c) la pondération, qui permet d'obtenir une note environnementale unique pour le produit analysé. Elle requiert donc de donner plus de poids aux impacts qui sont jugés plus « graves ». De ce fait, elle est controversée, car il s'agit de pondérer, puis d'additionner des impacts de natures différentes nécessitant des partis pris importants parfois considérés comme arbitraires.

Quatrième étape : l'interprétation

L'étape d'interprétation permet de tirer des conclusions grâce à l'analyse des résultats. Cette étape fait appel aux compétences analytiques du praticien ACV afin d'obtenir des résultats exploitables (par exemple, dans le cadre d'une aide à la décision). Des préconisations peuvent également être proposées, ainsi que des axes d'amélioration.

Il est souvent conseillé de procéder à une analyse de sensibilité afin de vérifier la fiabilité des résultats lorsqu'il existe une forte incertitude sur certains paramètres de l'analyse. L'analyse de sensibilité permet de déterminer l'influence de ces paramètres sur les résultats et de les interpréter en conséquence.

Enfin, il est nécessaire de faire réaliser une revue critique par des experts lorsque l'ACV est comparative et que les résultats sont communiqués en externe. La revue critique est une évaluation et une analyse objective des hypothèses et des résultats de l'ACV par une tierce partie reconnue. C'est aussi l'occasion de donner plus de poids et de légitimité aux résultats finals.

Conclusion

A l'issue de ce processus, l'ACV permet d'envisager différentes options de conception, mais elle ne détermine pas laquelle est la meilleure : il incombe à l'industriel d'étudier le meilleur compromis pour créer de l'innovation et développer sa compétitivité (voir le graphique ci-dessous).

Bien que ne mesurant pas encore tous les indicateurs environnementaux (comme, par exemple, la biodiversité, les nuisances olfactives ou la qualité des sols), l'ACV est cependant l'outil le plus abouti qui soit dans le domaine de l'évaluation globale et multicritère des impacts environnementaux.

Pour certaines entreprises, la finesse de cet outil peut parfois paraître handicapante en termes de conclusions opérationnelles et de compétitivité.

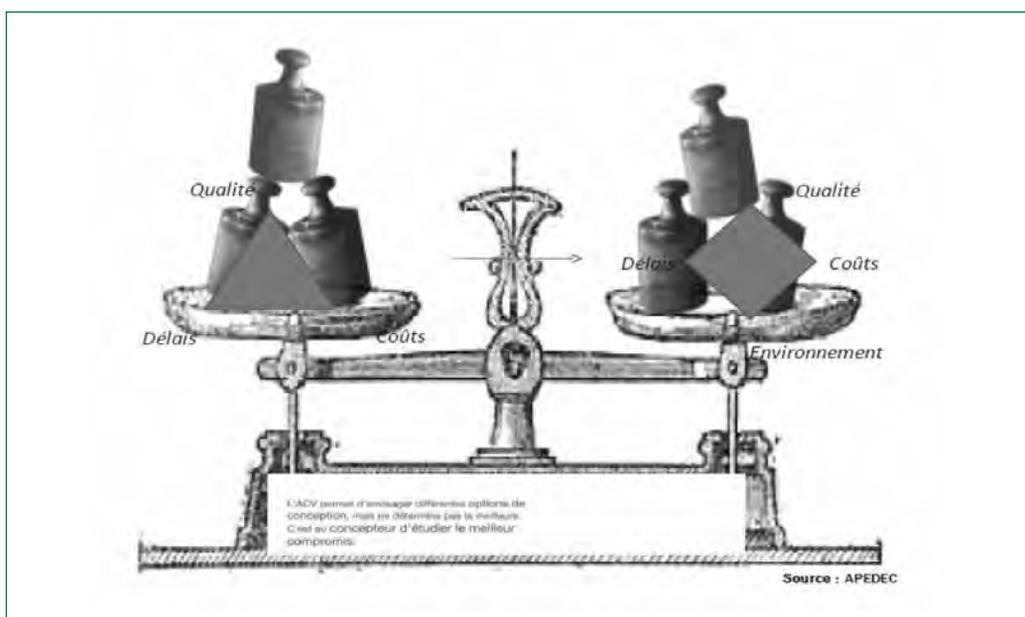
Cependant, son utilisation doit permettre aux industriels de participer au développement de l'économie verte, qui constitue pour certains la *troisième révolution industrielle*. Le développement mûrement réfléchi de l'éco-conception que permet l'ACV donnera à l'industrie française les moyens d'être compétitive, cela grâce au dynamisme de nos industriels et à une aide bien calibrée de l'Etat.

A cet effet, notamment dans le cadre des Investissements d'avenir, le Commissariat général à l'Investissement a lancé un appel à manifestation d'intérêt en matière de biens et de services éco-conçus et d'écologie industrielle, qui sera clos le 15 mai 2012.

Notes

* Direction générale de la Compétitivité, de l'Industrie et des Services (DGCIS), ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie.

(1) Déroulement d'un projet d'ACV (Pierre-Marie GUINEHEUC, AFITE – Systèmes durables – Novembre 2011).



« L'ACV permet d'envisager différentes options de conception, mais ne détermine pas la meilleure. C'est au concepteur d'étudier le meilleur compromis. »

Eco-efficience, analyse du cycle de vie & éco-conception : liens, challenges et perspectives

Par Philippe SCHIESSER*

L'éco-efficience (faire plus avec moins), l'analyse de cycle de vie (évaluer les impacts environnementaux des produits et des services) et l'éco-conception (intégrer l'environnement dans la conception des biens et services) représentent chacun les objectifs et les domaines d'intervention de la gestion des cycles des biens et services. C'est dans ce cadre que s'inscrit l'expérimentation de l'affichage environnemental, lequel permet une meilleure prise de conscience des impacts environnementaux des produits et une plus large diffusion de l'ACV dans le monde des entreprises, certaines en ayant même fait un véritable étendard de leur stratégie commerciale. Si l'évaluation environnementale s'affirme aujourd'hui plus comme un acquis que comme une contrainte, il n'en demeure pas moins qu'elle reste plus répandue dans les politiques publiques (de nombreux textes européens et français y font référence) que dans les politiques industrielles et dans la conception même des objets qui nous entourent.

La 6^{ème} révolution industrielle sera verte ! Ernst Ulrich von Weizsäcker, co-président de l'International Resource Panel du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) n'avait aucun doute sur ce point, lors de sa récente allocution au congrès scientifique international Life Cycle Management, qui s'est tenu, à Berlin, en 2011. Economie circulaire, utilisation en cascade et efficience seront les piliers de ce nouveau monde basé sur le concept du Facteur 5 (1).

L'éco-efficience (faire plus avec moins), l'analyse de cycle de vie (évaluer les impacts environnementaux des produits et des services) et l'éco-conception (intégrer l'environnement dans la conception des biens et services) représentent respectivement les objectifs, les méthodes et les domaines d'intervention de la gestion du cycle de vie des biens et services.

Quels liens faire entre toutes ces démarches ? Quels sont les challenges, devant nous ? Quelles perspectives dessiner, pour un futur souhaitable ?

Ce sont ces trois questions que nous abordons dans la suite de cet article, et qui ont fait notamment l'objet d'une présentation lors du congrès organisé le 17 novembre 2011 par l'Association Française des Ingénieurs et Techniciens de l'Environnement (Afite) (2), en partenariat avec l'Association des professionnels de l'éco-design et de l'éco-conception (Apedec).

Des liens évidents

L'approche cycle de vie constitue un important vivier de concepts et de notions diverses, certaines forts intéressantes, d'autres (heureusement, parfois les mêmes) très opérationnelles.

Nous proposons ci-dessous une représentation devant permettre au lecteur de mieux identifier les liens et les différences entre les plus courantes d'entre elles (voir la figure 1 de la page suivante).

On distingue bien ici le caractère central d'une méthode scientifiquement validée et normalisée comme l'est celle que propose l'analyse du cycle de vie. La communauté ACViste mondiale est en pleine croissance, avec plus de 1 100 acteurs ayant participé au Life Cycle Management 2011, et est (depuis plus de quarante ans) un acquis méthodologique en constant développement, qui fait de la méthode ACV une technique sans équivalent au niveau international. Avec une répartition égalitaire entre les acteurs privés et le monde de la recherche, l'ACV jette de toute évidence un pont d'une importance primordiale entre différentes disciplines : l'évaluation environnementale, la conception des produits et la notion d'organisation apprenante. Plus timides, les ONG et le secteur public restent encore (pour l'instant) présents de façon plutôt symbolique, alors qu'il s'agit d'une question importante pour

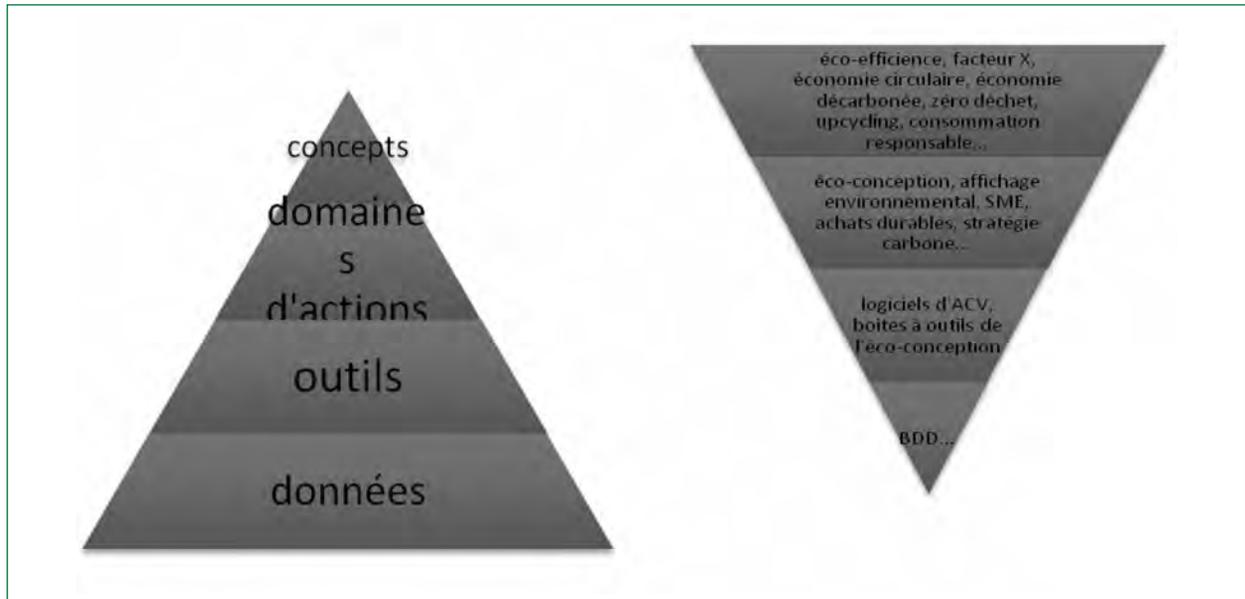


Figure 1 : Pyramides et liens entre les notions du Life Cycle Management (LCM).



Figure 2 : Répartition en % des participants au LCM 2011.

nous tous, mais qui est encore présentée d'une façon très technique, à l'occasion de congrès scientifiques (voir la figure 2 ci-dessus).

Pourtant, en matière de production et de consommation, les thèmes transverses ne manquent pas. La gestion du cycle de vie couvre en effet nombre de questions brûlantes. A titre d'illustration, voici un échantillon des thèmes qui ont été traités lors du congrès LCM 2011 : l'empreinte « eau », l'écologie industrielle, la construction de nouvelles méthodes et de nouveaux concepts, les labels, les technologies de l'information et de la communication (TIC), les bio-fuels, l'emballage, les politiques publiques, les outils et les bases de données, les grands distributeurs et l'agroalimentaire, la revue critique des analyses des cycles de vie (ACV), l'analyse du cycle de vie sociale, l'industrie métallurgique, les procédés industriels, les gaz à effet de serre (GES), l'énergie, la chimie, les déchets...

Ces éléments sont bien évidemment de différentes natures selon le positionnement de l'activité de l'acteur concerné (notamment de celle des entreprises). Si l'on étudie les liens existant entre les diverses notions présentées plus haut, suivant des paramètres de déclinaison dans les

organisations, on peut pratiquement déjà identifier les challenges métiers pour chaque sujet, et l'usage possible de l'ACV pour chacun d'entre eux (voir la figure 3 de la page suivante).

Quelques challenges

Au-delà du fait que l'actualité autour du développement durable contribue à l'émergence constante de nouveaux sujets (*cradle-to-cradle*, biodiversité, eau, bio-mimétisme...), l'utilisation de l'ACV dans les différents domaines que nous avons énumérés laisse entreapercevoir une déclinaison partielle de l'acquis méthodologique de cet outil, ainsi que des connaissances déjà acquises grâce à lui (voir la figure 4 de la page suivante).

Tout l'enjeu réside, bien évidemment, dans les moyens mis en œuvre par rapport aux résultats escomptés, et dans la robustesse des calculs (car l'ACV reste intrinsèquement un outil de calcul, et non de mesure).

On est passé ces dernières années d'une dépense de quelques centaines de milliers de francs pour réaliser l'ACV de quelques produits, à celle de quelques milliers d'euros par ACV (de surcroît simplifiée) et ce, pour plusieurs centaines de milliers de produits analysés.

On constate certes une explosion du marché de l'ACV, mais avons-nous réellement progressé, en termes de réduction de nos impacts environnementaux ?

Si les émissions de gaz à effet de serre ont atteint des niveaux aussi élevés en 2010 (que les conférences internationales ont d'ailleurs peine à contrôler), d'autres outils d'évaluation mettent en perspective une approche autre de la « responsabilité » carbone des produits (notons bien qu'il s'agit ici d'une approche monocritère, mais non dénuée d'une approche « cycle de vie »). C'est ainsi que nous apprenons, grâce aux travaux de l'institut Carnegie, que nos émissions de CO₂ dans l'atmosphère proviennent essentiellement de... Russie (3).

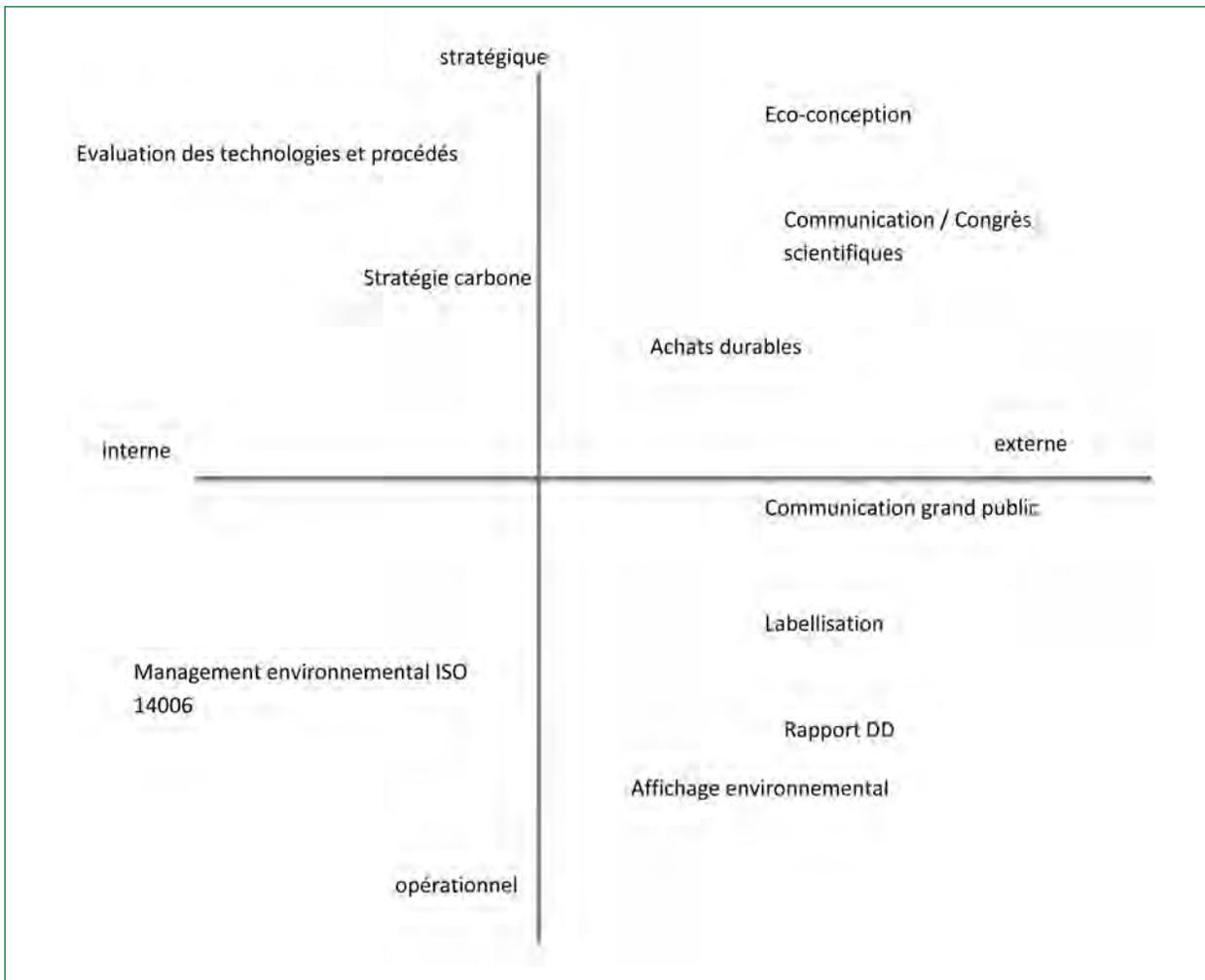


Figure 3 : Usages possibles de l'ACV.

	ACV complète	ACV partielle	ACV non requise
Ecolabel		X	X (suivant les critères)
Affichage environnemental		X	
Eco-conception	X	X	X (suivant les entreprises)
Achats durables	X (dans de rares cas)		X
Auto-déclaration environnementale (type ISO 14021)			X
Eco-profils (FDES, par exemple)	X		
Rapport DD			X
Stratégie carbone			X
Evaluation des technologies		X	
SME		X (ISO14006)	X (ISO 14001)
Communication Congrès scientifique	X (ISO 14040/44)		
Communication Grand public		X	X

Figure 4 : Importance de l'ACV dans les domaines d'action du management environnemental.

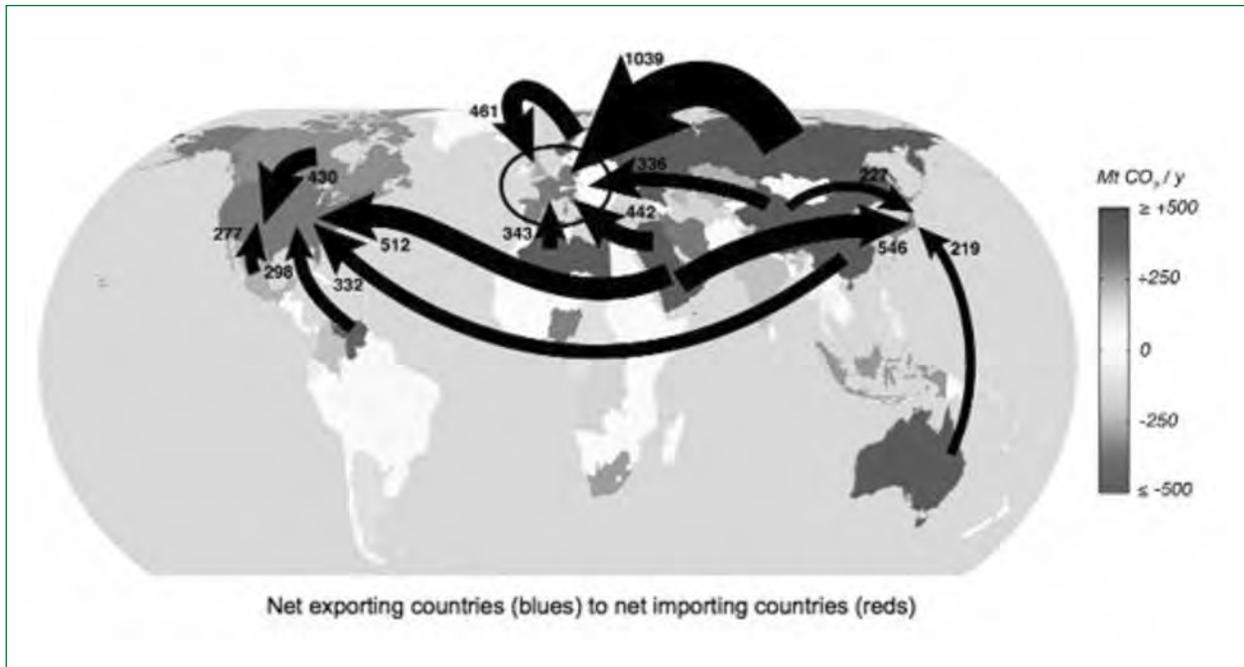


Figure 5: Pays exportateurs nets vers les pays importateurs.

En voici quelques éléments d'explication :

- ✓ 34,9 % du carburant utilisé en France proviennent de Russie ;
- ✓ les émissions de gaz à effet de serre liées à la fabrication des produits et des services fournis à la population française ont principalement été rejetées dans l'atmosphère hexagonale, à hauteur de 55,3 % ;
- ✓ la Russie endosse 26,8 % de ces émissions liées à l'extraction du gaz, du pétrole et du charbon utilisés pour produire les biens industriels et les services français.

Certains verront également là un problème de balance commerciale... (voir la figure 5 ci-dessus).

Plus généralement, on assiste désormais également, avec l'expérimentation nationale de l'affichage environnemental, à une récupération de l'évaluation environnementale pour en faire une sorte d'étendard commercial de bonnes pratiques. Pour résumer la situation, il y a quelques années, on disait qu'il n'y avait pas de bons produits pour l'environnement, mais seulement des produits (en relatif) moins mauvais... On peut dire, désormais, malgré les échelles relatives (établies sur des classes de produits et de services qui miment les échelles réglementaires de mesure des consommations d'énergie des produits électroménagers ou des émissions directes de CO_2 des véhicules), que tous les produits sont bons pour l'environnement... Cruel retournement de situation, pour une démarche somme toute intéressante, qui peut conduire à une meilleure prise de conscience des impacts environnementaux et à une plus large diffusion de l'ACV dans le monde des entreprises, notamment des PME...

Qu'en est-il, par ailleurs, de la non prise en compte des risques et des accidents dans l'ACV ? On pourrait trouver ce sujet accessoire (car tout système industriel est conçu pour ne pas dysfonctionner), mais il faut, malgré tout, se rendre

à l'évidence : cette non prise en compte ne permet pas à l'ACV de décrire la réalité, ce qui est pourtant son objectif premier. Quel que soit, d'ailleurs, le type de technologie visé, on ne peut que constater, malgré la volonté démiurgique de nos sociétés industrialisées, notre incapacité à tout contrôler. Faut-il, dès lors, s'interdire de « tout » calculer ?

Certains chercheurs ont en tout cas poussé le vice jusqu'à calculer... l'effet rebond des économies d'énergie ou de certains impacts générés par nos bonnes pratiques (4). Des voitures plus propres (mais dont on fait un usage plus important), des ampoules à économie d'énergie (que l'on laisse allumées plus longtemps), des trains plus rapides (qui nous permettent d'aller plus loin, plus souvent)... Ces quelques exemples qui nous « coûtent » une réduction (entre 5 et 30 %) des impacts évités, peuvent même être de nature à réduire à néant tous les efforts réalisés. A la clef, il y a le questionnement entre l'éco-efficience par unité de service et l'usage qui est fait du « gain » (de temps, d'énergie...) *via* sa réaffectation à d'autres postes de consommation (eux aussi impactants, mais non comptabilisés dans l'ACV attributionnelle qui découpe chaque poste en parts,... mais qui le sont dans l'ACV conséquentielle (qui analyse les conséquences des décisions possibles)).

D'aucuns misent désormais sur l'effet débond et sur une volonté de ne pas surconsommer... nos gains d'efficacité (affaire à suivre...).

Des perspectives

La très récente démocratisation de l'ACV permise par le développement de cette activité lié à un intérêt accru pour la question du facteur « carbone » doit permettre de disposer de davantage de bases de données, de meilleurs outils et

de méthodes validées. C'est tout l'enjeu des travaux menés par la Commission européenne dans le cadre de la publication de l'ILCD (*International Reference Life Cycle Data System*) (voir, en Annexe, l'évaluation des indicateurs retenus) (5) et des travaux sur la base de données ELCD (*European Reference Life Cycle Database*).

Les travaux liés à l'affichage environnemental, en France, à la condition qu'ils ne soient pas, *in fine*, déceptifs, devraient également permettre d'instiller dans l'esprit des décideurs et des concepteurs de produits une approche cycle de vie d'utilisation plus systématique.

Si l'évaluation environnementale est aujourd'hui un acquis dans les politiques publiques (de nombreux textes européens et français y font référence) (6), les politiques industrielles et la conception même de tous les objets et services qui nous entourent y échappent encore et ce, dans le contexte d'une complexité intrinsèquement liée à la mondialisation économique et d'une complexité elle aussi croissante de la conception, avec, en filigrane, une explosion de la consommation de biens sophistiqués et/ou fortement impactants (technologies de l'information, loisirs, déplacements...)(7).

En 2020, tous les produits seront-ils éco-conçus ? C'est ce que nous prédisent les multinationales, pour leurs produits. En 2020, serons-nous tous des éco-consommateurs ? C'est aussi un peu le charme de l'éco-conception, que de nous permettre de faire « le bon choix », « sans effort », lors de nos achats.

Ce bon choix n'est évidemment pas dénué d'efforts pour le concepteur. Mais nous pouvons désormais constater que

derrière chaque critique, il peut y avoir un début de réponse.

Peut-on y voir un signe prometteur ?

Notes

* Directeur et fondateur d'Ecoeff - Professeur associé à l'université de Cergy-Pontoise, - Président de l'Association des professionnels de l'éco-design et de l'éco-conception (Apedec).

(1) *Factor Five: Transforming the Global Economy through 80 % Improvements in Resource Productivity, A Report to the Club of Rome*, par Ernst U. von Weizsacker, Karlson "Charlie" Hargroves, Michael H. Smith et Cheryl Desha.

(2) *La démarche ACV dans le monde : outils et logiciels*, par Philippe Schiesser.

(3) *The Supply Chain of CO₂ Emissions*, Steven J. Davis, Glen P. Peters & Ken Caldeira.

(4) « L'effet rebond », par François Schneider, in *L'Ecologiste* (édition française de *The Ecologist*), n°11, octobre 2003, vol. 4, n°3, p. 45.

(5) Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European context - based on existing environmental impact assessment models and factors.

(6) Directive 2001/42/CE du Parlement européen et du Conseil du 27 juin 2001 relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement ; Directive 85/337/CEE modifiée du Conseil du 27 juin 1985 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement, Convention d'Aarhus, Charte constitutionnelle, Grenelle 2.

(7) *Eco-conception : indicateurs, méthodes, réglementation*, par Philippe Schiesser, éd. Dunod.

Annexe : L'évaluation des indicateurs d'ACV par la Commission européenne.

Catégorie d'impact	Méthode recommandée par l'ILCD Handbook	Indicateur	Unité	Niveau de recommandation
Changement climatique	IPCC 2007 à 100 ans	Réchauffement climatique potentiel à 100 ans (GWP100)	Kg CO ₂ équivalent	1
Appauvrissement de la couche d'ozone	Steady state ODPs 1999 comme dans évaluation WMO	Appauvrissement potentiel de la couche d'ozone	Kg CFC-11 équivalent	1
Toxicité humaine, effet cancérigène	USEtox (Rosenbaum <i>et al.</i> , 2008)	Comparative Toxic Unit for humans (CTUh)	CTUh	2/3
Toxicité humaine, effet non cancérigène	USEtox (Rosenbaum <i>et al.</i> , 2008)	Comparative Toxic Unit for humans (CTUh)	CTUh	2/3
Respiration de particules inorganiques	RiskPoll (Rabl and Spadaro, 2004) et Greco <i>et al.</i> , 2007	Absorption de fines particules (kg PM2.5-éq/kg)	Kg PM2.5 équivalent/kg	1
Radiation ionisante, santé humaine	Effet sur la santé humaine comme développé par Dreicer <i>et al.</i> , 1995 (Frischknecht <i>et al.</i> , 2000)	Exposition humaine à l'uranium 235 U235	Kg U235 équivalent	2
Radiation ionisante, écosystèmes	Pas de méthode recommandée			Intermédiaire
Formation d'ozone photochimique	LOTOS-EUROS (Van Zelm <i>et al.</i> , 2000) comme appliquée dans ReCiPe	Augmentation de la concentration en ozone troposphérique	Kg COVNM équivalent	2
Acidification	AccumulatedExceedance (Seppälä <i>et al.</i> , 2006, Posch <i>et al.</i> , 2008)	AccumulatedExceedance	Kg SO ₂ équivalent	2
Eutrophisation terrestre	Excès cumulé (Seppälä <i>et al.</i> , 2006, Posch <i>et al.</i> , 2008)	AccumulatedExceedance		2
Eutrophisation aquatique	EUTREND (Struijs <i>et al.</i> , 2006 ; Posch <i>et al.</i> , 2008)	Fraction de nutriments rejoignant le compartiment eau douce (P) ou le compartiment marin (N)	Kg P équivalent (eau douce) Kg N équivalent (eau de mer)	2
Ecotoxicité (eau douce)		Comparative Toxic Unit for ecosystems (CTUe)	CTUe	2/3
Ecotoxicité (terrestre et marine)	Pas de méthode recommandée			
Utilisation des sols	Soil Organic Matter (SOM) (Milà Canals <i>et al.</i> , 2007b)	SoilOrganicMatter (SOM)	m ² de terres arables	3
Utilisation des ressources en eau	Consommation d'eau comme dans SwissEcoscarcity (Frischknecht <i>et al.</i> , 2008)	Utilisation d'eau relative à la rareté locale de l'eau	m ³	3
Utilisation des ressources minérales, fossiles et renouvelables	CML 2002 (Guinée <i>et al.</i> , 2002)	Rareté	Kg Sb équivalent	3

Légende : Niveaux de recommandation :

- Niveau 1 : Méthode recommandée et satisfaisante ;
- Niveau 2 : Méthode recommandée, quelques améliorations nécessaires ;
- Niveau 3 : Méthode recommandée, mais à utiliser avec prudence ;
- Intermédiaire : Méthode pouvant être considérée comme la meilleure, mais pas assez mature pour être recommandée.

Source : ILCD Handbook: Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European context, First edition.

L'Analyse du Cycle de Vie d'un produit ou d'un service : applications et mise en pratique ⁽¹⁾

Par Philippe OSSET

L'Afite a tenu en novembre 2011 une conférence dont l'objet visait notamment à permettre à des ingénieurs de l'environnement de s'approprier cette pratique et de la mettre en œuvre. Ce besoin d'appropriation est en effet de plus en plus fort ! Les usages présentés dans l'ouvrage *L'Analyse du Cycle de Vie d'un produit ou d'un service : applications et mise en pratique* sont d'actualité. Des usages complémentaires apparaissent, avec le développement de l'affichage environnemental, tant en France qu'au niveau européen.

Notre objectif, dans cet article, est de présenter un état des lieux de la pratique des ACV, permettant au lecteur « débutant » en la matière, comme peut l'être un ingénieur de l'Afite qui la découvre, de disposer d'une introduction à cette pratique. Nous y reprendrons les éléments clefs de la présentation qui en a été faite dans le cadre de la conférence précitée de l'Afite, en les développant.

Introduction

La mise en pratique des ACV répond à une volonté de voir les impacts environnementaux associés aux produits et aux services se réduire, tant du point de vue de la consommation de ressources que de celui des émissions de polluants dans tous les milieux naturels (l'air, l'eau et le sol).

Ces impacts peuvent être « intermédiaires » (« *mid-point* », en anglais ; comme l'effet de serre), puis « finals » (« *end-points* », en anglais ; par exemple, les atteintes à la biodiversité). Les impacts finals traduisent sous la forme de dommages les impacts potentiels « intermédiaires » maximaux.

Afin de réduire les impacts environnementaux et d'éviter les transferts de pollution, il faut que les acteurs disposent d'une information environnementale qui soit crédible, objective et quantifiée pour l'ensemble des cycles de vie des produits et des services étudiés, et qui couvre l'ensemble des milieux – air, eau, sol, ressources (notion de multicritères). Ils utiliseront cette information pour déterminer leurs actions. Ces actions seront de différents ordres, selon qu'elles sont le fait des pouvoirs publics ou d'un industriel.

Du côté des pouvoirs publics, il s'agit de pouvoir déterminer des choix réglementaires (autoriser ou non tel ou tel produit), des choix de taxation (notamment différenciée),

des choix d'achats verts (notamment par la mise en place de critères utilisables par tous) ou, enfin, des choix d'aide financière (aux technologies dites vertes) : ce sont là les quatre piliers de la politique intégrée européenne des produits (IPP).

Pour les industriels, il s'agit notamment de pouvoir déterminer leurs choix d'investissements (dans tel ou tel système de dépollution), des choix de technologies et des modes de commercialisation (par exemple, les contrats de services). Bien évidemment, ils pourront eux aussi mettre en place une stratégie d'achats verts.

Une pratique performante en matière d'ACV est, de ce fait, éminemment souhaitable !

« Bilan » de la pratique des ACV

Il n'existe pas de typologie simple de la pratique des ACV. Différents critères peuvent être utilisés pour servir de base à la classification des ACV réalisées : les objectifs couverts par l'ACV, les phases de l'ACV au centre de l'étude, ou encore les usages prévus de cet ACV.

Le tableau 1 de la page suivante récapitule ces points clefs, en les détaillant.

Le praticien d'ACV va choisir un objectif et un usage donnés, qui l'amèneront à se focaliser sur certaines étapes, pour lesquelles il faudra qu'il collecte une information spécifique et pertinente.

Objectifs couverts par l'ACV	Phases de l'ACV au centre de l'étude	Usages prévus de l'ACV
<ul style="list-style-type: none"> - Élaboration de la stratégie de l'entreprise concernant ses produits ; - <i>Benchmarking</i> entre sites produisant le même produit, visant à identifier des voies d'amélioration ; - Comparaison de produits remplissant la même fonctionnalité ; - Éco-conception de produits ; - Déclarations environnementales concernant des produits ou des services ; - Élaboration de réglementations ; - Préparation d'argumentaires destinés à la préparation de <i>lobbyings</i> techniques. 	<ul style="list-style-type: none"> - Choix entre matériaux ; - Amélioration de technologies de production ; - Optimisation de l'usage des produits – passage produit/service ; - Optimisation des filières de fin de vie des produits, choix de ces filières ; - Focus sur la logistique visant à optimiser les choix en matière de transport des biens intermédiaires. 	<p>Usage interne</p> <ul style="list-style-type: none"> - Assistance à la R&D ; - Réflexions concernant la stratégie d'entreprise en matière de produits ; - Éco-conception ; - <i>Benchmarking</i>. <p>Usage externe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Préparation du contenu des sites Web d'entreprises ou de plaquettes ; - Préparation de Déclarations Environnementales Produits (DEP) ; - Préparation de rapports d'ACV complets et comparatifs, destinés à être communiqués au public.

Tableau 1 : Critères de typologie des études d'ACV.

Certains indicateurs de la pratique des ACV enregistrent une forte progression :

- ✓ le nombre des publications relatives aux ACV, par exemple dans le « Journal International des ACV », est en forte croissance – la consultation de ces publications est un bon moyen de se familiariser avec cette pratique et de découvrir les meilleures d'entre elles ;
- ✓ le nombre de formations universitaires intégrant une dimension ACV (voir l'étude Apedec/Ademe concernant les formations existantes), ainsi que le nombre d'ingénieurs de l'environnement aujourd'hui formés à cette pratique, sont eux aussi en forte progression – il y a d'ailleurs sans doute moins de jeunes formés que de besoins exprimés par les entreprises ;
- ✓ les réglementations intégrant des exigences mobilisant la pratique des ACV (directive EuP 2005/32/CE, puis ErP 2009/125/CE), surtout au niveau européen, se développent, ainsi que le nombre d'appels d'offres intégrant une dimension ACV (notamment dans le secteur de la construction) ;
- ✓ enfin, les budgets d'aides et d'accompagnement (à l'instar des Investissements d'Avenir, en France) sont en augmentation significative.

Le développement à venir est encore plus important : de plus en plus de collaborateurs « experts » seront présents dans les entreprises, occupant des postes principalement orientés vers *la pratique de l'ACV* – éco-conception et déclaration environnementale. De plus, les entreprises s'approprient la pratique des ACV *via* la formation de leurs encadrements et de collaborateurs clefs de leurs différentes entités à *l'utilisation de l'ACV*.

Normes françaises, européennes et internationales

Les normes de la pratique des ACV présentent les « bonnes pratiques » résultant de nombreux projets et échanges entre experts d'ACV. Elles sont indispensables au praticien : il faut en prendre connaissance, les comprendre,

en connaître le contenu et les appliquer. La participation aux travaux de la Commission X30U de l'Afnor est l'occasion de s'impliquer dans leur élaboration. Deux groupes (au moins !) peuvent intéresser les entreprises :

- ✓ le groupe « Eco-conception », qui travaille à l'élaboration de la future norme X30 – 264 qui présente la mise en place concrète de la pratique de l'Eco-conception en entreprise.
- ✓ le groupe « ACV » a été constitué pour préparer les travaux ISO du SC5, et notamment les groupes WG9 (Revue Critique) et WG10 (Application des ACV aux organisations) destinés à produire les documents ISO TS 14071 et 14072.

Dans le secteur du bâtiment, la commission P01E de l'Afnor et le CEN TC350 élaborent les normes relatives à la façon de préparer la communication environnementale quantifiée concernant les produits de construction et les bâtiments à l'aide de la pratique des ACV.

Une sélection de normes et d'autres documents de référence doit être acquise pour commencer à exercer de façon professionnelle la pratique des ACV. Elles sont présentées dans le tableau 2 de la page suivante.

Des formations et des accompagnements pourront être utiles pour compléter l'information contenue dans ces documents, et une pratique régulière aidera à en comprendre l'essence.

Les bases de données

Le praticien d'ACV a besoin pour la pratiquer d'informations environnementales « anonymisées » afin de respecter la confidentialité des données individuelles des sites de production. Il se repose sur des collectes de données existantes (les données collectées directement sont dites primaires) et sur des informations contenues dans des bases de données (elles sont dites secondaires).

Le choix des données est un déterminant fondamental de la qualité de l'étude réalisée, comme le souligne la norme ISO 14040. Si les données utilisées ne sont pas fiables, il

<p>Normes internationales – ISO</p> <ul style="list-style-type: none"> - ISO 14040 & 14044 sur la pratique des ACV ; - Série ISO 14020 concernant la Communication Environnementale Produit, avec ISO 14024 (écolabels, type 1), ISO 14021 (auto-déclarations, type 2) et ISO 14025 (type 3) ; - ISO 14062 (Généralités concernant l'Eco-conception). 	<p>Guides européens et internationaux</p> <ul style="list-style-type: none"> - ILCD Handbooks de la DG JRC ; - Projet du « Product Environmental Footprint Guide » de la DG JRC ; - Guides de la Life Cycle Initiative UNEP/SETAC.
<p>Normes françaises – Afnor</p> <ul style="list-style-type: none"> - NF BP X30 – 323 (guide de bonnes pratiques concernant l'affichage environnemental destiné aux produits de grande consommation) ; - NF X30 – 264 (pratique d'Eco-conception - En cours de rédaction). 	<p>Normes européennes – CEN</p> <p>PrEN 15804 concernant les EPD Bâtiment, dont le contenu annonce celui d'autres normes européennes.</p>

Tableau 2 : Sélection de quelques normes utiles aux praticiens d'ACV.

sera très difficile de produire une étude dont les conclusions soient de bonne qualité ! On parle, à ce propos, de la *représentativité* des données.

Les porteurs de ces bases de données peuvent varier : il peut s'agir des pouvoirs publics (Commission européenne, Ademe), d'un organisme commercial (un centre technique, un consultant) ou encore d'une fédération professionnelle. Le tableau 3 ci-dessous présente une typologie de ces bases de données.

A titre d'exemples, nous pouvons citer la base publique ELCD, de la Commission européenne, qui comporte 300 feuilles essentielles à la pratique ; la base privée (dont la consultation est payante) Ecoinvent, du Ecoinvent Center suisse, qui compte approximativement 4 000 feuilles de données ; la base publique française INIES, qui regroupe 600 fiches de déclarations environnementales et sanitaires (FDES) du secteur du bâtiment (produites selon la norme NF P01 010, certaines étant vérifiées dans le cadre du programme Afnor), ainsi que, prochainement, la base publique de données d'impacts Ademe destinée à l'affichage environnemental des produits dans le cadre de l'application de la norme NF BP X30-323.

Brève introduction aux outils

De nombreux outils ont été développés qui fonctionnent aujourd'hui sur des ordinateurs personnels (PC) équipés du logiciel Windows 7 (comme Gabi, Simapro...) (ces outils sont présentés dans un autre article ; ils ne seront donc pas détaillés ici). L'usage d'un outil informatique dédié (voire de plusieurs) est indispensable au praticien pour accomplir son travail d'ACV.

- Cet outil doit être capable de gérer les aspects suivants :
- ✓ de nombreuses « données primaires » sont utilisées ; il faut pouvoir les utiliser de façon adaptée et pertinente, et donc disposer d'un outil faisant preuve d'une grande modularité ;
 - ✓ de nombreuses données secondaires sont utilisées (elles sont disponibles dans des bases de données informatisées) ; il faut pouvoir solliciter ces bases de données en tant que de besoin et gérer leurs mises à jour ;
 - ✓ de nombreux calculs d'ICV sont réalisés ; il faut pouvoir conduire des analyses de scénarios et de sensibilité de manière systématique.

Formats de communication	Supports de communication	Variations concernant le contenu
<ul style="list-style-type: none"> - Documentation publiée sous format papier (à saisir manuellement !) ; - Feuille de données sous format informatique (Tableur MS Excel, ou encore fichier XML) ; - Base de données paramétrée (ex. BETie, future version d'Ecoinvent v3). 	<ul style="list-style-type: none"> - Publication professionnelle ; - Site Web, document à télécharger ; - CD ; - Logiciel de base de données ; - Logiciel d'ACV. 	<ul style="list-style-type: none"> - Niveau d'agrégation des sites (un ou plusieurs sites) ; - Champ géographique couvert (France, Europe...) ; - Années de collecte ; - Modélisation résultant de collectes ; - Modélisation résultant de travaux d'ingénieurs ; - Niveau de détail des flux présentés : flux et impacts disponibles, ou seulement les impacts.

Tableau 3 : Types de bases de données.

- ✓ le processus d'ACV est itératif : les calculs d'ICV sont réalisés à plusieurs reprises au cours du projet ; la mécanisation est donc indispensable, et cela implique un paramétrage des outils.

Lors du choix de l'outil, le praticien d'ACV met dans la balance ses objectifs (son besoin) et ses compétences, puis il teste les outils disponibles afin de déterminer celui qui conviendra le mieux à ses objectifs. Les perspectives d'échanges avec d'autres outils sont essentiellement fondées sur l'usage du langage XML (pour le stockage des feuilles de données), ainsi que sur l'émergence d'un format de données et d'une nomenclature communs. Ce sont là des perspectives essentielles si l'on veut réduire le risque de se voir « bloqué » sur le premier outil utilisé du fait de la difficulté à « migrer » vers un autre.

Des revues critiques indispensables

La pratique de revues critiques vise à augmenter la crédibilité des publications, la pratique des ACV commençant aujourd'hui à être partie intégrante de l'activité industrielle des entreprises, ce qui va conduire ces dernières à utiliser les conclusions d'ACV dans leurs prises de décision (notamment en matière d'achats).

De plus, en parallèle, les exigences des autorités privées ou publiques concernant les actes de communication environnementale vont croissant, notamment au travers des organismes suivants :

- ✓ l'Autorité de Régulation Professionnelle de la Publicité (ARPP), qui travaille notamment sur la publicité produit (affichage environnemental),
- ✓ la Direction générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes (DGC-CRF), qui œuvre notamment sur la publicité comparative (allégations comparatives).

Ces organismes travaillent en s'appuyant notamment sur les normes ISO, CEN ou NF, ou encore sur des guides de préconisations tels que le *Guide pratique des allégations environnementales à l'usage des professionnels et des consommateurs* que publient conjointement le ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer (MEEDDM, devenu depuis le MEDDTL (ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement)) et le ministère de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi (qui est lui-même devenu le ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie (MEFI)).

Ces organismes disposent des moyens de contraindre les entreprises qui ne respecteraient pas les exigences de bonnes pratiques à modifier leur attitude : des moyens d'ordre législatif ou réglementaire (DGCCRF) ou non (ARPP). Ils jouent le rôle d'une épée de Damoclès enjoignant aux praticiens d'ACV de respecter la plus grande honnêteté. Ils peuvent agir sur dénonciation. La direction de l'Habitat, de l'Urbanisme et des Paysages (DHUP) du MEDDTL prévoit explicitement l'intervention de la DGC-CRF dans le suivi de la qualité des Fiches de Déclarations Environnementales et Sanitaires (FDES), indépendamment

de toute exigence explicite de revue critique. De son côté, l'Autorité de régulation professionnelle de la publicité (ARPP) peut être saisie ou agir en auto-saisine.

De plus, d'une manière plus directe, une entreprise qui s'estime lésée par une étude d'ACV publiée (par exemple, une étude comparative où l'un de ses produits se trouve mentionné comme étant moins performant du point de vue environnemental, que le produit concurrent) peut engager une procédure qui amènera, à terme, l'entreprise publiant l'ACV devant le tribunal de commerce.

Enfin, au-delà de l'utilité de la crédibilisation qu'apporte l'indépendance du panel de revue critique, la qualité des livrables est largement améliorée par un processus de revue critique pertinent quel que soit le niveau du praticien de l'ACV, le panel apportant un regard extérieur, différent, ce qui conduira le praticien à étayer son texte et à le rendre ainsi plus robuste aux yeux d'un lecteur ultérieur.

Le processus de revue critique (tel qu'il est décrit par la norme ISO 14044) présente des différences avec celui, plus classique, de la vérification des données environnementales, notamment en ce qui concerne le processus d'évaluation et de validation des données. Ce travail, tel que décrit par la norme précitée, est parfois perçu comme étant de nature documentaire. La Commission européenne a produit, par l'intermédiaire de la DG JRC (*Joint Research Center*), des guides ILCD concernant ces revues critiques afin d'en améliorer la pratique et d'en renforcer les exigences. Plus récemment, un groupe de travail s'est mis en place à l'ISO, au sein du TC207 SC5 (Comité technique – Analyse du Cycle de Vie). Il s'agit du WG9 (*working group*), dont l'objectif sera de rentrer dans les détails du processus de revue critique en s'appuyant sur l'expérience acquise par la communauté mondiale dans le domaine concerné et sur les travaux déjà publiés. La France est en charge de l'animation de ce groupe de travail (l'auteur de cet article est le représentant de la France à l'ISO à cet effet), ainsi que de son secrétariat (Mme Mélanie Raimbault, de l'AFNOR, est également responsable du secrétariat du SC5, lui-même animé par le Prof. Dr. Matthias Finkbeiner).

Ainsi, les perspectives concernant les revues critiques amènent à envisager leur amélioration pour les rendre reproductibles et spécifiques aux objectifs des analyses placées sous revue, ainsi qu'une mécanisation de leur pratique propice à leur généralisation (permettant notamment d'en réduire le coût). Des examens de compétences en vue de l'accréditation de professionnels à la pratique de la revue critique seront mis en place, à l'image de ce qui a été fait, en France, dans le cadre du programme d'habilitation des vérificateurs des FDES, dans le secteur du bâtiment. Enfin, la composition des panels de revue critique devra sans doute être encadrée d'une manière plus fine et exigeante par les commanditaires.

Ces perspectives laissent entrevoir une réponse pertinente aux attentes des entreprises et des pouvoirs publics, telles que mentionnées plus haut.

Approches monocritères vs approches multicritères

Les approches monocritères se développent afin de répondre de façon spécifique à certaines préoccupations environnementales : effet de serre, atteintes aux ressources en eau... Il ne s'agit pas ici de rentrer dans les détails de cette pratique monocritère, mais de la mettre en perspective avec la pratique de l'ACV afin de répondre à une double question couramment posée : « Peut-on se dispenser d'une étude d'ACV dite *complète* ? Un simple indicateur monocritère ne serait-il pas suffisant ? »

Des travaux normatifs sont en cours (la France est également très présente dans ce domaine) qui portent sur l'empreinte carbone et sur l'empreinte eau. La Grande-Bretagne a d'ailleurs lancé un affichage environnemental monocritère CO₂. L'intérêt de ce travail est d'apporter une réponse spécifique et pertinente à la préoccupation concernée. Le risque des décisions fondées sur un critère unique est celui d'un transfert de pollution (entre milieux, ou entre étapes successives du cycle de vie d'un produit donné), d'une communication inadaptée (dite « *green washing* ») ou encore d'une duplication des travaux de collecte d'informations entraînant des surcoûts, de l'inefficacité ou des incohérences.

Le monocritère (à l'instar de la note de synthèse unique) garde la préférence des débutants et des non experts. Cependant, cette pratique entraîne « fatalement » les praticiens (dès qu'ils sont un peu moins novices et prennent conscience des risques associés au monocritère) vers le multicritère... C'est pourquoi les travaux du Grenelle de l'Environnement ont amené à mettre en place immédiatement une démarche d'affichage environnemental multicritère, qui est aujourd'hui portée par le MEDDTL et l'Ademe, ainsi que par les participants au processus Ademe/Afnor (il y en a plus d'un millier).

Conclusion : perspectives sur l'état de l'art actuel des ACV

La pratique des ACV est aujourd'hui intégrée dans les préoccupations des pouvoirs publics (comme en attestent la plateforme Ademe/Afnor et l'expérimentation de l'affichage environnemental des produits) et dans celles des clients des entreprises : tout ingénieur sera à l'avenir sollicité pour participer à des projets d'ACV. Le temps est donc venu pour eux de s'approprier cette technique, ses normes et ses méthodes, ses outils, ses bases de données, et de la pratiquer !

Des travaux, notamment de recherche (au travers notamment de ScoreLCA) doivent encore être menés pour fiabiliser l'ensemble du processus et le mécaniser. Des thématiques seront développées, comme les analyses en composantes principales, l'interfaçage avec les outils et les bases de données des entreprises ou encore l'amélioration de la connaissance des effets des flux sur l'environnement (avec la notion de dommage).

Ces travaux permettront à l'Analyse du Cycle de Vie d'atteindre sa maturité et de remplir les objectifs qu'on lui assigne, à savoir notamment de contribuer à déconnecter la croissance de l'augmentation de la consommation de ressources et, plus globalement, à la réduction globale des impacts environnementaux associés aux activités humaines.

Notes

* Président de Solinnen S.A.S.

(1) Afnor Éditions publie l'ouvrage dont nous avons repris le titre pour cet article. Sa dernière réédition date d'octobre 2008. Cet ouvrage écrit par Laurent Grisel et Philippe Osset présente la manière dont la méthodologie des ACV peut être utilisée dans différentes applications illustrées par des exemples pratiques judicieusement choisis.

L'affichage environnemental des produits : une information destinée à la fois aux consommateurs et aux producteurs

Par Christine CROS*

Les produits de consommation courante vont bientôt tous afficher les impacts qu'ils ont générés sur l'environnement pour leur production. Les producteurs vont donc pouvoir différencier leurs produits en fonction des choix de conception qu'ils ont faits, et les consommateurs pourront responsabiliser leurs achats et leurs choix. Aujourd'hui, l'enjeu est de développer le socle méthodologique qui permettra de garantir la comparabilité de ces informations.

Le contexte

Le Grenelle de l'Environnement a reconnu la consommation comme un enjeu des politiques publiques de l'environnement. Plusieurs mesures ont été adoptées dans les deux lois Grenelle afin d'accroître la transparence de l'information sur les caractéristiques environnementales d'un produit, dont l'une, l'affichage environnemental, est particulièrement novatrice.

L'article 54 de la loi n°2009-967 précise que : « *Les consommateurs doivent pouvoir disposer d'une information environnementale sincère, objective et complète portant sur les caractéristiques globales du couple produit/emballage et se voir proposer des produits respectueux de l'environnement à des prix attractifs. [...] La méthodologie associée à l'évaluation de ces impacts donnera lieu à une concertation avec les professionnels concernés.* »

L'article 228 de la loi n°2010-788 modifie le Code de la consommation dans les termes suivants : « *Art. L. 112-10. – (...) afin d'informer progressivement le consommateur par tout procédé approprié du contenu en équivalent carbone des produits et de leur emballage, ainsi que de la consommation de ressources naturelles ou de l'impact sur les milieux naturels qui sont imputables à ces produits au cours de leur cycle de vie.* »

La loi précise ainsi que l'information environnementale doit être à la fois multicritère et orientée cycle de vie. Le caractère multicritère est particulièrement à souligner, dans la mesure où la plupart des initiatives d'information quantifiée des impacts sur l'environnement des produits se focalisent sur les empreintes dites « carbone ». L'empreinte carbone est certes visée, mais les impacts sur les milieux naturels et sur les ressources le sont également.

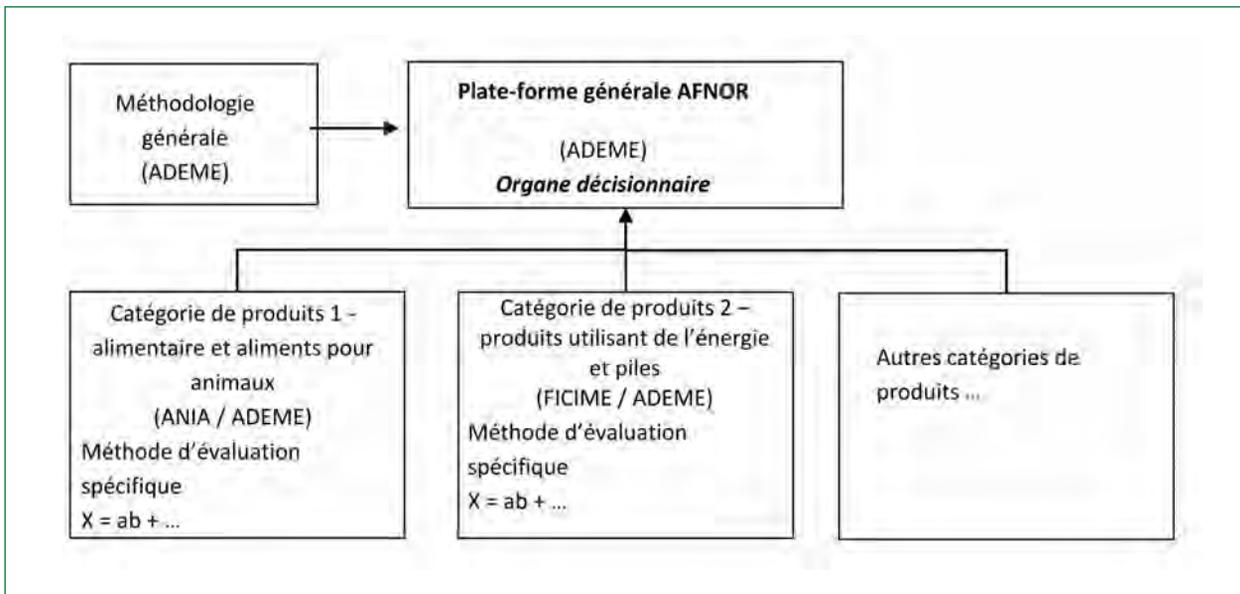
L'idée de l'affichage environnemental, c'est d'apposer sur les produits des indicateurs quantitatifs sur les impacts envi-

ronnementaux qu'ils ont générés. L'organisation d'une transparence de l'information sur les impacts environnementaux des produits devrait en faire un nouveau critère qualitatif sur lequel les consommateurs et les producteurs vont pouvoir se positionner. Le consommateur va pouvoir orienter ses choix en tenant compte de la caractéristique « environnement » au même titre que des autres caractéristiques (la qualité, le prix, la saveur, la marque...). Le consommateur construit ses choix en faisant en permanence une analyse multicritère, que celle-ci soit consciente (pour des biens d'équipement) ou inconsciente (pour des produits à durée de vie courte et choisis très rapidement). L'enjeu est qu'il puisse intégrer l'environnement à cette analyse.

Ces indicateurs devraient également avoir un effet sur la chaîne de l'offre en révélant de l'information aux producteurs : ceux-ci vont découvrir les impacts environnementaux de leurs produits (aujourd'hui, la plupart des producteurs n'en a pas la moindre idée (1)). Cette transparence leur permettra de s'améliorer rapidement au moyen d'adaptations marginales simples. De plus, ces informations devraient avoir une fonction d'étalonnage des pratiques des producteurs entre eux : en ayant connaissance des impacts environnementaux de leurs concurrents, les producteurs vont pouvoir identifier des pistes de progrès. La transparence sur cette nouvelle qualité du produit devrait faire de celle-ci un champ de concurrence.

Les indicateurs peuvent être un moyen de valoriser une démarche d'éco-conception dont les résultats ne sont pas encore à la hauteur des critères des écolabels. Ils permettent des engagements de progrès avec des clients réguliers.

Enfin, certains producteurs, efficaces et prenant conscience de cette qualité, pourraient être amenés à demander la création d'un écolabel certifiant cette excellence. Ce phénomène devrait conduire à l'amélioration des produits mis sur le marché, achetés et consommés.



Au sein de l'Afnor, un groupe élabore les méthodologies qui garantiront la fiabilité et la comparabilité des informations

L'Etat a demandé à l'Ademe d'élaborer avec l'Afnor, et en associant toutes les parties prenantes concernées, des méthodologies communes qui garantiront que les informations transmises au consommateur seront fiables et comparables. Ces travaux portent sur toutes les catégories de produits. Ils doivent s'accorder sur des méthodes simplifiées d'évaluation des impacts environnementaux et s'assurer que ces méthodes pourront être déployées pour un coût économiquement acceptable. Le mode de gouvernance est illustré par la figure ci-dessus.

La plate-forme générale est l'organe décisionnaire. Elle est présidée par l'Ademe, le secrétariat étant assuré par l'Afnor.

Le groupe de travail méthodologique développe les méthodologies communes à tous les produits. Il est également présidé par l'Ademe et son secrétariat est assuré par l'Afnor.

Les groupes de travail sectoriels élaborent des référentiels d'évaluation spécifiques pour les catégories de produits couvertes. Ces référentiels sont des compléments à la méthodologie générale et permettent de fixer des règles de calcul claires et précises (du périmètre d'évaluation et des données nécessaires) afin de rendre possible la comparabilité des résultats entre produits relevant d'une même catégorie. Ils identifient notamment les trois indicateurs qui devraient être communiqués au consommateur pour chaque catégorie de produits donnée. Ces groupes de travail sont présidés par des représentants des professionnels du secteur concerné. L'Ademe co-anime tous ces groupes de travail pour assurer une bonne homogénéité des travaux. Les groupes de travail sectoriels actuellement actifs sont les suivants : Alimentaire & aliments pour animaux domestiques, Matériels/équipements consommateurs d'énergie,

Piles & accumulateurs, Produits d'entretien (détergents, matériel), Produits pour le jardin (adjuvants, pesticides), Produits d'hygiène et de beauté, Habillement et textile pour la maison, Chaussure-maroquinerie, Ameublement, Papèterie & matériel d'écriture, Edition - loisirs (CD...) et culture, Equipements de sport (hors habillement), Jeux et jouets, Outillage non électrique & quincaillerie.

Des projets pilotes ont également été montés en relation avec plusieurs groupes sectoriels. L'objet de ces projets est de proposer des méthodologies et de les tester avec l'aide de professionnels volontaires de manière à avoir des retours d'expérience permettant d'alimenter les réflexions des groupes de travail. Les projets pilotes contribuent à ce que les méthodologies développées dans le cadre des groupes sectoriels soient véritablement applicables.

La plateforme Ademe-Afnor a ainsi adopté :

- ✓ le référentiel des bonnes pratiques BP X30-323, qui précise les principes généraux de l'affichage environnemental (juillet 2008). Il est complété d'une annexe méthodologique (juillet 2009 - révisée en janvier 2011) ;
- ✓ des référentiels sectoriels : Chaussures ville-hommes (juillet 2010) ; Sacs à dos (janvier 2010) ; Meubles en bois (janvier 2011) ; Sièges rembourrés (avril 2011) ; Shampoings (avril 2011) ; Raquettes (juin 2011) ; Papiers toilette (juin 2011) ; Literie (juin 2011) ; Téléviseurs (juin 2011) ; Balles (février 2012), Volants (février 2012) ; Couches à usage unique (février 2012).

Les référentiels sectoriels élaborés concernent une catégorie de produits précise, mais ils ont vocation à s'appliquer à des produits voisins de la catégorie d'origine, une fois définies les nouvelles unités fonctionnelles. Ainsi, par exemple, le référentiel Shampoings devrait être étendu à tous les produits rincés (shampoings & après-shampoings, gels douche...).

Toutes les informations à ce sujet sont disponibles en ligne à l'adresse suivante : <http://affichage-environnemental.afnor.org/>

Des guides de lecture des référentiels explicitant les choix faits sont également disponibles en ligne :

<http://www2.ademe.fr/servlet/KBaseShow?sort=-1&cid=96&m=3&catid=14230&p1=00&p2=09>

Qu'est-ce qu'un référentiel de calcul des impacts environnementaux ?

Le référentiel transversal BPX30-323 a essentiellement établi des grands principes et des lignes directrices pour les groupes sectoriels qui, à l'avenir, vont développer des référentiels opérationnels. Son annexe précise certains points de méthodologie, qui doivent être abordés de la même manière quelle que soit la catégorie de produit. Il s'agit :

- ✓ des méthodes d'évaluation des impacts environnementaux : deux groupes sectoriels sélectionnant un même indicateur (par exemple, l'épuisement des ressources naturelles non renouvelables) le calculeront de la même manière ;
- ✓ des modalités de répartition des impacts environnementaux entre deux produits lorsque leurs cycles de vie sont imbriqués (ainsi, dans le cas du recyclage, le produit en fin de vie devient la matière première servant à la fabrication d'un autre produit). Plusieurs cas ont été considérés, en fonction du caractère clairement orienté des cycles de recyclage (boucle fermée) ou de la possibilité de nombreux usages alternatifs de la nouvelle matière première générée par le recyclage (boucle ouverte).
- ✓ des modalités de comptabilisation du carbone (changement d'affectation des terres, décalage dans le temps, compensation...).

Un référentiel sectoriel précise tous les éléments de cadrage qui permettront d'assurer la comparabilité des calculs. Pour chacun des items ci-après, un évaluateur peut, en toute bonne foi, effectuer des choix différents. C'est pourquoi il est important que les parties prenantes se mettent d'accord sur une solution unique afin que tous n'aient plus alors qu'à suivre la même convention de calcul :

- ✓ *Définition des catégories* : la comparaison étant déterminée à l'intérieur d'une même catégorie, il est important de s'accorder sur ce qui relève d'une même catégorie (par exemple, un canapé-lit appartient-il à la catégorie « canapé » ou à celle « lit » ?).
- ✓ *Unité fonctionnelle* : l'unité fonctionnelle est l'unité de mesure utilisée pour évaluer le service rendu par le produit. Dans le cas de la chaussure hommes, l'unité fonctionnelle choisie est : « porter pendant un an, selon un usage adapté, une paire de chaussures de la marque X, en en changeant lorsqu'elle n'est plus en bon état ». Le calcul est alors fait à partir du nombre de paires de chaussures en bon état de la marque X qui ont été portées pendant une année selon un usage adapté. Des tests permettent d'évaluer *a priori* la durée de vie des chaussures.
- ✓ *Sélection d'indicateurs* : en analyse de cycle de vie, entre une dizaine et une quinzaine d'indicateurs sont couramment utilisés. Un consommateur final est incapable de lire autant d'indicateurs, il est donc indispensable de se mettre d'accord sur ceux qui rendent le mieux compte

des enjeux environnementaux liés au produit afin que les professionnels soient, par la suite, tous en mesure de communiquer sur la base des mêmes indicateurs.

Outre les indicateurs classiques utilisés en analyse de cycle de vie, tous les groupes sectoriels doivent s'interroger sur la pertinence de développer des indicateurs relatifs aux enjeux de biodiversité, de consommation d'eau ou d'artificialisation des sols.

- ✓ *Coproduits* : il est parfois difficile de répartir les flux à l'origine des impacts environnementaux entre deux coproduits : comment répartir les impacts environnementaux, par exemple, d'une vache, entre sa viande, son lait et son cuir ?
- ✓ *Articulation données primaires/données secondaires* : lorsqu'une évaluation est conduite sur l'ensemble du cycle de vie des produits, elle a toujours recours à des données dites secondaires. Par exemple, il est rare qu'un évaluateur puisse tracer très précisément un kilo d'acier utilisé, mais il aura en général recours à des données moyennes (les impacts d'un kilo d'acier européen) issues d'une base de données génériques. Mais les choix concernant la possibilité d'avoir ou non recours à des données génériques doivent prendre en considération les poids relatifs des différents éléments ou des différentes phases du cycle de vie du produit à référencer.

Si le développement de référentiels sectoriels est nécessaire pour assurer la comparabilité d'un affichage environnemental déployé à grande échelle, il n'en est pas pour autant suffisant : il faut encore qu'une seule base de données soit utilisée par tous les évaluateurs.

Création et alimentation d'une base de données publique

Tout évaluateur ayant recours à des données secondaires, la seule manière d'assurer la comparabilité parfaite des résultats est que les données secondaires utilisées soient les mêmes pour tous. C'est pourquoi le ministère en charge du Développement durable a demandé à l'Ademe de développer une base de données qui servira de support à l'affichage environnemental. Les travaux réalisés dans ce cadre ont été effectués en étroite relation avec les travaux méthodologiques en cours à la plateforme Ademe-Afnor.

La structure informatique de la base de données a tout d'abord été mise au point, puis un mode de gouvernance des données à intégrer a été mis en place :

- ✓ l'Ademe convoque des comités techniques qui réunissent des experts (ACV, développeurs de bases de données, experts métier - en fonction des sujets abordés) et formulent des préconisations concernant le niveau requis de précision et de représentativité des données destinées à être intégrées dans la base. Ces comités techniques sont réunis autour de sujets transversaux (énergie, transport, acier, aluminium, fin de vie...) ou sectoriels (chaussures...). Etant choisis en fonction des sujets abordés, les experts appelés à participer aux travaux des comités techniques ne sont donc pas toujours les mêmes ;

- ✓ un comité de gouvernance non technique réunissant neuf représentants des parties prenantes (trois entreprises, trois ONG et trois administrations) qui, sur la base de l'instruction des comités techniques et de leurs préconisations, émet un avis à destination de l'Ademe. Les représentants du comité de gouvernance sont toujours les mêmes (ils peuvent néanmoins être remplacés par leurs suppléants) ;
- ✓ sur la base de l'avis du comité de gouvernance, l'Ademe lance une consultation auprès de développeurs de bases de données afin de leur acheter des données.

Certaines données ne sont pas encore présentes dans les bases développées : dans ce cas, il faut en provoquer la création. C'est pourquoi l'alimentation en données de la base sera également assurée par deux autres voies :

- ✓ a) la production ou la coproduction de données propres. Le principal projet en cours est le projet Agri-Balyse, qui vise à réaliser (d'ici à fin 2012) environ 90 inventaires de cycles de vie (ICV) des principales filières de productions agricoles françaises (fruits et légumes, céréales, viandes et produits laitiers) dans le cadre d'un projet de trois ans avec l'Inra, l'ART et les Instituts Techniques Agricoles (un projet cofinancé par l'Ademe). Ce projet permettra la réalisation d'un référentiel méthodologique de production d'ICV pour l'agriculture sur lequel devra s'appuyer l'ensemble des données génériques qui seront intégrées à la base par la suite, en parallèle au référentiel sectoriel du GT1.
- ✓ b) dans un second temps, par l'intégration de données sur sollicitation de tierces parties (selon des règles à définir avec le comité de gouvernance).

Une base (encore incomplète) devrait être disponible au cours du deuxième trimestre 2012, qui sera complétée dans le courant de cette même année. La disponibilité de la base et des méthodologies développées à l'Afnor devrait permettre de développer des outils de calcul qui garantissent la comparabilité des résultats de deux évaluations.

Une expérimentation nationale (conduite depuis le 1^{er} juillet 2011)

L'article 228 de la loi n°2010-788 précisait également que l'affichage environnemental devait commencer par une phase d'expérimentation :

« Art. L. 112-10. – À partir du 1^{er} juillet 2011, et après concertation avec l'ensemble des acteurs des filières concernées, une expérimentation est menée, pour une durée minimale d'une année (...). Cette expérimentation fait l'objet d'un bilan transmis au Parlement évaluant l'opportunité d'une généralisation de ce dispositif ».

Le ministère en charge du Développement durable a retenu 168 candidats pour mener l'expérimentation. Il s'agit d'entreprises très diverses (PME, grands groupes, producteurs, distributeurs ...) produisant des catégories de produits très variées (parmi lesquelles on peut notamment citer les produits alimentaires, les équipements (électrique, électronique, ameublement, sport...), les textiles, l'habillement et la papeterie). Les expérimentations ont été déployées à partir du 1^{er} juillet 2011.

L'expérimentation porte sur le déploiement de l'affichage (en magasins ou sur Internet, sur les produits eux-mêmes ou sur les linéaires). L'information transmise est de nature quantitative et s'appuie, dans la mesure du possible, sur les travaux en cours à l'Afnor. De manière à avoir un large retour d'expérience, les modalités de transmission de cette information ne seront pas standardisées.

L'objet de cette expérimentation est d'évaluer les difficultés rencontrées par les professionnels pour déployer l'affichage environnemental, les clefs de compréhension des consommateurs (en fonction des formats d'affichage), ainsi que la praticabilité d'un contrôle des informations.

Un événement presse s'est déroulé le 5 octobre 2011 dans les locaux du ministère du Développement durable. Lors de cet événement, plus de cinquante entreprises se sont réunies pour un « supermarché » de l'affichage environnemental dans lequel certains produits faisant l'objet de cette expérimentation étaient exposés. Cet événement a également été l'occasion d'annoncer les différentes étapes de l'évaluation. Celle-ci repose sur les quatre éléments suivants :

- ✓ un questionnaire commun adressé à toutes les entreprises ;
- ✓ des enquêtes-tests menées par la Direction générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes (DGCCRF) ;
- ✓ l'avis des associations de protection des consommateurs ;
- ✓ les contributions et avis du groupe thématique du Comité national du Développement durable et du Grenelle de l'Environnement (CNDDGE).

Enfin, le ministère précité a également lancé un « *testing* » sur Internet pour recueillir, en parallèle, l'avis des consommateurs : www.consultations-publiques.developpement-durable.gouv.fr

Toutes les informations relatives à cette expérimentation nationale (liste des candidats, conférence de presse ...) sont disponibles sur le site du ministère à : www.developpement-durable.gouv.fr/experimentation-affichage

L'information environnementale sur les produits à l'étranger

L'approche de la France est originale du fait de son ambition réglementaire et multicritère. Elle se développe dans un climat marqué par de nombreuses initiatives convergentes. De grands distributeurs français (Casino, Leclerc) et étrangers (Tesco au Royaume-Uni, WallMart aux Etats-Unis) ont souhaité informer leurs clients sur les impacts carbone des produits qu'ils distribuent.

Au Royaume-Uni, le DEFRA (*Department for Environment, Food and Rural Affairs*) et *Carbon trust* ont adopté, dès 2008, un référentiel de bonnes pratiques, le PAS2050, concernant l'empreinte carbone des produits (ce référentiel a été révisé en 2011). Le référentiel est transversal à tous les produits et, à ce jour, ne comporte pas de déclinaisons sectorielles. Le DEFRA s'interroge sur une extension de la démarche à d'autres impacts environnementaux.

Aux Etats-Unis, la *Sustainability Consortium Initiative* réunit une dizaine d'universités afin de développer des indicateurs de développement durable sur les produits. A ce jour, aucune méthodologie n'est disponible.

En Suède, un programme développe des règles par catégorie de produit (PCRs). Son objectif est de définir les méthodologies de calcul. La différence, par rapport au programme français, est qu'il ne sélectionne pas les indicateurs correspondant aux enjeux clés de la catégorie destinés à apporter une information ciblée aux consommateurs.

Au Japon, le gouvernement développe un programme volontaire multicritère. Les premiers cas d'affichage ne portent cependant que sur l'empreinte carbone.

Au niveau communautaire, deux initiatives méritent d'être identifiées :

✓ la SCP *Food Roundtable* est une initiative conjointe de la Commission européenne et des représentants de l'industrie agro-alimentaire européenne. Elle réunit l'ensemble des représentants de la chaîne alimentaire communautaire et élabore un référentiel méthodologique multicritère cycle de vie pour les produits alimentaires (travail comparable au GT1, en France), ainsi que des éléments de cadrage pour la communication. Un lien étroit est assuré avec les travaux français ;

✓ après avoir réalisé une comparaison des méthodologies existantes pour calculer l'empreinte carbone des produits, la Commission européenne a lancé une expérimentation européenne multicritère portant à la fois sur l'empreinte environnementale des produits et sur celle des sites. Cette expérimentation s'est appuyée sur des porteurs de projets, qui devaient tester des propositions méthodologiques. La méthodologie a été publiée et est ouverte à consultation jusqu'en décembre 2012. La Commission va y donner des suites courant 2012.

Au niveau international, les discussions (en cours) autour de la norme ISO 14067 méritent d'être soulignées. Elles visent à préciser une norme concernant l'empreinte carbone des produits. Il s'agit d'un référentiel de portée transversale (qui n'est pas complété par des référentiels catégoriels). Le BPX30-323 est compatible avec les travaux en cours et il va plus loin que ce référentiel, sur certains points laissés encore ouverts.

L'affichage environnemental des produits : quel enjeu pour les entreprises ?

Aujourd'hui, une entreprise a un triple intérêt à s'engager dans la voie ouverte par l'affichage environnemental des produits :

✓ 1) tout d'abord, parce qu'il y a des segments de marché qui sont en attente de cette information.

Il est intéressant de noter que les segments de marché clairement positionnés sur des produits plus vertueux pour l'environnement (Ecolabel européen, produits issus de

l'agriculture biologique...) ne connaissent pas la crise et qu'ils ont continué globalement à enregistrer, ces dernières années, des taux de croissance à deux chiffres. Cette évolution est liée au fait que les niveaux de départ étaient très faibles, mais elle est également représentative d'une meilleure prise en compte de ces enjeux par les consommateurs.

✓ 2) ensuite, parce que cela va lui permettre de réduire ses coûts.

Il est très difficile d'avoir des chiffres sur ces sujets. Cependant, il est intéressant de souligner deux interventions réalisées publiquement. Casino, qui était interrogé sur le coût de son programme d'affichage de l'empreinte carbone de ses produits, a répondu que ce coût était plus que compensé par les économies qu'il avait pu réaliser en mettant en lumière des pistes d'éco-conception qui ont été suivies. Procter et Gamble a lui aussi indiqué que le coût des ACV qu'il finance depuis des années sont plus que compensés par les gains qu'il en retire.

Ces interventions confirment un des présupposés de départ de l'affichage environnemental : calculer les indicateurs d'impact environnemental ouvre des pistes d'éco-conception qui, souvent, vont permettre de réduire les coûts de l'entreprise. Les retours économiques liés à l'éco-conception montrent que la moitié des réussites en la matière ont permis de réduire les coûts variables de l'entreprise (matières premières, énergie...). L'autre moitié des réussites en éco-conception repose plutôt sur un accroissement des ventes lié à un nouveau positionnement de marché.

✓ 3) enfin, parce que « le coup est parti »...

Les initiatives en matière d'empreinte carbone ou d'affichage environnemental se multiplient : la perspective réglementaire française, les autres normes nationales (comme le PAS2050 britannique) sur le carbone, l'expérimentation en cours de la Commission européenne, les demandes de grandes enseignes de la distribution (Casino, Tesco, Wallmart...). Quelle que soit la scène (nationale, européenne ou internationale) ou l'origine de la demande (privée ou publique), les entreprises devront bientôt rendre compte des impacts environnementaux générés par leurs produits : elles ont intérêt à anticiper, en les calculant le plus tôt possible pour pouvoir s'engager dans des démarches de réduction de ces impacts et ainsi pour pouvoir profiter des gains liés à l'éco-conception.

Notes

* Chef du Service Eco-conception Consommation durable – Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe).

(1) Un sondage réalisé en 2009 dans le cadre du colloque PM4E de l'Ademe a révélé que 72 % des PME n'avaient pas d'information sur les impacts environnementaux de leurs produits et n'étaient pas dans un processus d'acquisition de ce type d'information.

L'application de l'analyse de cycle de vie (ACV) aux systèmes biotechniques complexes : quels fronts de science ? ^{(1) (2)}

Par Véronique BELLON-MAUREL*, Cécile BESSOU**, Guillaume JUNQUA***, Laurent LARDON****, Éléonore LOISEAU*, Catherine MACOMBE*, Eva RISCH* et Philippe ROUX*

La dernière décennie a vu l'analyse du cycle de vie (ACV) s'imposer comme cadre méthodologique de référence pour l'évaluation quantitative des impacts environnementaux d'un produit ou d'un système de production. Bien que déjà largement utilisés dans les sphères économiques (éco-conception, responsabilité sociale des entreprises) et politiques (éco-étiquetages), le cadre méthodologique et les outils de l'ACV sont toujours un vaste objet d'étude pour la communauté scientifique. Cet article décrit un grand nombre des fronts de sciences de cette communauté et la manière dont le pôle de recherche français ELSA les aborde.

Introduction

L'analyse de cycle de vie (ACV), dont le cadre est normalisé (ISO 14040), est une méthode d'évaluation environnementale largement employée dans le monde industriel. Cette méthode est organisée en quatre phases : la définition des objectifs et du contour de l'étude, l'inventaire des émissions polluantes et des consommations du système étudié, la conversion de ces données d'inventaires en impacts (gaz à effet de serre, acidification, eutrophisation, écotoxicité, etc.) et, enfin, l'interprétation. Par son approche multicritère, elle permet : a) d'identifier les principales sources d'impacts environnementaux et d'éviter les transferts de pollution liés aux différentes alternatives envisagées, b) de présenter une vision globale des impacts générés, fournissant ainsi des éléments d'aide à la décision (choix de pratiques ou d'équipements ayant un moindre impact, choix de filières de valorisation, critères d'éco-labellisation des produits...) ; elle quantifie les aspects négatifs (impacts) d'un système en regard de ses avantages (l'unité fonctionnelle, ou UF), alors que la plupart des autres méthodes ne quantifient que les aspects négatifs. En revanche, cette méthode présente encore de nombreuses lacunes méthodologiques lorsque l'on cherche à l'utiliser sur des milieux différents tels que les systèmes biotechniques (agriculture, bioprocédés) ou les systèmes territorialisés, dans des milieux connectés et non fermés, et donc difficiles à modéliser.

De nombreuses voies de recherche ont été identifiées : la modélisation des systèmes adaptée à l'ACV, la gestion des incertitudes, la construction de nouvelles chaînes de causalité sur des impacts spécifiques, le raffinement des inventaires, le couplage avec les sciences humaines et sociales

(SHS)... Ce sont des objets de recherche du pôle ELSA (*Environmental Lifecycle and Sustainability Assessment*), le premier pôle français de recherche, expertise et formation en ACV et en écologie industrielle.

La modélisation

L'inventaire des émissions (de polluants) et des consommations (de ressources) est classiquement élaboré *via* la connaissance des flux, transformés en données d'inventaire en utilisant des facteurs d'émission et/ou des bases de données (du type Ecoinvent). La construction du modèle qui permet de quantifier les flux est donc essentielle. Pour des systèmes complexes et/ou dans un contexte d'accès limité aux données, l'enjeu est de construire un modèle qui :

- ✓ a) rende compte des objets et des flux pertinents pour l'ACV, en particulier dans leur dimension temporelle,
- ✓ b) soit compatible avec les données facilement disponibles pour produire des valeurs d'inventaire aussi précises que possible,
- ✓ et, enfin, c) permette éventuellement de tester l'instanciation de plusieurs scénarios.

Bien qu'il n'y ait pas une méthode unique de construction de modèle en ACV, nous présentons ci-après quelques unes des stratégies possibles.

ACV de type hybride/multi-échelle (pour réduire l'incertitude)

La plupart des ACV appliquées aux systèmes biotechniques complexes ont pour objectif de comparer des procédés en prenant l'unité fonctionnelle (UF) pour référence. Ces

ACV dites *process* sont basées sur une description analytique du procédé. Cependant, dès que l'on travaille sur un champ plus large (celui du territoire ou celui de l'usine), l'approche analytique n'est plus possible du fait de la complexité de l'objet étudié. Les approches *input/output* [1] basées sur l'exploitation des données liées à des transactions économiques intersectorielles ont été proposées comme alternative pour cette échelle [2], mais elles se heurtent à un certain nombre de problèmes [3 ; 4]. Un autre type d'approche combinant les avantages des deux premières est donc né, les ACV hybrides [3]. Les données agrégées de l'approche *input/output* y sont remplacées, pour les flux les plus importants, par des données générées *via* des approches *process*.

C'est dans cet esprit d'ACV hybride que se situent plusieurs thèses, en cours à ELSA, qui cherchent à réaliser les ACV de fonctions attachées à des territoires et à leurs équipements. La difficulté méthodologique de ces thèses est qu'aux échelles concernées (qui vont de l'intercommunalité à la région administrative), les tableaux *input/output* ne sont pas disponibles. En fonction des systèmes étudiés, les stratégies de modélisation sont différentes. Ainsi, pour évaluer les activités dans une intercommunalité donnée, la démarche consiste à développer les approches *process* sur les activités liées aux impacts les plus sensibles pour les porteurs d'enjeux, les autres activités étant évaluées à partir de bases de données généralistes (thèse d'E. Loiseau [5]). En revanche, pour comparer des scénarios de mise en œuvre de systèmes de production/distribution d'eau sur de grands territoires, on a choisi de réaliser des ACV à faible résolution sur l'ensemble des activités du territoire et des ACV *process* sur les procédés, qui varient dans les scénarios étudiés (thèse de P. Loubet [6]). Enfin, pour l'analyse de systèmes irrigués, la démarche d'agrégation/désagrégation des données se base sur une modélisation systémique du système agricole (thèse de L. Pradeleix [7]). Dans ce dernier cas, la modélisation fait également appel à la typologie : les différentes exploitations agricoles du territoire sont regroupées en grands archétypes ayant des logiques et des activités similaires. Pour chaque archétype, quelques exploitations sont enquêtées afin de générer les inventaires. Cette méthode est particulièrement adaptée aux cas où de grands territoires doivent être étudiés, dans un contexte de rareté des données.

Des modèles dynamiques

Généralement, l'inventaire des flux est réalisé de manière statique sur la base d'un instantané de la situation du moment. Mais dès que l'on cherche à étudier des espaces en évolution (par exemple, un espace en mutation, comme une zone à réhabiliter ou un territoire en cours d'aménagement), un système fortement influencé par des facteurs externes (par exemple, des facteurs humains, dans une filière de gestion de déchets, ou des facteurs climatiques, dans un procédé agricole) ou un système dynamique, une telle stratégie atteint ses limites. Une méthodologie permettant de construire un modèle représentant cette évolution est donc nécessaire.

Une première approche consiste à construire un modèle dynamique qui rendra compte des fluctuations temporelles. A ELSA, la modélisation dynamique est l'approche choisie par le groupe Inra-LBE dans le projet Symbiose, qui concerne la production d'énergie à base de biomasse algale, tout en recyclant le CO₂ dégagé et les eaux usées [8].

Cependant, dans le cas des territoires, le modèle physique ne suffit pas : il doit être complété par des approches en sciences sociales pour comprendre l'influence des facteurs humains sur les interactions physiques, comme dans le cas de la thèse de J. Cerceau à ELSA, groupe EMA. C'est le domaine de l'écologie industrielle (EI) et territoriale, qui est porté, à ELSA, par l'EMA. L'EMA utilise l'EI pour réaliser le diagnostic des flux de matières et d'énergie, des jeux d'acteurs, des compétences et savoir-faire, et construire le modèle dynamique d'échanges de flux qui sera soumis à une ACV. L'EI est aussi utile pour optimiser le modèle en identifiant les synergies possibles entre des entreprises existantes [9] ou, *via* des activités d'intelligence territoriale, en proposant l'implantation de nouvelles activités complémentaires de celles des entreprises existantes [10].

Incertitude

L'incertitude est inhérente au cadre conceptuel de l'ACV.

En effet, d'une part, la phase d'inventaire ne prétend pas collecter les émissions réelles du cycle de vie d'un produit donné, mais fournir une estimation moyenne pour chaque procédé unitaire ; de fait, l'inventaire de chaque procédé unitaire est basé sur un échantillon supposé représentatif d'un archétype.

D'autre part, la phase d'évaluation de l'impact se base sur des macro-modèles décrivant le devenir et l'effet de molécules émises dans l'environnement et identifiées sur des échelles continentale ou mondiale.

Les émissions et les impacts associés devraient donc être considérés comme des valeurs incertaines et la comparaison de différents scénarios devrait tenir compte de ces incertitudes. Au-delà de l'optimisation de la qualité des données collectées (voir infra le chapitre « Raffinement des inventaires »), la question des incertitudes en ACV appelle des recherches sur la représentation des incertitudes et leur propagation.

Les méthodes de propagation des incertitudes utilisées jusqu'à présent en ACV reposent sur une vision probabiliste (simulation de Monte-Carlo et propagation analytique) et, de fait, elles ne distinguent généralement pas entre les différentes composantes de l'incertitude que sont la variabilité du phénomène et l'imprécision ou la fiabilité d'une information. Pour pallier cela, ELSA, *via* l'Inra-LBE, met en œuvre les distributions de possibilités (qui correspondent au formalisme flou) pour décrire explicitement la variabilité et la fiabilité d'une valeur. Cette méthode limite l'explosion de l'incertitude (voir la figure 1, pour l'impact *Réchauffement Climatique* pour la production de 1 mégajoule de diester de colza, la comparaison entre l'incertitude calculée par distribution de possibilités et l'incertitude calculée par simple propagation des bornes inférieures et supérieures) ; elle

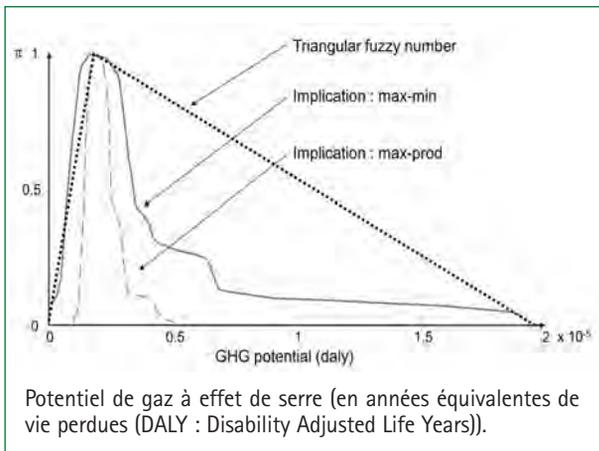


Figure 1 : Distribution de possibilités de l'impact Réchauffement climatique de la production de 1 mégajoule d'énergie par combustion de méthylester de colza.

aboutit à une incertitude totale comparable à celle obtenue par la simulation Monte-Carlo.

Pour générer les nombres flous nécessaires à cette approche, une méthode utilisant les *Data Quality Index* (DQI) (3), des bases de données internationales (Ecoinvent, ILCD), a été élaborée, qui permet d'exploiter l'ensemble des bases de données de référence pour alimenter cette méthode de calcul d'incertitude.

Développement de chaînes de causalité liées à des impacts environnementaux spécifiques

En dépit des avancées accomplies ces dernières années en ce qui concerne de nouvelles catégories d'impacts spécifiques [11 ; 12], certains impacts sont encore non ou mal représentés en ACV environnementale. Les chercheurs d'ELSA travaillent sur ces problématiques ainsi que sur la spatialisation des impacts [12 ; 13], qui permettrait de pas-

ser d'un impact potentiel à un impact probable, ce qui est indispensable pour faciliter l'aide à la décision dans le cas d'impacts locaux (eutrophisation, écotoxicité).

Réviser la phase d'inventaire pour les pesticides

Actuellement, l'inventaire du cycle de vie (ICV) ne prend pas en compte les nombreux phénomènes qui se produisent sur une parcelle et qui sont responsables de la répartition d'une pollution dans les différents compartiments de l'environnement : l'eau, l'air et le sol (voir la figure 2 pour les pesticides). Or, cette répartition est essentielle pour fournir des entrées correctes à la phase suivante de calcul des impacts (ACVI), qui appelle des modèles à l'échelle continentale [16]. Le groupe Irstea-ITAP D'ELSA travaille sur la modélisation de la répartition à l'échelle de la parcelle à partir des travaux de l'équipe Pulvérisation agricole d'Irstea (voir par exemple [14]) et de l'université de Radboud Nijmegen (Pays-Bas), ainsi que sur l'articulation ICV/ACVI.

Des impacts spécifiques nouveaux : sea-use, substances émergentes...

De nouveaux impacts spécifiques doivent être créés soit du fait d'usages nouveaux de ressources existantes (comme la mer), soit de l'émergence de nouveaux polluants (comme les micropolluants).

A ELSA groupe Supagro, Langlois et al. [15] se basent sur le cadre de l'impact *land-use* et des indices, tels que le NPP (*Net Production Potential*) (*net carbon uptake of the ecosystem*) et le FI (*Fishing Intensity Index*), pour élaborer un impact *mid-point "sea-use"* qui permettrait d'évaluer des activités marines, telles que les constructions *off-shore*, la marine, l'aquaculture et la pêche.

En ce qui concerne les micropolluants, le pôle ELSA (groupe Irstea-ITAP) a engagé des travaux pour mieux caractériser la toxicité de ces substances émergentes, dans

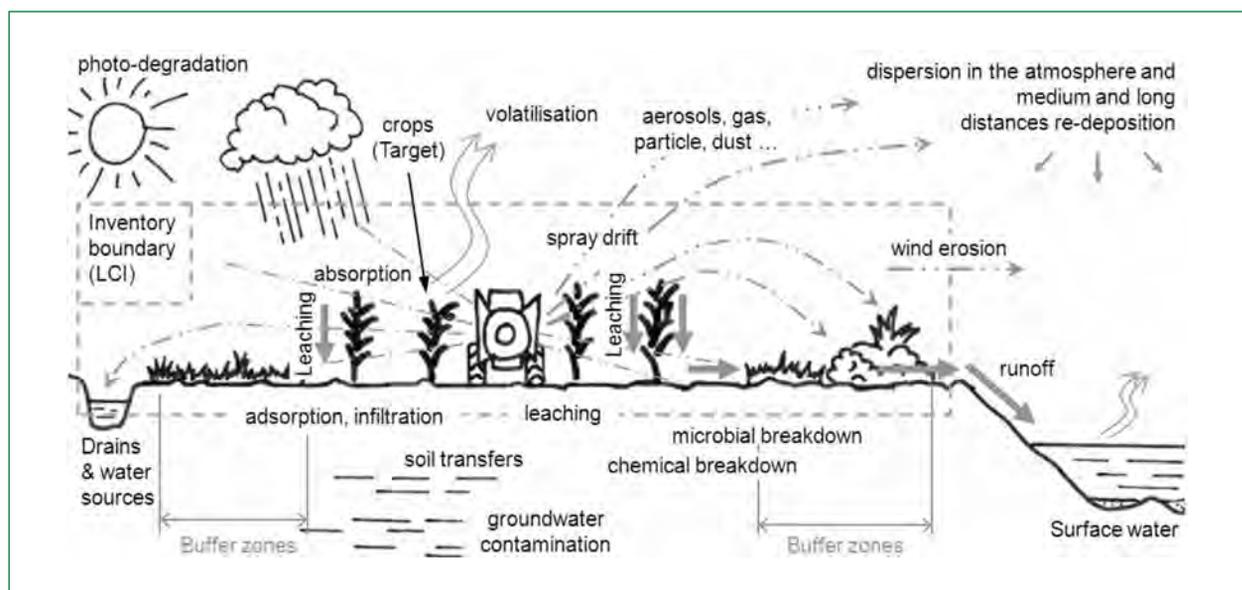


Figure 2 : Les transferts des pesticides dans l'air, le sol et l'eau (source : Irstea).

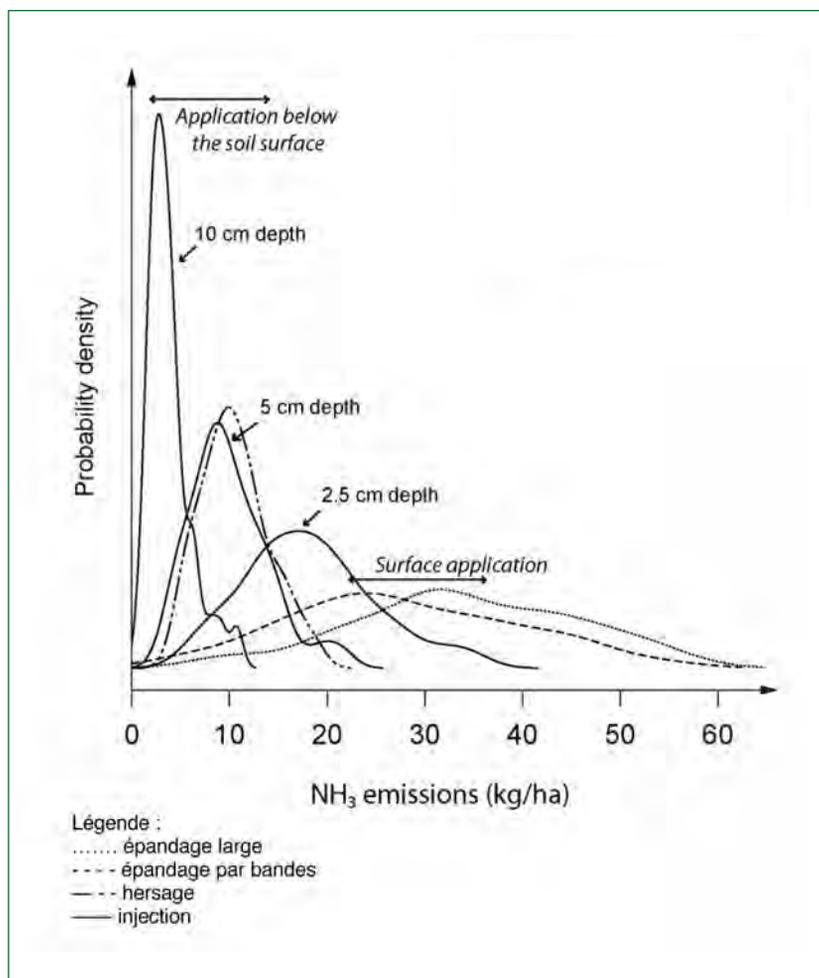


Figure 3 : Distribution de probabilités d'émission de gaz ammoniac en fonction de la technologie utilisée pour l'épandage d'engrais azotés.

le cadre de la méthode USEtox retenue par l'UNEP-SETAC [16], et il pourra ainsi prochainement évaluer les performances environnementales de traitements tertiaires des eaux usées ayant un effet sur ces substances. Il reste aussi un champ considérable (et quasi vierge) de recherches sur les effets combinés des substances (effets « cocktail ») et la résilience des milieux récepteurs.

Le raffinement des inventaires

La disponibilité des données est souvent le facteur limitant pour la réalisation d'ACV de produits agricoles, car les systèmes de production agricole sont très diversifiés et sensibles aux conditions pédoclimatiques. Les interactions entre milieux, processus biogéochimiques et pratiques agricoles entraînent des émissions très variables dans l'espace et le temps. Les inventaires d'émissions au champ sont, par défaut, essentiellement basés sur des modèles statistiques [17] ou sur des modèles opérationnels simplifiés (par exemple, SALCA - *Swiss Agricultural Life Cycle Assessment*). Pour les cultures tropicales, à la fois plus diversifiées que celles des zones tempérées et d'autant moins bien caractérisées, ces difficultés sont exacerbées : les données primaires manquent dans tous les domaines, aussi bien pour les systèmes de culture que pour les processus industriels amont ou aval ; le développement de modèles agro-éco-systémiques spécifiques pour les tropiques est moins avancé ; enfin, les

modèles statistiques de l'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) utilisés en ACV sont, pour l'essentiel, basés sur des données issues de zones tempérées, si bien que leur validité en contexte tropical n'est pas assurée.

Les approches mises en œuvre par ELSA pour pallier ces écueils sont décrites ci-dessous.

Des modèles pour générer des données

Une première solution consiste à recourir à la simulation *via* des modèles mécanistes d'agro-écosystèmes pour mieux appréhender quelles sont les émissions significatives et comment se structure leur variabilité par rapport aux différents archétypes de cultures. Outre la génération de données d'inventaire, cette méthode permet d'offrir une meilleure compréhension des systèmes de production *via* la description de scénarios contrastés et l'identification des limites des systèmes étudiés. Cette stratégie a été mise en œuvre, à ELSA, par B. Langevin (Irstea-ITAP), qui, dans sa thèse sur l'étude de la fonction d'épandage [18], a élaboré un modèle dans lequel il est possible d'implémenter différents scénarios pédoclimatiques et technologiques (par exemple, en fonction du poids de l'épandeur, du type d'épandage...) pour analyser la variabilité des émissions de NH_3 , de NO_3 et de N_2O . Des variations comparables à celles rapportées dans la bibliographie ont été obtenues et les sources de variabilité ont été identifiées (voir la figure 3).

Collecter des données expérimentales

Une autre voie pour mieux appréhender la diversité des systèmes de cultures est de collecter des données de terrain pour enrichir les bases de données existantes et améliorer les modèles d'émissions [19], notamment en milieu tropical [20 ; 21]. L'Inra et le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad) se sont récemment engagés dans cette voie de la génération de données ACV qualifiées à partir de leurs recherches en agronomie, complétant ainsi d'autres travaux, plus spécifiques, du Cirad sur les cultures pérennes, les systèmes agro-forestiers ou les systèmes agricoles innovants [22]. Citons aussi la participation D'ELSA (groupe Cirad) au projet Agri-Balyse [23] (financé par l'Ademe), qui vise à développer une base d'inventaire française en matière d'ACV dans l'objectif de l'affichage environnemental des produits alimentaires de grande consommation.

Usage de TICs et des données de traçabilité pour générer des inventaires

Une autre stratégie, également proposée par ELSA [24], est de faire bénéficier l'ACV du recueil de données effectué dans le cadre de la traçabilité des productions agricoles et alimentaires, que celle-ci soit obligatoire (« paquet hygiène ») [25] ou volontaire (cahiers des charges d'acheteurs, labels, subventions PAC). La traçabilité est un gisement de données primaires extraordinaire qu'il s'agit ensuite de transformer en données d'inventaires en utilisant les modèles IPCC ou des modèles biophysiques d'émissions. Cette approche a été évaluée plus spécifiquement dans le cadre de la viticulture [26] : les deux tiers des données opérationnelles (les plus difficiles à collecter) nécessaires à la génération d'un inventaire sont déjà acquises *via* la traçabilité. Le développement des TICs (en particulier des smart-phones : + 150 % en agriculture entre 2009 et 2010, selon [27]) facilitera la saisie d'informations et la possibilité de générer des inventaires pour des conditions pédoclimatiques variées, pour un effort marginal restreint.

Le lien avec les sciences humaines et sociales (SHS)

Des passerelles existent entre les ACV environnementale et les sciences humaines et sociales (SHS). Nous en citons deux.

ACV environnementale et décision

Tout d'abord, une convergence entre les sphères sociale et environnementale en matière d'ACV est rencontrée, en ACV environnementale, lorsque les objets étudiés concernent des groupes sociaux (en opposition avec l'ACV orientée produits, dont les résultats s'adressent à des spécialistes de l'éco-conception). Au début de la procédure,

les SHS sont nécessaires pour mieux définir le contour de l'étude et l'UF. Si les UF simples que l'on rencontre en production (produire un mégajoule d'énergie, une tonne de riz, potabiliser un mètre-cube d'eau...) pouvaient se définir sans cette précaution, il n'en est pas de même dès lors que les systèmes étudiés sont multifonctionnels (comme des territoires, des zones d'activité ou, plus généralement, des systèmes multi-acteurs), et cela soulève de nouvelles questions de recherche. La démarche proposée par ELSA est de définir, avec les porteurs d'enjeux, un vecteur d'UF multiple, dont les valeurs seront renseignées par le modèle du système ou par les spécialistes qui génèrent les scénarios à modéliser. De même, à la fin de l'ACV, les résultats qui se présentent sous la forme de vecteurs d'impacts *mid-point* ou *end-point* ne peuvent pas être présentés au public sans certaines précautions. Les recherches en SHS sont alors convoquées pour étudier – et faire réussir – l'appropriation sociale de ces résultats par les acteurs, par exemple, *via* des débats publics [28 ; 29].

Vers les ACV sociales

Enfin, les méthodologies d'ACV environnementale doivent guider le développement de méthodes d'évaluation équivalentes, cette fois-ci dans la sphère sociale. Face au succès des ACV environnementales, les décideurs ont appelé de leurs vœux une méthode pour évaluer les impacts sociaux du fonctionnement des chaînes de produits et services [30]. Devant cet engouement et face aux enjeux financiers en cause, des outils (voir par exemple [31]) ont été élaborés dans l'urgence, en s'inspirant des travaux sur la responsabilité sociale de l'entreprise (RSE), pour décrire la « performance sociale » d'une chaîne de valeur à l'aide d'un ensemble d'indicateurs d'état. Mais ces tentatives présentent deux grandes failles : 1) elles ne permettent pas la prévision et 2) les rapports entre les indicateurs (statiques) et les impacts sociaux sont inconnus. Pour résumer, cette approche ne permet pas de voir qu'un scénario B va causer des transferts d'impacts sociaux par rapport au scénario A de production d'un même bien, ce qui est absolument contraire à l'esprit ACV. Tandis que les outils soi-disant estampillés « ACV sociale » se multipliaient, des chercheurs (voir par exemple [32 ; 34]) ont initié une approche radicalement différente, celle des *pathways* ou *chaînes de causalité*, ces relations scientifiques entre certaines variables liées aux conditions de production d'un bien (par exemple, la valeur ajoutée locale produite chaque année) et le niveau d'un impact social (variation des niveaux de santé, de mortalité infantile, de pouvoir de négociation, etc.). Les travaux français du groupe ACV sociale de Montpellier (ELSA et UMI) s'inscrivent dans cette lignée en suivant deux directions : a) la description et la délimitation des systèmes de produits générateurs d'impacts sociaux, à l'instar de [35], et b) la création de *pathways* par l'adaptation aux besoins de la méthode ACV de relations établies dans la littérature scientifique (en économie, en épidémiologie, en psychologie du travail, etc.).

Conclusion

Les différentes voies de recherche décrites plus haut, explorées par le pôle de recherche ELSA (www.ELSA-lca.org/), sont en concordance avec les questions de recherche traitées au niveau international. Ce pôle, aujourd'hui fort de plus de 25 personnes, auxquelles s'ajoutent des chercheurs associés, a été construit sur le modèle du Centre interuniversitaire de recherche canadien sur le cycle de vie des produits, procédés et services (Ciraig), c'est-à-dire en associant chercheurs, enseignants-chercheurs et ingénieurs de différents organismes de recherche et d'enseignement supérieur : IRSTEA (Institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement), l'Inra, Montpellier Supagro, l'École des Mines d'Alès (Ema) et le Cirad (ex-Cemagref). Les champs d'étude couvrent la production agricole, la biomasse alimentaire, la chimie verte, la production et l'utilisation de biomasses à vocation énergétique, la gestion de l'eau et des déchets, l'aménagement des territoires, les filières agroalimentaires, etc.

Le réseau ELSA s'est étendu au niveau national (chercheurs Inra et Cemagref, alliance pour l'environnement Allenvi) et à l'international (via le projet Feder Ecotech-Sudoe (Réseau international en ACV et écologie industrielle pour des écotecnologies innovantes, voir le site : www.ecotech-sudoe.fr/). Du fait du caractère très pluridisciplinaire des recherches en ACV, un fonctionnement en réseau s'avère indispensable ; nous invitons donc tous les chercheurs concernés par les thématiques que nous avons évoquées ici à rejoindre le réseau ELSA.

Notes

* Irstea - UMR ITAP, Montpellier Supagro - 2 place Viala - 34000 Montpellier.

** Cirad - Persyst - Boulevard de la Lironde - 34398 Montpellier Cedex 5.

*** EMA, LGEI - 6, Avenue de Clavières - 30319 Alès Cedex.

*** Inra - LBE - avenue des Étangs - 11100 Narbonne.

(1) Pôle ELSA, Environmental Life Cycle and Sustainability Assessment.

(2) Remerciements : les auteurs remercient les autres membres du pôle ELSA pour leurs conseils, ainsi que la Région Languedoc-Roussillon et le programme FEDER Interreg IV (projet Ecotech-Sudoe) pour leur soutien financier.

(3) Valeur décrivant l'adéquation du jeu de données au prototype décrit, ainsi que sa qualité.

Bibliographie

- [1] SUH (S.) & NAKAMURA (S.), "Five years in the area of input-output and hybrid LCA", *International Journal of Life Cycle Assessment*, 12 (6), pp. 351-352, 2007.
- [2] FINNVEDEN (G.), HAUSCHILD (M. Z.), EKVALL (T.), GUINÉE (J.), HEIJUNGS (R.), HELLWEG (S.), KOEHLER (A.), PENNINGTON (D.) & SUH (S.), "Recent developments in Life Cycle Assessment", *Journal of Environmental Management*, 91 (1), pp. 1-21, 2009.
- [3] SUH (S.), LENZEN (M.), TRELOAR (G. J.), HONDO (H.), HORVATH (A.), HUPPES (G.), JOLLIET (O.), KLANN (U.), KREWITT (W.), MORIGUCHI (Y.),

MUNKSGAARD (J.) & NORRIS (G.), "System Boundary Selection in Life-Cycle Inventories Using Hybrid Approaches", *Environmental Science and Technology*, 38 (3), pp. 657-664, 2004.

[4] HEINONEN (J.), KYRÖ (R.) & JUNNILA (S.), "Dense downtown living more carbon intense due to higher consumption: A case study of Helsinki", *Environmental Research Letters* 2011, 6 (3), 2011.

[5] LOISEAU (E.), BELLON-MAUREL (V.), ROUX (J.) & JUNQUA (G.), "Is there a tool to perform an environmental assessment of a territory? Poster presentation", in *Ecotech&Tools - Environmental and Integrated Assessment of Complex Systems- Biosystems, Water, Land management*, 30 novembre-2 décembre 2011, Montpellier, France, 2011.

[6] LOUBET (P.) & BAYART (J. B.), "Measuring the Water Impact Index of a drinking water service. Poster presentation", in *Ecotech&Tools - Environmental and Integrated Assessment of Complex Systems- Biosystems, Water, Land management*, 30 novembre - 2 décembre 2011, Montpellier, France, 2011.

[7] PRADELEIX (L.), "How to conduct the Life Cycle Assessment of a whole irrigated territory? Is the current LCA methodology able to account for the environmental impacts generated at the territorial scale of complex agricultural systems? Flash Presentation", in *Ecotech&Tools - Environmental and Integrated Assessment of Complex Systems- Biosystems, Water, Land management*, 30 novembre - 2 décembre 2011, Montpellier, France, 2011.

[8] COLLET (P.), HÉLIAS (A.), LARDON (L.) & STEYER (J. P.), *Time and life-cycle assessment: how to take time into account in the inventory step?*, Towards Life Cycle Sustainability Management, Berlin, GE, 2011, Finkbeiner, M. Eds. Springer, pp. 119-130, 2001.

[9] CERCEAU (J.), JUNQUA (G.), GONZALEZ (C.), LOPEZ-FERBER (M.) & MAT (N.), *Industrial ecology and the building of territorial knowledge: DEPART, a French Research Action Program Implemented in Harbor Territories*, 13-15 January 2012, oral communication in Asia Pacific Business Innovation & Technology Management International Conference, Pattaya, Thailand, 2012.

[10] JUNQUA (G.) & MOINE (H.), « Utilisation de l'écologie industrielle et de l'intelligence économique territoriale pour le développement durable d'une zone industrialo-portuaire », *Déchets Sciences et Techniques*, 46, pp. 19-23, 2007.

[11] NUÑEZ (M.), CIVIT (B.), MUÑOZ (P.), ARENA (A. P.), RIERADEVALL (J.) & ANTÓN (A.), "Assessing potential desertification environmental impact in life cycle assessment: Part 1: Methodological aspects", *International Journal of Life Cycle Assessment*, 2010, 15 (1), pp. 67-78, 2010.

[12] PFISTER (S.), KOEHLER (A.) & HELLWEG (S.), "Assessing the environmental impacts of freshwater consumption", in *LCA. Environmental Science and Technology*, 43 (11), pp. 4098-4104, 2009.

[13] POTTING (J.) & HAUSCHILD (M. Z.), "Spatial Differentiation in Life Cycle Impact Assessment: A decade of method development to increase the environmental realism of LCA", *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 11, pp. 11-13, 2006.

[14] GIL (Y.), SINFORT (C.), BRUNET (Y.), POLVECHE (V.) & BONICELLI (B.), "Atmospheric loss of pesticides above an artificial vineyard during air-assisted spraying", *Atmospheric Environment*, 41 (14), pp. 2945-2957, 2007.

[15] LANGLOIS (J.), HÉLIAS (A.), DELGENES (J.-P.) & STEYER (J.-P.), *Review on land use considerations in life cycle assessment: methodological perspectives for marine ecosystems*, Towards Life Cycle Sustainability Management, FINKBEINER (M.), Eds. Springer, pp. 85-96, 2011.

[16] ROSENBAUM (R. K.), BACHMANN (T. M.), GOLD (L. S.), HUIJBREGTS (M. A.J.), JOLLIET (O.), JURASKE (R.), KOEHLER (A.), LARSEN (H. F.), MACLEOD (M.), MARGNI (M.), MCKONE (T. E.), PAYET (J.), SCHUHMACHER (M.), VAN de MEENT (D.) & HAUSCHILD (M. Z.),

- "USEtox- the UNEP-SETAC toxicity model: Recommended characterisation factors for human toxicity and freshwater ecotoxicity in life cycle impact assessment", *International Journal of Life Cycle Assessment*, 13, pp. 532-546, 2008.
- [17] IPCC *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, National Greenhouse Gas Inventories Programme, IGES, Japan, 2006.
- [18] LANGEVIN (B.), LARDON (L.) & BASSET-MENS (C.), *The use of models to account for the variability to agricultural data*, Towards life cycle sustainability management, Berlin, GE, pp. 301-308, 2001.
- [19] BESSOU (C.), *Greenhouse gas emissions of biofuels, Improving Life Cycle Assessments by taking into account local production factors*, AgroParisTech, Paris, France, 2009.
- [20] BASSET-MENS (C.), BENOIST (A.), BESSOU (C.), TRAN (T.), PERRET (S.), VAYSSIERES (J.) & WASSENAAR (T.), *Is LCA-based eco-labelling reasonable? The issue of tropical food products*, 7th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector, 22nd to 24th september 2010, Bari, Italy, pp. 461-466, 2010.
- [21] HEITZ (H.), *Evaluation environnementale de fruits d'importation par l'Analyse du Cycle de Vie : le cas des petits agrumes produits au Maroc et consommés en France*, Mémoire d'ingénieur, AgroParisTech, Paris, France, 2010.
- [22] BASSET-MENS (C.), VANNIÈRE (H.), HEITZ (H.), MALÉZIEUX (E.) & JANNOVER (M.), *Life cycle assessment (LCA) as a tool to design eco-friendly horticultural systems : the case of citrus from Morocco*, Proceedings of Agro 2010 : the XIth ESA Congress, august 29th - septembre 3rd, Montpellier, France, pp. 837-838, 2010.
- [23] VAN DER WERF (H. M. G.), GAILLARD (G.), BIARD (Y.), KOCH (P.), BASSET-MENS (C.), GAC (A.), LELLAHI (A.) & DELTOUR (L.), *Creation of a public LCA database of French agricultural raw products*, AgriBALYSE 7th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector, september 22-24, Bari, Italy, pp. 439-442, 2010.
- [24] BELLON-MAUREL (V.), ROUX (P.), TISSEYRE (B.) & SHORT (M.), *Streamlining life cycle inventory data generation in agriculture using traceability data and information and communication technologies - Part I: General concepts*, IRSTEA: Antony, France, 19 p., 2011.
- [25] EC.178/2002, Regulation of the European Parliament and of the Council laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety, OJ L 31/1, 1^{er} février 2002, 24 p.
- [26] BELLON MAUREL (V.), OJEDA (H.), SHORT (M.), PETERS (G.) & ROUX (P.), *Streamlining life cycle inventory data generation in agriculture using traceability data and information and communication technologies - Part II: Application to viticulture*, IRSTEA, Antony, France, 2011, 19 p.
- [27] GENTILLEAU (C.), *Agrinautes, êtes-vous innovateurs ? Enquête 2010 - [Agrinautes, are you innovators? 2010 enquiry.]* <http://www.slideshare.net/GENTILLEAU/enquete-agrinautes-2010-ticagri-iddem> 2011.
- [28] McDOUGALL (F. R.), WHITE (P. R.), FRANKE (M.) & HINDLE (P.), I. I. Publisher, Edition, Hardback, F., 2001, P. d. M., *Integrated Waste Management*; John Wiley and Sons Ltd Blackwell Science Ltd: Oxford, UK, 2001.
- [29] BJÖRKLUND (A.), "Life cycle assessment as an analytical tool in strategic environmental assessment. Lessons learned from a case study on municipal energy planning in Sweden", *Environmental Impact Assessment Review*, 32, (1), pp. 82-87, 2011.
- [30] HEISKANEN (E.), "The institutional logic of life cycle thinking", *Journal of Cleaner Production*, (10), pp. 427-437, 2002.
- [31] UNEP/SETAC *Guidelines for social LCA of products*, BENÔT & MAZIEN (eds), UNEP/SETAC Life Cycle Initiative, Paris, France, 2009.
- [32] HUTCHINS (M. J.) & SUTHERLAND (J. W.), "An exploration of measures of social sustainability and their application to supply chain decisions", *Journal of Cleaner Production*, 16, (15), pp. 1688-1698, 2008.
- [33] JORGENSEN (A.), LAI (L. C. H.) & HAUSCHILD (M. Z.), "Assessing the validity of impact pathways for child labour and well-being in social life cycle assessment", *International Journal of Life Cycle Assessment*, 15, pp. 5-16, 2010.
- [34] WEIDEMA (B.), "The Integration of Economic and Social Aspects in Life Cycle Impact Assessment", *The International Journal of Life Cycle Assessment, special issue*, 11, (0), pp. 89-96, 2006.
- [35] DREYER (L. C.), HAUSCHILD (M. Z.) & SCHIERBECK (J.), "A framework for social life cycle impact assessment", *International Journal of Life Cycle Assessment*, 11, (2), pp. 88-97, 2006.

Enjeux et écueils de l'affichage environnemental

Par le Docteur Jérôme PAYET*

Une des mesures phares du Grenelle de l'Environnement, l'affichage environnemental, est en passe de modifier profondément le contexte de la communication environnementale des produits de grande consommation.

Il a pour ambition de fournir au consommateur une information relative à la quantification des impacts environnementaux des produits, en couvrant la totalité du cycle de vie desdits produits. Une information qui doit permettre au consommateur d'intégrer les performances environnementales à ses critères de décision dans son acte d'achat.

Au niveau des entreprises les plus exigeantes en termes de performances environnementales, l'affichage environnemental n'est plus vécu comme une contrainte réglementaire, mais devient un avantage concurrentiel sur le long terme.

Introduction

Le Grenelle de l'Environnement prévoyait de rendre l'affichage environnemental obligatoire dès le 1^{er} janvier 2011. Le gouvernement français a finalement opté pour une période transitoire et volontaire jusqu'au mois de décembre 2012 (FRANCE, 2010). Plus de 160 entreprises se sont néanmoins déclarées volontaires pour tester la mise en place de cette réglementation en 2011/2012 et la plupart d'entre elles ont d'ores et déjà affiché les performances environnementales de leurs produits (Ministère de l'Environnement, 2012).

Cet affichage environnemental est en passe de modifier profondément le contexte de la communication environnementale des produits de grande consommation. Les avancées sont édifiantes tant vis-à-vis des entreprises que vis-à-vis des consommateurs. A travers quelques exemples concrets, cet article a pour objectif de souligner les enjeux inhérents à cette démarche et de mettre en avant les réussites et les limites rencontrées dans la mise en place de cette réglementation. L'expérience française permet dès maintenant un retour précieux sur ces efforts, à l'heure où un projet similaire prend corps à l'échelle européenne.

Objectifs de l'affichage environnemental et de l'expérimentation

La loi Grenelle 2, par le biais de l'engagement 217, vise à généraliser l'affichage des informations environnementales sur les produits et sur les services de grande consommation. L'Ademe a reçu pour mission de mettre en place cet affichage environnemental (CROS *et al.*, 2010). Ce projet poursuit quatre objectifs :

- ✓ a) fournir au consommateur une information relative à la quantification des impacts environnementaux des produits, en couvrant la totalité du cycle de vie. Cette information a pour but de permettre au consommateur d'intégrer les performances environnementales à ses critères de décision dans son acte d'achat ;
- ✓ b) permettre des comparaisons tant entre les catégories d'un même produit qu'à l'intérieur d'une même catégorie ;
- ✓ c) permettre de comparer les informations aussi bien entre différents lieux d'achat que dans un même lieu ;
- ✓ d) faire en sorte que la mise en œuvre de cet affichage se réalise pour un coût économiquement acceptable.

L'article 228 de la loi du Grenelle 2 fait état de la phase d'expérimentation en cours. Celle-ci mobilise des entreprises très diverses et concerne des catégories de produits très variées, parmi lesquelles on peut notamment citer les produits alimentaires, les équipements (électriques, électroniques, ameublement, sport ...), les textiles, l'habillement, etc.

Une approche « cycle de vie »

L'affichage environnemental est guidé par quatre exigences déterminantes :

- ✓ a) il doit faire référence à une unité de service rendu (unité fonctionnelle), et non à un produit (ainsi, on calculera l'impact d'un lavage des cheveux avec le shampoing X, et non celui de toute une bouteille du même shampoing) ;
- ✓ b) il porte sur le cycle de vie complet du produit en intégrant les phases de production et d'extraction des matériaux bruts, de réalisation du produit, son usage et sa fin de vie ;

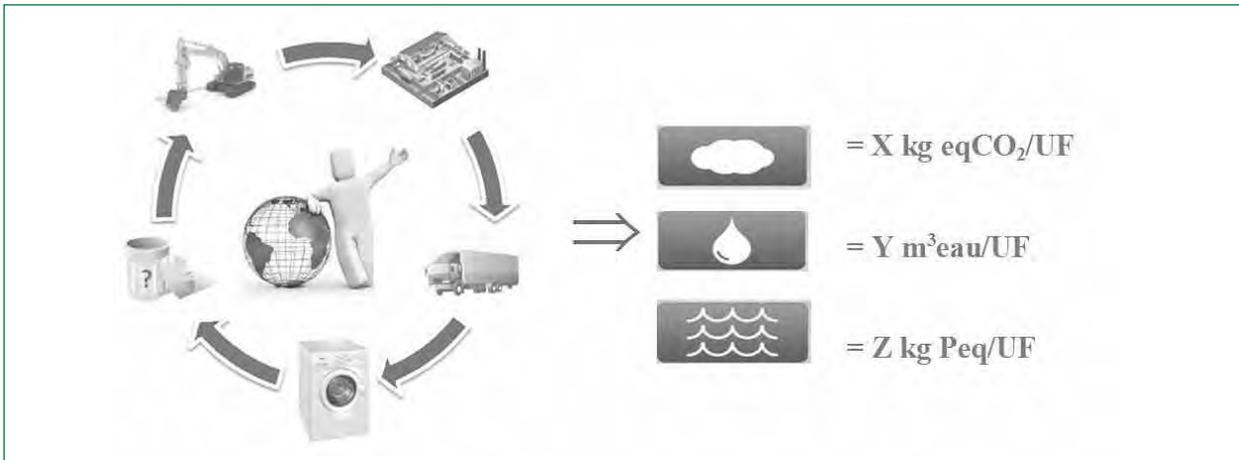


Figure 1 : L'analyse du cycle de vie (ACV) a pour spécificité d'évaluer un service rendu (l'unité fonctionnelle, ou UF) sur la base de l'ensemble de son cycle de vie, dans le cadre d'une approche multicritère. Les unités présentées ci-dessus concernent l'impact sur le changement climatique (exprimé en kg d'équivalent dioxyde de carbone / unité fonctionnelle (UF)), la consommation d'eau (exprimée en mètres cube d'eau / UF) et, enfin, l'impact en matière d'eutrophisation des milieux aquatiques (exprimé en kg d'équivalent phosphore / UF).

- ✓ c) il doit obligatoirement être multicritère et couvrir au minimum trois catégories d'impact environnemental du produit (ou du service) (dont son impact sur le climat) ;
- ✓ d) enfin, il vise à répondre à une problématique « de l'entreprise au consommateur », *BtoC (Business to Consumer)*, et se focalise, par conséquent, sur les produits de grande consommation. Ainsi, il porte sur des produits vendus en France mais qui peuvent avoir été fabriqués (en totalité ou en partie) dans n'importe quel autre pays (voir la figure 1).

Le fait de réduire les impacts environnementaux d'un produit durant sa phase d'utilisation peut parfois conduire à une aggravation de ses impacts lors de sa production ou après sa fin de vie. Ce type de transfert d'impact est clairement mis en évidence par les ACV. De la même manière, l'optimisation d'un critère environnemental peut conduire à un transfert d'impact sur une autre catégorie. Par exemple, la diminution de l'impact climatique peut conduire à augmenter des impacts en matière de consommation ou d'eutrophisation d'eau. De tels transferts sont identifiés et quantifiés dans les ACV. Par ailleurs, l'affichage environnemental indique la somme des impacts environnementaux sur toute la durée du cycle de vie du produit et ce, pour chaque catégorie d'impact. Le consommateur pourra donc être amené à opérer un choix de produit en fonction de ses propres priorités environnementales, quitte à devoir arbitrer par lui-même entre certains transferts d'impacts.

Cadre et gouvernance de l'affichage environnemental

Le projet d'affichage environnemental repose sur trois axes de travail :

- ✓ a) le développement de règles méthodologiques transversales et de règles de calcul sectorielles par la plateforme Ademe-Afnor. Les règles méthodologiques adoptées sont

reportées dans les référentiels méthodologiques publiés par l'Afnor. Chaque groupe de travail sectoriel développe au moins un référentiel général (comme un référentiel « habillement ») et des référentiels plus précis établis par catégorie de produit (par exemple, le référentiel « chemises », dans le respect du BP X30-323 et du référentiel général « habillement »). Ces référentiels sont ensuite soumis en séance à la plateforme, qui assure leur validation ;

- ✓ b) le développement d'une base de données générique, par l'Ademe, avec l'appui d'un comité de gouvernance. La base de données nationale a été initiée en 2011 sous la présidence de l'Ademe afin de collecter/développer les inventaires de cycles de vie qui seront nécessaires pour assurer le calcul de l'empreinte environnementale des produits et services par les producteurs et par les distributeurs de produits. Trois modes d'alimentation de la base en données sont prévus, ce sont : l'achat de données d'inventaire par l'Ademe, la construction de données d'inventaire dans le cadre de projets conventionnés par l'Ademe et, enfin, l'alimentation directe de la base de données par les entreprises ;
- ✓ c) le format d'affichage (qui sera fixé par le ministère de l'Environnement) est en cours de définition, dans le cadre de l'expérimentation. Les niveaux de validation et de contrôle des résultats affichés seront arrêtés au terme de cette expérimentation.

La structure de l'organisation et les responsabilités respectives des différents organes participant à l'affichage environnemental sont rappelés dans la figure 2 de la page suivante.

Au final, les quinze groupes de travail (GT) mis en place dans le cadre de la plateforme Ademe-Afnor ont impliqué près d'un millier d'experts et ont conduit à des avancées méthodologiques substantielles. Ce faisant, ils traitent nombre de sujets de fond, débouchant sur la production de données environnementales susceptibles d'être affichées.

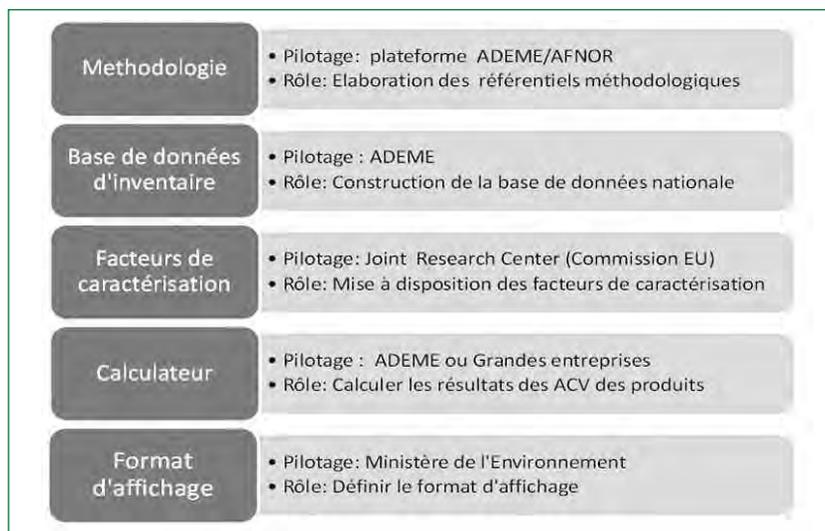


Figure 2 : Le processus de mise en place de l'affichage environnemental suit cinq étapes successives, qui ont chacune leur propre gouvernance. La méthodologie est construite sur la base de référentiels validés par la plateforme Ademe-Afnor. La base de données nationale couvrira toutes les données nécessaires à l'affichage environnemental, pour tous les secteurs d'activité. Les flux élémentaires issus de cette base de données sont multipliés par des facteurs de caractérisation « produits » par le Joint Research Center, pour chacune des catégories d'impact devant être couvertes. Enfin, des calculateurs pourront être utilisés pour relier les données concernant le produit, la base de données nationale et les facteurs de caractérisation du JRC. Un calculateur par référentiel peut être envisagé. Cinq de ces calculateurs seront mis au point par l'Ademe ; de grands groupes ou d'autres acteurs économiques pourront en développer d'autres.

Le cadre méthodologique et normatif de l'affichage environnemental

En France, l'affichage environnemental a été dès le début relié au cadre normatif de l'analyse des cycles de vie (ACV), en particulier aux travaux portés par la Commission européenne sur cette question. Les organisations internationales travaillant sur cette problématique sont l'*International Standard Organisation*, le *Joint Research Center* (de la Commission européenne) et l'*UNEP-SETAC Life Cycle Initiative*.

Les référentiels de l'affichage sont élaborés dans le respect des standards ISO 14040 – 14044 (ISO, 2006, a et b) et de l'*international Life Cycle Data system* (EC, 2011) publié par la Commission européenne. L'*UNEP-SETAC [United Nations Environment Programme-Society of Environmental Toxicology and Chemistry] Life Cycle Initiative* a pour sa part effectué un travail de fond sur certains points délicats de l'ACV. Le développement de l'*UNEP-SETAC Toxicity model* en est la meilleure illustration : il a permis de mettre au point une méthode d'évaluation des impacts des substances toxiques dans les ACV (ROSENBAUM *et al*, 2008). En ce qui concerne la France, l'affichage environnemental fait un effort considérable pour être cohérent avec ce cadre méthodologique et normatif international.

Le GT Méthodologie de la plateforme a produit une norme générale décrivant une approche simplifiée de l'ACV qui permet le calcul de l'empreinte environnementale des produits de grande consommation dans le respect des exigences méthodologiques édictées dans des documents internationaux. Le BP X30-323, qui a résulté de ce travail, a été validé, dans sa version finale, par la plateforme Ademe-

Afnor en juin 2011 (AFNOR, 2011 a). Ce document sert de base à l'élaboration de référentiels sectoriels.

Par-delà la méthodologie, la base de données se réfère au format ILCD (*International Reference Life Cycle Data System*) en ce qui concerne la description des données à collecter, ce qui permet d'assurer la cohérence des données.

Enfin, la communication environnementale pour l'ACV, qualifiée de communication environnementale de type III, se réfère au standard ISO 14025 (ISO, 2006 c). Une ambiguïté réside cependant dans l'objectif de la déclaration environnementale, qui peut être soit déclarative soit comparative, et répondre, de ce fait, à des niveaux d'exigence différents de revues d'expert. La procédure de validation et de contrôle de l'affichage environnemental sera définie après l'expérimentation et après sa validation par la Direction générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes (DGCCRF).

En aval de l'élaboration du cadre méthodologique de l'affichage environnemental, sa mise en œuvre est réalisée par secteur d'activité. Nous allons maintenant nous appuyer sur les exemples de trois secteurs industriels - l'agroalimentaire, le textile et les cosmétiques - pour illustrer la façon dont les entreprises en relevant ont mis en œuvre l'affichage environnemental de leurs produits au 1^{er} juillet 2011.

L'expérimentation de l'affichage environnemental par les industries agroalimentaires

Il s'agit d'un secteur d'activité très organisé, avec une forte représentativité des grands groupes et de la grande distribution. Les travaux concernant l'affichage environnemental

sont à la fois menés à l'échelle européenne (PEACOCK, 2011) et au niveau français. Au sein de la plateforme Ademe-Afnor, l'Association nationale des Industries Agroalimentaires (Ania) préside le groupe de travail. Au sein de ce groupe, les PME sont très peu représentées. Les agriculteurs, les réseaux de distribution locaux et les producteurs de produits biologiques ne sont que faiblement (voire pas du tout) représentés. Il faut donc veiller à ce que ce problème de représentation ne conduise pas à des biais jouant en défaveur des initiatives de distribution locales ou en défaveur des produits biologiques.

L'expérimentation est illustrée, dans le cas du secteur agroalimentaire, par l'entreprise Langlois Traiteur. L'entreprise Langlois a travaillé à l'affichage environnemental de ses produits avec le bureau d'études Cycleco, qui a réalisé l'ACV de ses produits, un bureau de communication a ensuite proposé un format d'affichage. Langlois Traiteur fait partie des entreprises (peu nombreuses) qui ont opté pour un affichage en magasin sur le produit : une étiquette autocollante apposée sur le produit permet d'informer les consommateurs (voir la figure 3).

Langlois Traiteur a mis à disposition du public l'affichage de deux de ses produits, son tartare de saumon et son velouté de tomates au basilic. Il est ainsi possible de comparer les performances environnementales des deux produits : la comparaison porte sur la même quantité pour les deux produits (100 grammes) et l'évaluation est réalisée sur la même base méthodologique par Cycleco (ce dernier point est crucial, dans la mesure où aucun référentiel méthodologique n'a encore été validé par la plateforme Ademe-Afnor). La comparaison permet de constater que la confection du

velouté de tomates consomme une quantité d'eau voisine de celle nécessaire pour produire le tartare de saumon. En revanche, le velouté de tomates émet sept fois moins de gaz à effet de serre et a un impact éco-toxicologique trente fois plus faible. Cet exemple illustre à la fois l'importance déclarative de cet exercice qui porte à la connaissance du consommateur de nouvelles informations d'ordre environnemental, mais également l'intérêt comparatif de cet affichage écologique, qui permet de mettre en perspective différents produits.

L'expérimentation de l'affichage environnemental dans les industries du textile

Le secteur des industries du textile en France a supporté une très forte délocalisation des systèmes de production depuis une vingtaine d'années. Le nombre d'emplois dans ce secteur est passé en deux décennies de 900 000 à environ 100 000 actuellement. C'est donc un secteur avec une forte représentation de PME très spécialisées intervenant chacune sur de petits segments des filières de production. En ce qui concerne les entreprises françaises du textile, celles-ci justifient d'un fort passé historique qui a parfois été terni par l'image d'une industrie très polluante. La réglementation environnementale concernant ces entreprises a été assez exigeante, ce qui a conduit les industriels à réaliser des investissements conséquents dans l'amélioration des processus de production, le traitement de l'eau, la gestion des déchets, etc. Cette réglementation a donc toujours été en défaveur des entreprises nationales (une augmentation des contraintes, sans possibilité d'en retirer un avantage compétitif). L'affichage environnemental leur offre l'opportunité d'inverser cette logique en donnant un avantage compétitif aux entreprises les plus exigeantes en termes de performances environnementales.

Pour illustrer l'affichage environnemental dans le textile, nous avons retenu l'exemple de l'entreprise Promod. Promod a travaillé à l'affichage environnemental de ses produits avec le collectif Altertext et en bénéficiant de l'accompagnement de Cycleco. Plus de 50 ACV ont été réalisées dans le cadre de ce projet d'expérimentation afin d'identifier les facteurs environnementaux clés influant sur les impacts environnementaux. Les résultats obtenus sont consultables sur le site Web des entreprises concernées. Un exemple de résultat, concernant une robe en viscose confectionnée par Promod, est donné par la figure 4 de la page suivante.

L'affichage environnemental retenu par Promod met clairement la priorité sur l'information et l'éducation des client(e)s. Les explications sur le sens des informations environnementales sont disponibles sur le site Web précité, où le détail de chaque catégorie d'impact est proposé, avec des données chiffrées reprenant les résultats des ACV. Le but est de responsabiliser le consommateur sur les enjeux environnementaux en lui donnant une information détaillée sur chacune des catégories d'impact et en établissant une distinction claire entre la phase de production/fin de vie et la phase d'utilisation du vêtement concerné.



Figure 3 : Affichage environnemental proposé par Langlois Traiteur pour ses tartares de saumon. L'unité fonctionnelle qui sert de base à l'évaluation, correspond à 100 grammes du produit vendu. Par unité fonctionnelle, 9 litres d'eau sont consommés par l'ensemble du système de production, 455 grammes de CO₂ sont émis sur le cycle de vie complet du produit et 0,17 unité comparative d'écotoxicité (CTUe) est imputable aux produits toxiques rejetés dans les eaux douces. L'étiquetage est conforme aux prescriptions du ministère de l'Environnement. L'information environnementale communique le détail des valeurs d'impact en ce qui concerne trois indicateurs (dont un concerne le changement climatique), elle est directement accessible pour les consommateurs. Les informations environnementales sont apposées directement sur les produits sous la forme d'une étiquette autocollante.



Figure 4 : Affichage environnemental proposé par l'entreprise d'habillement Promod (accompagnement de l'affichage environnemental par Cycleco). Les valeurs ont été calculées sur la base d'ACV réalisées par Cycleco dans le cadre du projet Affichage Altertext. Les résultats sont destinés aux clients consultant le site Internet. La taille de référence (le 38) a été retenue pour l'affichage environnemental des vêtements pour femmes (et la taille 40, pour les vêtements hommes). Promod a fait le choix de calculer l'impact de la phase d'utilisation du vêtement sur la base de trente lavages.

L'expérimentation de l'affichage environnemental par les industries cosmétiques

Le secteur des produits cosmétiques est intéressant à plusieurs titres, pour ces travaux d'affichage environnemental. Il repose sur deux niveaux clairement distincts, les producteurs d'ingrédients d'une part, qui sont principalement des grands groupes mais qui entretiennent une relation *BtoB* (*Business to Business*) avec les formulateurs, qui, quant à eux, fabriquent le produit final pour le consommateur. Les formulateurs sont eux aussi dans leur majorité des grands groupes, mais une particularité de ce secteur est qu'il a vu l'émergence d'une chimie verte porteuse de nouvelles pratiques et de nouveaux acteurs parmi les PME qui ont réussi à se faire une place dans ce secteur. Ce sont donc des entreprises déjà sensibilisées aux problématiques environnementales (KLASCHKA, 2007) qui vont se positionner grâce à l'affichage environnemental. Cela pourrait au premier abord être perçu comme un avantage, mais l'expérience a montré qu'en arrivant dans un secteur où la problématique environnementale est déjà posée, l'affichage environnemental est plus perçu comme un facteur perturbant que comme un moyen de valoriser des acquis. En effet, en matière de chimie verte, les axes d'amélioration environnementale des cosmétiques verts se rapportent principalement à :

- ✓ a) l'utilisation de produits d'origine végétale (en remplacement de produits de la filière pétrochimique) ;
- ✓ b) la substitution dans les formulations aux anciens ingrédients de nouveaux ingrédients peu toxiques et/ou rapidement dégradables ;
- ✓ et, enfin, c) la réduction de l'impact environnemental des emballages par la réduction de leur poids ou l'utilisation

de polymères biosourcés. L'arrivée de l'affichage environnemental, qui pose la question de nouvelles catégories d'impact et couvre l'ensemble du cycle de vie, tend à remettre en question ces trois axes fondateurs de l'intégration de paramètres environnementaux dans le secteur de la chimie.

L'expérimentation de l'affichage environnemental des produits du secteur Cosmétiques sera présentée à travers l'exemple de la crème lavante de Weleda. L'entreprise Weleda a travaillé à l'affichage environnemental de ses produits avec Cycleco sur la base du référentiel Shampoings (AFNOR, 2011b). Ce travail a commencé par la réalisation de l'ACV de la crème lavante pour bébés au calendula.

Les explications présentant la démarche de l'affichage environnemental par la société Weleda sont accessibles en ligne *via* Internet (WELEDA, 2011 a) (voir la figure 5 de la page suivante).

L'indicateur d'écotoxicité est particulièrement important pour l'affichage environnemental des shampoings (HENDERSON *et al.*, 2011). Il est cependant limité par la complexité du calcul et de l'unité permettant d'exprimer le résultat. Pour faciliter la compréhension de cet indicateur, Weleda a travaillé sur deux axes : d'une part, en sollicitant la rédaction d'un document explicatif présentant la méthode d'évaluation des impacts et, d'autre part, en présentant une échelle de valeurs distinguant 7 niveaux d'impact. La construction de cette échelle de valeurs a été confiée à Cycleco. Cette échelle classe les niveaux d'impact, du plus petit (classe A) au plus impactant (classe G). La valeur maximale possible a été calculée sur la base d'une formule-cadre européenne pour un shampoing, en prenant les cas les plus défavorables (JAN (O.) & LE GUERN (Y.), 2010). Cette échelle est logarithmique, car elle tient compte à la



Figure 5 : Affichage environnemental proposé par l'entreprise de cosmétiques Weleda. Conforme au cahier des charges de l'expérimentation, cet affichage est actuellement accessible sur le site Internet de l'entreprise (Weleda, 2011 b) et un affichage en rayon est aujourd'hui envisagé. Les résultats de l'impact d'une utilisation de la crème lavante indiquent un impact sur le changement climatique de 56 g équivalent CO₂, de 5.4 litres d'eau utilisée et de 0,03 unité comparative d'écotoxicité (CTUe). Les deux premiers indicateurs sont peu discriminants entre des produits analogues. Seule l'écotoxicité a un effet différenciant entre différents shampoings, car elle dépend de leur formulation. La difficulté de l'interprétation de l'unité exprimant l'impact éco-toxicologique par le consommateur a été contournée en mettant en place une échelle de valeurs comportant sept catégories graduées de A à G, à l'instar de ce qui est fait pour les appareils électroménagers.

fois de l'écotoxicité des substances et du niveau de connaissances que l'on a de ces substances. De nombreuses substances sont actuellement non documentées et, plutôt que de leur attribuer un impact 0, le choix a été fait de leur attribuer une valeur d'impact majorée. Dans sa forme actuelle, l'affichage tient compte de deux paramètres, d'une part, le niveau de connaissances concernant les substances et, d'autre part, les performances environnementales des ingrédients.

L'intérêt du public pour l'affichage environnemental est en cours d'évaluation par l'entreprise Weleda. Même s'il est encore trop tôt pour faire une analyse détaillée des retours, Weleda, qui fait figurer son affichage environnemental sur son site Web, indique que la consultation de ce dernier a doublé depuis le 1er juillet 2011 (Emballage Digest, 2011).

Conclusions et perspectives

Le travail important accompli en matière d'affichage environnemental en France souligne bien à quel point ce processus, déjà fortement engagé, est de nature à changer fondamentalement, à l'avenir, les échanges commerciaux, tels que nous les connaissons aujourd'hui. Cependant, l'affichage n'est en lui-même que la partie visible de l'iceberg ; il reste à établir de quelle manière l'affichage sera relié aux efforts d'éco-conception et de management environnemental. En ce qui concerne ce dernier (EC, 2011), ce lien commence à apparaître avec l'expérimentation européenne,

mais il devra être confirmé dans le futur. En ce qui concerne l'éco-conception, par contre, ce lien n'est pas encore établi, mais il pourra permettre aux entreprises concernées de voir dans l'affichage environnemental non pas une contrainte réglementaire, mais un avantage concurrentiel, sur le long terme.

La mise en place de l'affichage environnemental peut modifier de façon importante le jeu des acteurs économiques. Les petites et moyennes entreprises (PME) risquent d'être pénalisées sur deux points : a) la nécessité d'une transparence des données et la responsabilité du distributeur dans l'affichage pourraient les amener à dévoiler leurs secrets de production, ce qui risquerait de les fragiliser et, b) cette nouvelle réglementation pourrait s'avérer assez lourde et coûteuse, si elle n'était pas efficacement intégrée par l'entreprise. A cet égard, les grands groupes sont, quant à eux, favorisés, car ils ont déjà largement optimisé et intégré la gestion des données environnementales, de la même manière qu'ils intègrent les données économiques à leur gestion.

Pour ce qui concerne les consommateurs, l'affichage environnemental va devoir déterminer quel est le meilleur équilibre entre la fiabilité et la simplicité : niveau de détail et de transparence dans la description des systèmes de production, diversité et complexité des indicateurs environnementaux retenus, procédures de contrôle et de validation des données affichées. L'affichage environnemental peut en effet aller d'une simple auto-déclaration, avec ou sans validation par un expert, et reposant sur des indicateurs propres à l'entreprise, jusqu'à un affichage validé par les pouvoirs publics et contrôlable par les consommateurs, qui porte sur un format d'affichage transversal à toutes les entreprises d'un secteur d'activité donné. La procédure de validation et de contrôle de l'affichage environnemental qui sera mise en œuvre conditionnera fortement la crédibilité de cette information aux yeux du consommateur.

Enfin, en termes d'image, il est intéressant de noter que l'affichage environnemental a d'ores et déjà eu des répercussions positives au niveau national. Depuis plus de dix ans, les laboratoires de recherche français n'étaient plus représentés dans les groupes de travail internationaux, ce qui avait conduit à un délitement important de la présence nationale dans les organisations internationales. L'heureuse initiative de l'affichage environnemental lui a permis de rattraper, en seulement deux années, une image de pays pionnier dans le domaine de l'évaluation environnementale des produits et des services. En ouvrant les travaux sur l'évaluation de l'empreinte environnementale des produits et des services à des fins d'affichage, l'expérience française permet de disposer dès maintenant d'un retour précieux sur ces efforts, à l'heure où un projet similaire prend corps à l'échelle européenne (EC, 2010 b). La réglementation portant sur l'empreinte écologique (*environmental footprint*) en Europe est en train de se mettre en place et une expérimentation (sur une année) a été lancée au mois de juillet 2011 (EC, 2011). La publication de ses résultats est attendue pour la fin de cette année 2012. En Amérique du Nord, le grand distributeur WalMart a lancé une initiative similaire en direc-

tion de l'ensemble de ses fournisseurs. Cette initiative a pris de l'ampleur et a permis la création du *Sustainability Consortium*, qui porte actuellement les recherches menées sur cette thématique outre-Atlantique. Ces initiatives des grands acteurs internationaux en matière d'affichage environnemental entraînent dans leur sillage nombre de pays ayant des échanges commerciaux avec l'Europe et les États-Unis.

Note

* Directeur de Cycleco et Enseignant-chercheur à l'École polytechnique de Lausanne (EPFL).

Courriel : jerome.payet@cycleco.eu

Bibliographie

AFNOR (2011 a), BP X 30-323-0 - Principe généraux pour l'affichage environnemental des produits de grande consommation. Partie 0 : Principes généraux et cadre méthodologique, 34 p., juin 2011.

AFNOR (2011 b), BP X 30-323 5 - Principes généraux pour l'affichage environnemental des produits de grande consommation. Partie 5 : Méthodologie d'évaluation des impacts environnementaux des sham-poings, septembre 2011.

CROS (C.), FOURDRIN (E.) & RETHORE (O.), *The french initiative on environmental information of mass market products*, Int J Life Cycle Assess (2010) 15:537-539. DOI 10.1007/s11367-010-0182-5, 2010.

EC (2010 a), *International Reference Life Cycle Data System (ILCD) handbook*, European Commission, Joint Research Centre (JRC), Institute for Environment and Sustainability (IES), Ispra, Italy. <http://lct.jrc.ec.europa.eu/>.

EC (2010 b), *Life cycle thinking and assessment*, European Commission, Joint Research Centre (JRC), Institute for Environment and Sustainability (IES), Ispra, Italy. <http://lct.jrc.ec.europa.eu/>.

EC (2011), Product environmental footprint guide.

Disponible à l'adresse suivante : <http://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/Draft%20Product%20Environmental%20Footprint%20Guide%20for%20invited%20stakeholder%20meeting.pdf>

Emballage Digest (2011), *Le consommateur sensible ou non à l'affichage environnemental*, 6 octobre 2011. <http://www.emballagedigest.fr/blog.php?2011/10/06/13121-le-con-sommateur-sensible-ou-non-a-laffichage-environnemental>

France (2010), loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, 13 juillet 2010, 90 p.

Disponible en ligne : <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000022470434&categorieLien=id>

HENDERSON (A. D.), HAUSCHILD (M.Z.), VAN de MEENT (D.), HUIJBREGTS (M.A.J.), LARSEN (H.F.), MARGNI (M.), MCKONE (T.E.), PAYET (J.), ROSENBAUM (R.K.) & JOLLIET (O.), "USEtox fate and ecotoxicity factors for comparative assessment of toxic emissions", in *Life Cycle Analysis: Sensitivity to key chemical properties*, *International Journal of Life Cycle Assessment*, 2011, vol. 16, n°8, pp. 701-709, DOI: 10.1007/s11367-011-0294-6.

Disponible en ligne :

<http://springerlink3.metapress.com/content/0948-3349/16/8/>

ISO (2002), ISO/TS 14048:2002 - Management environnemental - Analyse du cycle de vie - Format de documentation de données (International Standard Organisation). www.iso.org

ISO (2006 a), ISO 14040:2006 - Management environnemental - Analyse du cycle de vie - Principes et cadre (International Standard Organisation). www.iso.org

ISO (2006 b), ISO 14044:2006 - Management environnemental - Analyse du cycle de vie - Exigences et lignes directrices (International Standard Organisation). www.iso.org

ISO (2006 c), ISO 14025:2006 - Marquages et déclarations environnementaux - Déclarations environnementales de Type III - Principes et modes opératoires (International Standard Organisation). www.iso.org

JAN (O.) & LE GUERN (Y.), *Elaboration d'un plan de développement d'une base de données d'ACV comme support à l'affichage environnemental*, réalisé par Bio Intelligence Service, commandité par l'Ademe, Département éco-conception consommation durable, rapport final, avril 2010, 363 p.

KLASCHKA (U.), *Eco-Labeling of Shampoos, Shower Gels and Foam Baths*, Env Sci & Pollut Res, 14 (1), 2007, pp. 24-29, 2007.

LAVALLEE (S.) & PLOUFFE (S.), *The Ecolabel and Sustainable Development*, Int J LCA 9 (6), pp. 349-354, 2004.

Ministère de l'Environnement, présentation de l'expérimentation de l'affichage environnemental, 2012.

<http://www.gouvernement.fr/gouvernement/experimentation-de-l-affichage-environnemental-230entreprises-se-mobilisent>

PEACOCK (N.), De CAMILLIS (C.), PENNINGTON (D.), AICHINGER (H.), PARENTI (A.), RENNAUD (J.-P.), RAGGI (A.), BRENTROP (F.), SARA (B.), SHENKER (U.), UNGER (N.) & ZIEGLER (F.), *Towards a harmonised framework methodology for the environmental assessment of food and drink products*, february 2011, Int J Life Cycle Assess (2011) 16, pp. 189-197. DOI 10.1007/s11367-011-0250-5, 2011.

ROSENBAUM (R. K.), BACHMANN (T. M.), GOLD (L. S.), HUIJBREGTS (M. A. J.), JOLLIET (O.), JURASKE (R.), KÖHLER (A.), LARSEN (H.F.), MACLEOD (M.), MARGNI (M.), MCKONE (T.E.), PAYET (J.), VAN de MEENT (D.), SCHUHMACHER (M.) & HAUSCHILD (M.Z.), "USEtox - the UNEP-SETAC toxicity model: recommended characterisation factors for human toxicity and freshwater eco-toxicity in life cycle impact assessment", *International Journal of Life Cycle Assessment*, 13(7), pp. 532-546, 2008.

RUMPALA (Y.), "Sustainable consumption" as a new phase in a governmentalization of consumption, *Theor Soc* (2011) 40, pp. 669-699, DOI 10.1007/s11186-011-9153-5, 2011.

WELEDA (2011 a), *L'affichage environnemental*, décembre 2011. <http://www.weleda.fr/fr/l-entreprise/l-environnement/l-affichage-environnemental/index.html>

WELEDA (2011 b), *Crème lavante corps et cheveux Weleda bébé*, décembre 2011. <http://www.weleda.fr/fr/les-produits/cosmetiques/soins-bebes/creme-lavante-corps-et-cheveux/index.html>

Analyse des cycles de vie de différentes voies de valorisation des pneus usagés non réutilisables (PUNR)

Le point de vue du commanditaire : retour d'expérience et valeur ajoutée des travaux

Par Catherine CLAUZADE*, Charlotte HUGREL**, Magali PALLUAU** et Philippe OSSET***

Le principe de responsabilité élargie du producteur (REP) institue la prise en charge financière et/ou opérationnelle de tout ou partie de la gestion des produits en fin de vie par les acteurs économiques responsables de leur mise sur le marché. Principal organisme collectif chargé de mettre en œuvre les obligations incombant aux producteurs de pneus, Aliapur s'attache depuis sa création à favoriser l'émergence d'une économie industrielle créatrice de valeur environnementale, économique et sociétale, une économie structurée autour des multiples potentialités offertes par la valorisation des pneus usagés « non réutilisables » (PUNR). Une préoccupation qui revêt une importance accrue dans un contexte de raréfaction des matières premières.

La filière française de gestion des pneumatiques usagés est née en 2004 de l'application du principe de responsabilité élargie du producteur (REP). Ce principe institue la prise en charge financière et/ou opérationnelle de tout ou partie de la gestion des produits en fin de vie par les acteurs économiques responsables de leur mise sur le marché.

Aliapur, qui est le principal organisme collectif chargé de mettre en œuvre les obligations incombant aux producteurs de pneumatiques, collecte et valorise plus de 75 % du gisement actuel de pneus usagés (soit 300 000 tonnes par an, environ).

Au-delà de la bonne exécution des obligations réglementaires de ses clients, Aliapur s'attache, depuis sa création, à favoriser l'émergence d'une économie industrielle structurée et créatrice de valeur environnementale, économique et sociétale autour des multiples potentialités offertes par les pneus usagés « non réutilisables » (PUNR).

Dans cette perspective, le service R&D d'Aliapur a commandité en 2008 une analyse du cycle de vie des voies de valorisation des PUNR. Cette évaluation visait trois objectifs principaux :

✓ évaluer de manière comparative l'intérêt environnemental global des différentes voies de valorisation étudiées ;

✓ identifier les principaux avantages et/ou impacts environnementaux associés à chacune des voies de valorisation en vue de mieux positionner leur image et de pouvoir communiquer des éléments d'appréciation objectifs à un large public ;

✓ identifier les points d'amélioration de l'ensemble de la gestion des pneumatiques usagés afin d'en optimiser les performances environnementales.

Neuf voies de valorisation (valorisations matière, énergétique et travaux publics – valorisations destructives ou non destructives – valorisations matures ou valorisations émergentes) ont ainsi été étudiées.

Les travaux ont été réalisés par le département Développement durable de PricewaterhouseCoopers en conformité avec les préconisations des normes ISO 14040 (2006) et ISO 14044 (2006). Ils ont fait l'objet d'une revue critique par un large panel composé d'experts internationaux ès-ACV, d'une ONG et de parties prenantes représentant les différentes voies de valorisation des PUNR.

Cet article a pour objectif principal de faire partager le retour d'expérience d'Aliapur par rapport à cette étude. Y seront ainsi successivement abordés :

✓ les travaux préparatoires réalisés avant l'engagement de l'étude ACV en tant que telle ;

- ✓ les différentes facettes du rôle joué par le commanditaire au cours de l'avancée des travaux ;
- ✓ enfin, les enseignements qu'Aliapur a tirés de cette étude.

Les travaux préparatoires et pré-requis à l'engagement d'une ACV

C'est au cours de l'année 2006 qu'Aliapur a pour la première fois envisagé de commanditer une analyse de cycle de vie de différentes voies de valorisation des pneus usagés non réutilisables (PUNR). Dès 2007, Aliapur a ainsi contacté et rencontré plusieurs prestataires potentiels afin d'échanger avec eux de manière plus approfondie sur la méthodologie et sur les informations nécessaires à la mise en œuvre de cette analyse.

Très vite, il est ressorti de ces échanges que la qualité et la robustesse des résultats de l'étude seraient étroitement liées à la disponibilité de données pertinentes et robustes tant en ce qui concerne les données portant sur les activités des différentes étapes de la filière (collecte des pneumatiques auprès des détenteurs, broyage des PUNR, etc.) que les valeurs caractéristiques des gisements de PUNR (pouvoir calorifique, taux de carbone biomasse), ou encore la mise en œuvre de produits à base de PUNR par les recycleurs-valorisateurs ou celle de produits n'en contenant pas par des fabricants de produits traditionnels (voir la photo 1 ci-dessous).

C'est ainsi qu'Aliapur a pris la décision de repousser le lancement de l'étude d'une année afin de terminer un certain nombre de travaux dont les résultats étaient nécessaires à la conduite de l'ACV et de disposer d'un état des lieux stabilisé de l'organisation de la collecte (voir l'encadré 1).

Organiser la disponibilité de données pertinentes et robustes

L'importance de travailler sur une année d'activité stabilisée et représentative de l'organisation de la filière s'est rapidement imposée.

Il s'agissait en effet non seulement d'être en mesure de tenir compte des importants efforts d'optimisation logistique et technique réalisés au sein de la filière depuis sa création, mais aussi d'établir des résultats et des conclusions valides pour les prochaines années d'activité d'Aliapur (voir l'encadré 2).

Aliapur a également fait le choix de privilégier l'utilisation de données issues du terrain établies par ses soins ou par les industriels concernés, par rapport à l'exploitation de sources bibliographiques dont les informations se révèlent parfois éparpillées et trop souvent peu représentatives de la réalité du terrain.

Ainsi, la modélisation des étapes de transport a été réalisée à partir des données d'activités issues du système



Photo 1 : Déchargement de pneumatiques usagés avant réalisation des opérations de tri.

© Aliapur / photo M. Djaoui

Encadré 1**La méthodologie de l'AVC en quelques mots**

Pour chacune des voies de valorisation des PUNR, deux solutions techniques s'offrant à un valorisateur ont été comparées : *une solution traditionnelle et une solution alternative à base de PUNR*. Les PUNR permettent en effet d'assurer de manière alternative un service dont l'offre nécessite habituellement la consommation de ressources traditionnelles.

Un panel d'indicateurs reconnus en matière d'évaluation environnementale a été analysé : émissions de gaz à effet de serre d'origine fossile, consommation d'énergie primaire totale, consommation de ressources non renouvelables, émissions de gaz acidifiants, consommation d'eau, etc.

Pour l'ensemble des voies de valorisation étudiées, les impacts environnementaux ont été calculés pour un même service rendu, à savoir « valoriser une tonne de pneus usagés non réutilisables à partir de leur point de collecte ».

Dans cette perspective, le bilan environnemental de chacune des voies de valorisation des PUNR a été établi à partir d'une évaluation :

- ✓ des impacts directs générés par les étapes nécessaires à la valorisation des pneus (collecte, préparation des PUNR et étape de valorisation proprement dite) ;
- ✓ des impacts évités du fait de la substitution de PUNR à des produits « traditionnels ».

informatisé de traçabilité mis en place par Aliapur (bons de collecte relatifs à une année d'activité stabilisée, soit environ 140 000 bons).

L'évaluation des étapes de broyage et de granulation s'est appuyée sur les données d'activité établies par Aliapur et les données techniques de plusieurs sites de transformation en tenant compte des différentes technologies utilisées à ce jour en France. Les données collectées auprès des industriels ont par exemple porté sur les consommations des procédés (énergies et utilités, consommables, eau), sur les rendements et les coproduits de fabrication (natures, quantités et types de valorisation, ou d'élimination).

Le recours à des données de terrain a permis d'établir avec une bonne précision les impacts environnementaux

des étapes, préalables à la valorisation, placées sous le contrôle ou sous l'influence notable d'Aliapur. Ce travail a également permis d'appréhender l'influence des types de technologie sur leur bilan environnemental et de s'interroger quant aux possibles améliorations de nature à limiter les impacts environnementaux de ces différentes étapes.

Le retour d'expérience des valorisateurs sollicités durant l'étude a permis d'établir des hypothèses réalistes, gages de résultats robustes pour différents paramètres sensibles, tels que :

- ✓ la durée de vie des produits à base de PUNR comparativement aux produits traditionnels substitués (cas des voies de valorisation matière) ;

Encadré 2**Les années 2005-2006-2007 : une montée en puissance de la filière**

Les premières années d'existence de la filière ont été consacrées à sa professionnalisation et notamment à l'optimisation des étapes préalables à la valorisation des pneumatiques usagés : la collecte auprès des détenteurs (des garagistes, le plus souvent), le tri entre les pneus destinés à la réutilisation et les pneus non réutilisables, les étapes de transformation (broyage, granulation) nécessaires à certains modes de valorisation (voir la photo 2 de la page suivante).

Sur le plan logistique, par exemple, les circuits de collecte auprès des détenteurs de pneus usagés ont été optimisés (tournées multi-détenteurs et multi-catégories de pneumatiques), d'importants progrès ont également été réalisés dans l'optimisation du transport aval grâce au regroupement de certaines étapes (site de tri des pneumatiques usagés et site de transformation) et de l'émergence de solutions de valorisation de proximité.

Dès sa création, Aliapur s'est également attachée à diversifier les voies de valorisation des PUNR, qu'il s'agisse de valorisation matière ou de valorisation énergétique. Son service Recherche et Développement a également exploré les diverses propriétés des produits issus de PUNR et établi des valeurs de référence permettant d'appréhender leurs qualités techniques effectives.



© Aliapur / photo M. Djaoui

Photo 2 : Broyage des pneumatiques usagés.

- ✓ les quantités de produits à base de PUNR utilisées comparativement aux quantités de produits traditionnels substitués ;
- ✓ les différences à prendre en compte entre la solution traditionnelle et la solution à base de PUNR lors des étapes de mise en œuvre et de vie.

Les connaissances acquises par Aliapur depuis 2004 sur les propriétés des différents produits issus des PUNR ont également été d'une importance capitale pour la robustesse de l'étude. En effet, la connaissance fine des propriétés des différentes catégories de pneumatiques et du gisement valorisé dans chaque débouché a permis de prendre en compte des valeurs représentatives de la réalité de la filière pour des paramètres influençant sensiblement les résultats, tels que :

- ✓ le pouvoir calorifique des différents types de pneumatiques (pneumatiques équipant les véhicules légers versus pneumatiques destinés aux poids lourds) ;
- ✓ les proportions relatives de pneumatiques « véhicules légers » et de pneumatiques « poids lourds » selon les voies de valorisation ;
- ✓ la composition des pneumatiques, notamment les teneurs en élastomère, en acier et en textile ;
- ✓ la teneur en carbone d'origine biomasse des différents types de pneumatiques, une partie de l'élastomère pouvant provenir du caoutchouc naturel issu de la culture de l'Hévéa 51°. A noter que, dans ce dernier cas, Aliapur a dû élaborer un processus sur mesure permettant

d'évaluer le taux de carbone biomasse des pneus usagés.

L'ACV : un outil complémentaire aux études d'évaluation des risques

De par son approche multicritère et sa prise en compte sur la totalité du cycle de vie d'un produit, l'analyse du cycle de vie permet d'obtenir une évaluation globale consolidée (dans l'espace et dans le temps) des impacts environnementaux potentiels d'un produit :

- ✓ le rejet d'un kilogramme d'une substance contribuant à l'acidification atmosphérique lors de la phase de production d'une matière première entrant dans sa fabrication et le rejet d'un kilogramme de cette même substance lors de la fin de vie du produit, cent ans après sa fabrication, sont considérés de la même façon ;
- ✓ ces mêmes rejets peuvent survenir dans des zones géographiques très différentes (par exemple, l'Asie pour la production de la matière première et l'Europe pour la fin de vie du produit), mais ils sont pris en compte de la même façon.

Si plusieurs problématiques environnementales (telles que les émissions de gaz à effet de serre, l'épuisement des ressources non renouvelables ou encore l'eutrophisation) sont appréhendées grâce à des méthodes d'évaluation des impacts et à des bases de données jugées robustes, d'autres probléma-



© Aliapur / photo M. Djaoui



© Aliapur / photo M. Djaoui

Photos 3 et 4 : Deux usages des granulats : (à gauche) une aire de jeux en granulats résinés et (à droite) des bandages de roues fabriqués avec de la poudrette de pneus.

tiques (telles que la biodiversité, la toxicité ou l'écotoxicité) restent à ce jour peu (ou mal) appréhendées par les outils ACV.

Aussi la méthodologie de l'analyse du cycle de vie doit-elle être considérée comme complémentaire à d'autres approches d'évaluation environnementale ou sanitaire.

C'est la raison pour laquelle Aliapur réalise systématiquement des études évaluant les risques environnementaux et sanitaires (y compris toxiques et écotoxiques) qui pourraient être associés à l'utilisation de pneus usagés entiers, de broyats ou de granulats (voir les photos 2 et 3 ci-dessus) pour la voie de valorisation considérée (utilisation dans les revêtements de sols sportifs, étanchéification de bassins de rétention, etc.).

Ces études permettent d'évaluer ces risques à l'échelle locale d'une application grâce à des dispositifs expérimentaux visant à reproduire les conditions réelles de la mise en œuvre des produits à base de PUNR.

Les différents rôles joués par le commanditaire au cours du déroulement de l'étude

S'intéresser à l'ensemble des étapes du cycle de vie d'un produit nécessite, le plus souvent, au-delà de l'implication des équipes du commanditaire elles-mêmes, de solliciter différents acteurs intervenant tout au long de la chaîne de valeur : fournisseurs, clients, etc.

La bonne conduite d'une étude, tout comme sa robustesse, sont donc le plus souvent étroitement liées à la coopération de ces tierces parties, à leur capacité et à leur motivation pour comprendre les besoins des personnes en charge de l'étude et à répondre à ceux-ci.

Étant donné ce contexte, le rôle du commanditaire est essentiel, que ce soit lors de l'étape de collecte des données ou lors de l'analyse critique de celles-ci.

Faciliter le recueil des données

Dans le cas de l'étude menée pour Aliapur, la modélisation de nombreuses étapes a nécessité la collaboration de transformateurs (des sites de broyage et de granulation) et de valorisateurs qui utilisent les produits issus des PUNR (ainsi que les produits traditionnels).

Le service Recherche et Développement (en charge de la gestion du projet au sein d'Aliapur) a ainsi joué un rôle clé dans l'identification des tierces parties devant être sollicitées. En amont du travail de collecte du prestataire ACV, Aliapur s'est attaché à informer celles-ci et à leur expliquer la démarche entreprise.

Notons que ce travail a été facilité par le mode de fonctionnement de la société, les travaux de Recherche et Développement conduits par Aliapur étant systématiquement fondés sur une approche partenariale conduite au travers de *consortiums* regroupant (notamment) les experts d'Aliapur et des leaders du domaine applicatif visé.

Ce mode de fonctionnement (dont les modalités de collaboration sont encadrées) a également permis de gérer en amont les questions de confidentialité qui constituent un enjeu récurrent dans la réalisation d'ACV.

Enfin, Aliapur a également été attentif à donner la parole aux valorisateurs en les associant étroitement aux conférences qu'elle a organisées pour présenter les résultats de l'étude.

Porter un regard d'expert sur les données

Le prestataire ACV, tout comme le commanditaire, a un rôle important à jouer dans la revue des données collectées.

La valeur ajoutée du commanditaire réside dans sa capacité à porter un regard d'expert métier sur les informations transmises par les tierces parties sollicitées.

Dans le cas d'Aliapur, c'est l'expertise acquise à l'occasion des nombreuses collaborations menées avec des secteurs d'activité potentiellement intéressés par les produits à base de PUNR qui a ainsi été mobilisée.

Le travail de revue mené par les équipes d'Aliapur (qu'il s'agisse des sites de transformation ou des entreprises utilisant des produits à base de PUNR) leur a permis de s'assurer de la vraisemblance et de la fiabilité des données d'activités (telles que les quantités des matériaux mis en œuvre, la durée de vie des différents produits ou encore les taux de substitution de produits à base de PUNR aux matériaux classiques (établis à service équivalent et à durée de vie identique)).

Encadré 3**Les différentes étapes de transport prises en compte :**

- ✓ Transport par route des pneus depuis leurs 40 000 points de collecte (garages automobiles) maillant le territoire national et ce, jusqu'aux 90 centres de tri ;
- ✓ Transport par route des PUNR des centres de tri vers les sites de transformation (broyage/granulation) ;
- ✓ Transports depuis les centres de tri ou de transformation vers les valorisateurs sis en France (par route) et à l'étranger (par bateau et par camions).

S'assurer de l'adéquation entre les travaux réalisés et les objectifs de l'ACV

L'implication d'Aliapur, tenant le rôle d'un commanditaire impliqué tout au long de l'étude, a permis au praticien d'ACV de remplir au mieux sa mission. A cette fin, Aliapur s'est assuré notamment que les modélisations d'ACV proposées par le praticien prenaient bien en compte les spécificités des métiers de ses différentes filières. Ce rôle est complémentaire des deux rôles qui précèdent.

Les dialogues entre le praticien et le commanditaire ont permis d'échanger les compétences nécessaires à une compréhension réciproque, et donc à l'atteinte optimale des objectifs du commanditaire. Ces échanges ont joué un rôle fondamental dans le succès de l'étude.

Enseignements et aide à la décision

Le transport : un poste important dans la chaîne des coûts, mais secondaire dans le bilan environnemental

La gestion des pneumatiques nécessite une organisation logistique importante, en particulier pour la collecte des quelque 300 000 tonnes de pneumatiques usagés recueillies chaque année par les 40 000 points de collecte maillant le territoire national. Il s'agit d'un poste important de dépense pour Aliapur, le transport contribuant pour moitié au coût total de la gestion des pneumatiques usagés.

Par ailleurs, de nombreuses parties prenantes accordent un intérêt certain aux impacts environnementaux des transports (en particulier à leur contribution à l'effet de serre).

Pour ces différentes raisons, s'est posée la question de la contribution cumulée de l'ensemble des étapes de transport des PUNR au bilan environnemental global de chacune des voies de valorisation étudiées (voir l'encadré ci-contre et la figure 1 ci-dessous).

Exception faite du cas du bassin infiltrant, les résultats illustrés ci-dessous montrent que les étapes de transport ont une contribution environnementale secondaire par rapport aux impacts générés par les voies de valorisation et que leurs impacts sont très inférieurs aux bénéfices générés par la substitution de pneus usagés à des produits traditionnels.

Ainsi, si les étapes de transport représentent un réel enjeu économique pour la filière, elles ne constituent pas un enjeu environnemental majeur.

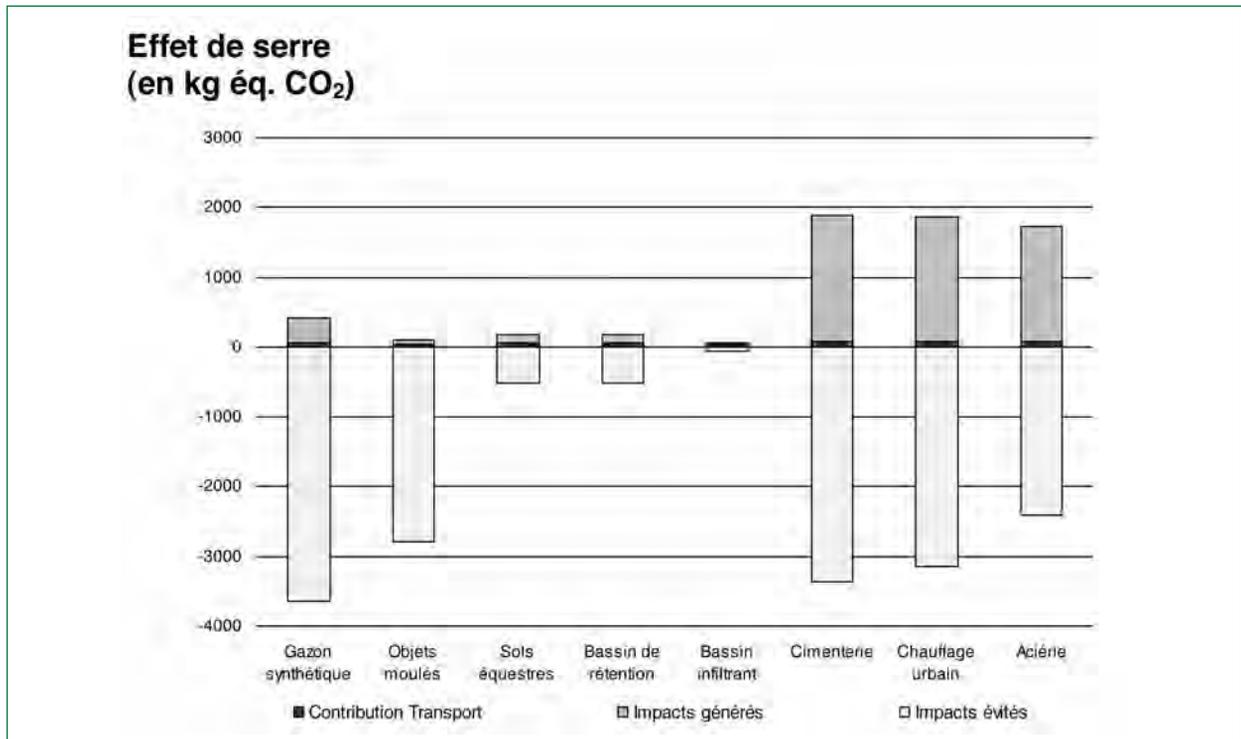


Figure 1 : Indicateurs gaz à effet de serre - Impacts générés : contribution des étapes de transport et impacts évités pour les différentes voies de valorisation étudiées.

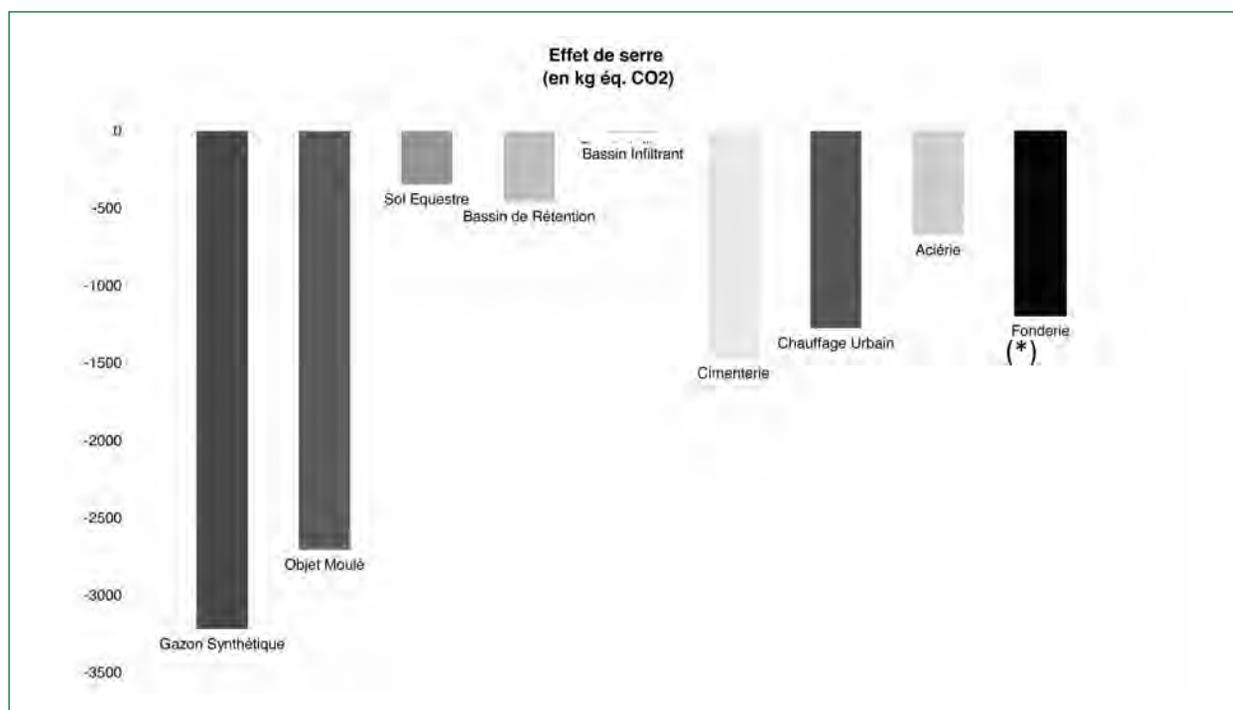


Figure 2 : Bilan environnemental pour les émissions de gaz à effet de serre (kg éq. CO₂/tonne de PUNR).

(*) Ecart non significatif (car inférieur à 10 % du total des impacts générés par la valorisation ou des impacts évités).

Un autre regard sur la hiérarchie européenne des voies de valorisation des déchets

L'étude a mis en évidence le fait que les voies de valorisation matière ne présentent pas de manière systématique des bilans environnementaux plus intéressants que ceux des voies de valorisation énergétique.

Les figures 2 (ci-dessus), 3 (ci-dessous) et 4 (de la page suivante) illustrent ainsi que les bénéfices engendrés par une valorisation en cimenterie, en aciérie ou en chauffage urbain sont très sensiblement supérieurs à ceux qu'offrent les valorisations dans les ouvrages de travaux publics (bassins de rétention et bassins infiltrants).

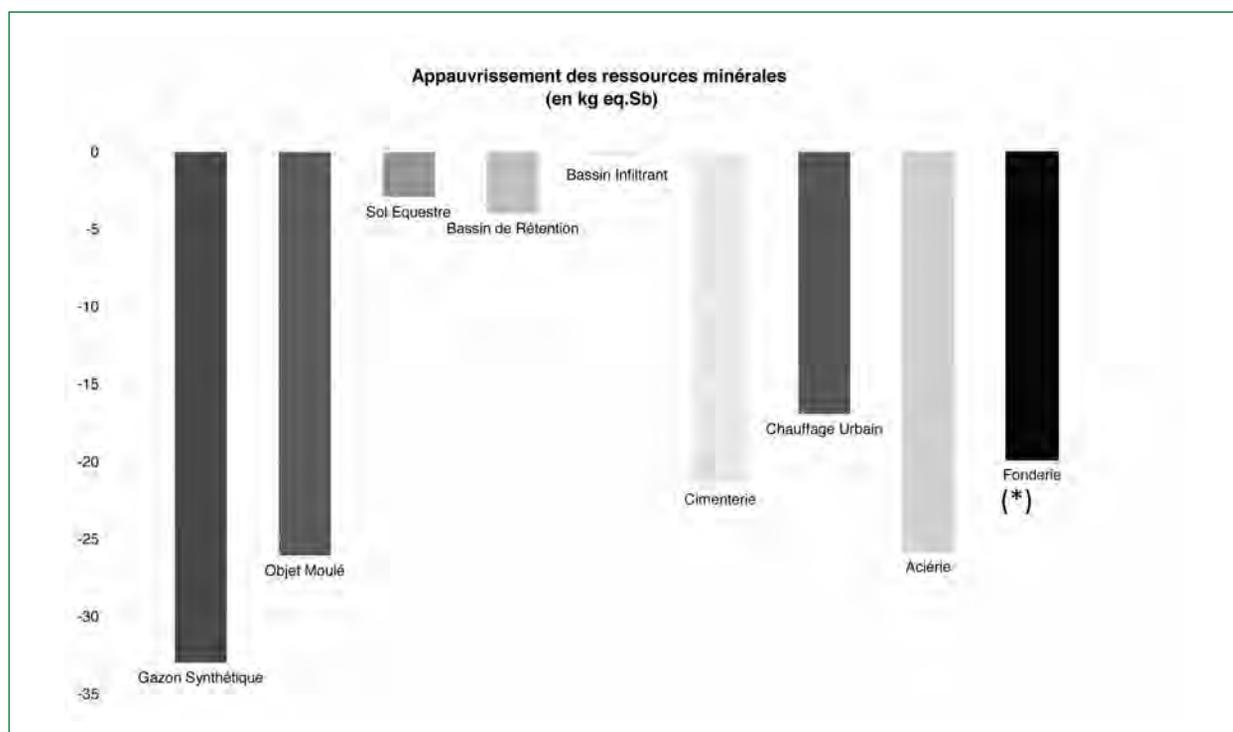


Figure 3 : Bilan environnemental pour la consommation de ressources non renouvelables (kg éq. antimoine / tonne de PUNR traité).

(*) Ecart non significatif (car inférieur à 10 % du total des impacts générés par la valorisation ou des impacts évités).

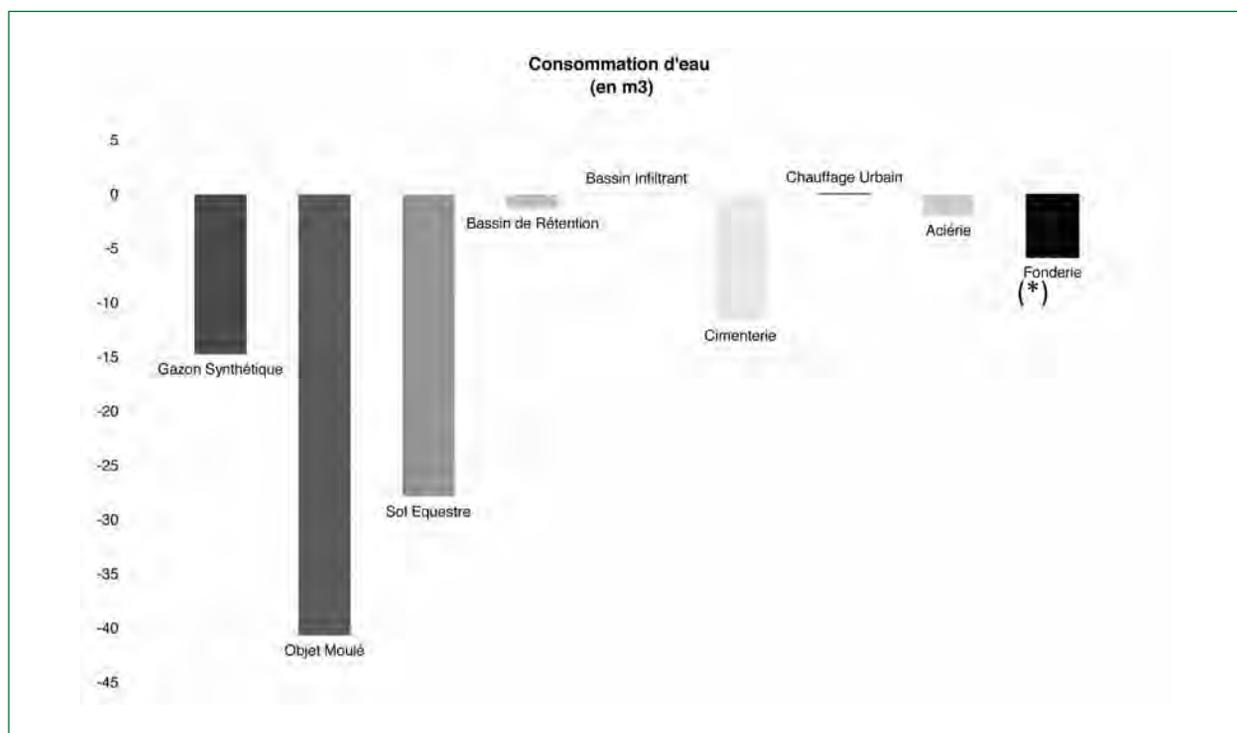


Figure 4 : Bilan environnemental pour la consommation d'eau (m³ / tonne de PUNR traité).

Cet enseignement permet de relativiser de manière argumentée la hiérarchie des déchets mentionnée dans la directive 2008/98/CE relative aux déchets, celle-ci considérant *a priori* la valorisation matière préférable à la valorisation énergétique.

Ce qui a changé dans la stratégie de l'entreprise

Un premier enseignement important pour Aliapur a été de constater que la quasi-totalité des voies de valorisation étudiées engendrent des bénéfices environnementaux comparativement aux solutions traditionnelles auxquelles elles se substituent.

Cela a permis de conforter Aliapur et ses actionnaires dans leur volonté de poursuivre les efforts engagés pour exploiter au mieux le potentiel de valorisation des pneus usagés, les résultats démontrant qu'il est toujours intéressant d'investir dans les étapes amont (que constituent la collecte, le tri et le broyage/granulation) pour contribuer à valoriser ce potentiel.

Par ailleurs, la forte implication du service R&D d'Aliapur tout au long de l'étude lui a certes permis d'acquérir le réflexe de « penser cycle de vie », mais aussi de partager largement cet angle d'analyse avec les autres fonctionnalités de l'entreprise.

Aliapur considère aujourd'hui qu'un enjeu fort pour cette filière est d'être en capacité de tirer le meilleur parti des qualités des matières premières secondaires issues des PUNR tout en optimisant leur plus-value environnementale globale.

Dans un contexte de raréfaction des matières premières, il ne s'agit plus, seulement, d'assurer « proprement » la gestion d'un produit en fin de vie, mais bel et bien de réussir à exploiter les ressources potentielles du pneu usagé en vue de créer une économie industrielle structurée et créatrice du maximum de valeur environnementale, économique et sociale autour de cette matière première secondaire.

Concrètement, dans un contexte où l'offre des débouchés est supérieure au volume des PUNR à traiter, Aliapur a d'ores et déjà pris la décision de donner la priorité aux voies de valorisation offrant les meilleurs bilans. Ainsi, la valorisation des PUNR dans les travaux publics est désormais limitée aux seuls pneus usagés non broyables (ou de très grand diamètre), en raison de son intérêt moindre, en comparaison de toutes les autres voies de valorisation.

Aliapur a également pris la décision d'inclure dans ses programmes de Recherche et Développement (qu'ils concernent de nouvelles voies de valorisation ou des voies émergentes) une évaluation de leur intérêt.

Notes

* Directeur du Développement d'Aliapur.

** Experts en ACV, co-fondatrice de Bleu Safran.

*** Expert en ACV, Président co-fondateur de Solinnen.

(1) Les émissions de CO₂ associées à la combustion de cette fraction biomasse sont considérées comme ne contribuant pas à l'effet de serre dans le cadre des règles actuelles de comptabilisation de ces émissions.

ACV et valorisation des produits en fin de vie - Affectation des impacts environnementaux des cycles de vie amont et aval

Par Philippe OSSET*, Catherine CLAUZADE**, Charlotte HUGREL*** et Magali PALLUAU***

Dans cet article, le point est fait sur les différentes alternatives méthodologiques envisageables face à cette question de l'affectation des impacts environnementaux entre plusieurs cycles de vie qui se succèdent, en insistant sur les implications industrielles.

Des alternatives méthodologiques qui marquent le passage d'une comptabilisation des opérations de valorisation par la méthode des stocks (la méthode « historique ») à une comptabilisation par extension des frontières du système étudié (laquelle semble aujourd'hui plus adaptée) sont présentées.

Le propos est illustré en s'appuyant sur l'exemple des pneumatiques usagés non réutilisables (PNUR) et de leurs différentes voies de valorisation.

Introduction

Différentes voies de valorisation des pneumatiques usagés non réutilisables (PNUR) ont été évaluées à l'aide de la méthode des Analyses du Cycle de Vie (ACV) dans le cadre d'une étude commanditée par Aliapur. L'application de la méthode développée dans les normes ISO 14040 et 10044 a ainsi permis de quantifier les bénéfices environnementaux associés à la valorisation des PNUR, notamment sous la forme de nouveaux produits (tels que les granulats pour sols « sportifs »).

Du point de vue méthodologique, la réalisation de ces travaux a été l'occasion de s'interroger sur un certain nombre de points (comme la complémentarité entre les études de risques et les Analyses du Cycle de Vie, ou les règles qui doivent présider aux questions d'affectation des impacts environnementaux entre plusieurs cycles de vie qui se succèdent : par exemple, la question de l'affectation des impacts entre le cycle de vie du pneumatique lui-même et le cycle de vie d'un produit intégrant un matériau fabriqué à partir des PNUR (par exemple, les sols sportifs dont le matériau de remplissage (lestage et amortissement) est constitué de granulats de PNUR).

Dans cet article, nous nous proposons de faire le point sur les différentes alternatives méthodologiques envisageables face à cette question d'affectation, en insistant sur les implications industrielles – parfois différentes – entraînées par ces alternatives.

Cet article se veut être une contribution utile à destination des praticiens et des utilisateurs des travaux d'ACV, notamment si ces travaux doivent aider à identifier les actions d'éco-conception apportant les pistes d'amélioration les plus significatives et les plus robustes.

Cette présentation fait ainsi un lien explicite entre la réalité industrielle et la modélisation ACV. Le raisonnement qui est réalisé dans les paragraphes suivants est progressif et vise à décomposer les bases des raisonnements clefs des praticiens d'ACV. L'exemple de la valorisation des pneus est retenu pour illustrer la démarche.

Problématique

Dans la plupart des études d'ACV, le praticien est de manière incontournable confronté à la délimitation des frontières du système, qu'il se doit d'étudier pour répondre à la question de l'évaluation environnementale d'un service donné ; la délimitation des frontières du système consiste à définir l'ensemble des opérations et des étapes qui doivent être prises en compte pour prétendre à une vision « cycle de vie » de l'impact environnemental de ce service : par exemple, les différentes étapes qui permettent d'assurer le service pneumatique ou les différentes étapes qui permettent d'assurer la valorisation d'une quantité donnée de PNUR, ou encore les différentes étapes qui permettent d'assurer le service « sols sportifs à base de PNUR ».

Dans le cadre de cet exercice de délimitation, certaines étapes paraissent d'évidence s'imposer comme devant être incluses dans les frontières du système étudié ; ainsi, aucun praticien ne saurait sérieusement envisager de ne pas prendre en compte l'étape de fabrication d'un pneumatique, dans le cadre d'une ACV portant sur le service associé à l'usage du pneumatique lui-même.

En revanche, le positionnement d'autres étapes par rapport aux frontières du système apparaît d'emblée comme plus délicat ; c'est notamment le cas des étapes qui se situent à l'interface entre deux cycles de vie successifs, par exemple, les étapes qui se situent à l'interface entre le cycle de vie associé au service pneumatique et le cycle de vie d'un sol sportif à base de PUNR. De manière typique, les opérations permettant de passer de la collecte d'un produit ayant atteint sa fin de vie à une matière régénérée entrant dans un nouveau cycle (étapes de collecte, de tri, de transport intermédiaire, de stockage, de préparation (comme le broyage ou la granulation permettant la séparation en phases homogènes), ...) se situent dans cette zone d'interface entre deux services, entre deux produits ou entre deux cycles de vie successifs : en d'autres termes, se pose la question de savoir si la collecte des PUNR, leur tri, leur broyage, leur granulation... doivent être considérés comme constituant les étapes ultimes du cycle de vie du pneumatique ou, *a contrario*, comme les étapes initiales de fabrication d'un nouveau produit. Confronté à ces étapes d'interface, le praticien est contraint d'opérer des choix ; il procède alors, d'une manière qui peut s'avérer plus ou moins explicite, à une allocation des impacts environnementaux (qui peuvent d'ailleurs consister en des bénéfices environnementaux) associés à ces étapes « frontières » entre le cycle de vie amont et le cycle de vie aval. Cette question d'affectation aux frontières directes (historiquement appelée « allocation ») est aujourd'hui relativement bien identifiée par les praticiens et les commanditaires des ACV.

Toutefois, au-delà de la problématique de l'allocation des étapes « frontières », une autre question nous paraît devoir être soulevée, celle de l'affectation des impacts environnementaux qui sont associés à des étapes ou à des opérations plus éloignées de cette zone traditionnelle d'interface :

- ✓ Q1. L'évaluation d'une voie de valorisation matière d'un produit en fin de vie ne doit-elle pas également prendre en compte une partie des impacts associés au cycle de vie du produit aval dans lequel ce déchet est recyclé ? Appliquée au cas de la valorisation des granulats de PUNR dans des sols sportifs, cette question consiste à se demander si le bilan environnemental de cette opération de valorisation (qui constitue par ailleurs une des étapes ultimes possibles du cycle de vie des pneumatiques) ne doit pas se voir alourdir d'une partie des impacts environnementaux qui sont associés au cycle de vie des sols sportifs eux-mêmes.
- ✓ Q2. L'évaluation d'un système ou d'un service qui utiliserait un produit en fin de vie ne doit-elle pas également prendre en compte une partie des impacts associés au cycle de vie de ce produit, plutôt que de considérer que ce déchet constitue systématiquement

une matière « gratuite » du point de vue environnemental ? Appliquée au cas de la valorisation des granulats de PUNR en sols sportifs, cette question consiste à se demander si le bilan environnemental du service associé aux sols sportifs ne doit pas se voir alourdi d'une partie des impacts environnementaux du cycle de vie des pneumatiques, dès lors que ceux-ci utilisent des granulats de PUNR qui sont une matière générée en fin de cycle de vie des pneumatiques.

Cette question de l'affectation des impacts entre des cycles de vie successifs lorsque l'on cherche à établir le profil environnemental d'un service ou d'un produit ou lorsque l'on cherche à évaluer l'intérêt d'une filière de valorisation a d'ailleurs été posée par le panel de revue critique de l'étude réalisée par Aliapur.

Étude fonctionnelle et considérations préalables

Du point de vue méthodologique, il est possible de « découper » le système industriel à différents niveaux afin d'en isoler des fonctionnalités (voir l'encadré de la page suivante). Le principe, en matière d'ACV, selon ISO 14040, reste d'avoir aux frontières des systèmes étudiés, en amont comme en aval, des flux élémentaires (un flux élémentaire, selon ISO 14040, est un flux qui n'a pas encore été transformé par l'homme ou qui ne le sera plus).

Les seuls flux qui ne sont pas élémentaires aux frontières d'un système étudié sont :

- ✓ les flux fonctionnels ;
- ✓ les flux pour lesquels aucune étape amont ou aval n'a été caractérisée afin de limiter l'ampleur du travail à réaliser et de centrer les efforts, ce qui s'avère strictement nécessaire pour répondre aux objectifs.

Il convient de souligner que la somme des flux pour lesquels aucune étape amont ou aval n'a été caractérisée ne doit pas généralement excéder 2 à 5 %, en masse, l'ensemble des flux fonctionnels dans une ACV détaillée ; cela revient, en d'autres termes, à devoir respecter un seuil de coupure fixé entre 95 et 98 %.

A noter : le lieu de « coupure » doit se faire en lien avec le système industriel. L'arrêt sur la matière correspond au fait d'associer la transformation d'une matière M_i (amont) en une matière M_{i+1} (aval, après valorisation) à un usage donné U_j . La matière M_i provient d'un système antérieur, la matière M_{i+1} va être utilisée par un système ultérieur.

Le tableau 1 ci-après illustre cette analyse fonctionnelle des systèmes appliquée au cas des pneumatiques.

Il importe tout d'abord de souligner que les différents systèmes S_i sont d'évidence multifonctionnels, dès lors que $i \geq 2$: ils remplissent différents services d'usage (les fonctionnalités U_j) ; on constate dans le tableau 1 que S_2 permet d'assurer le service associé à l'usage automobile d'un pneumatique, ainsi que le service associé à l'usage d'un sol sportif. On note, par ailleurs, que de la matière est produite à l'aval de chacun des systèmes (matière M_2 à l'aval du système S_1 – par exemple, des matériaux à base de PUNR – et matière M_3 à l'aval du système S_2 – par exemple, des matériaux qui seraient

Illustration dans le cas des pneumatiques

Les PUNR peuvent être valorisés de multiples manières :

- ✓ en valorisation matière, par exemple dans la production d'objets moulés à partir de granulats de PUNR ou de matériaux de remplissage pour les gazons synthétiques ;
 - ✓ en valorisation énergétique, par exemple via l'utilisation de broyats en chaufferie urbaine ou en cimenterie.
- Certaines voies de valorisation peuvent en outre être destructives (c'est notamment le cas de la valorisation en aciérie) ou non destructives (comme la valorisation en sols destinés à l'équitation).

Du point de vue conceptuel, la succession entre le cycle de vie associé à l'usage du pneumatique et le(s) cycle(s) de vie des produits et services utilisant les matériaux issus des PUNR peut être représentée selon la figure ci-dessous :

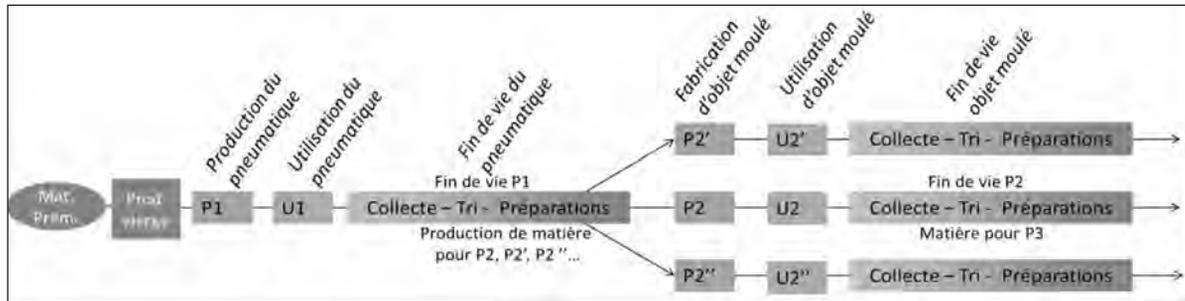


Figure 1 : Symbolisation du système industriel multifonctionnel associé aux pneus.

On retrouve dans la figure 2 ci-contre les éléments suivants :

- ✓ **L'étape de production de la matière première vierge initiale** : par exemple, les matières premières qui vont entrer dans la fabrication des pneumatiques (caoutchouc, textiles, fils d'acier notamment).
- ✓ **L'étape de production du produit initial** : le pneumatique neuf, dans le cas d'espèce de cette illustration.
- ✓ **L'étape d'utilisation du produit initial** : l'utilisation du pneumatique pour son usage dans le transport.
- ✓ **Les étapes de gestion de fin de vie** qui constituent des étapes intermédiaires entre le cycle de vie du pneumatique neuf et le cycle de vie des produits dans lesquels sont utilisés les matériaux issus de PUNR : ces étapes sont présentées en dégradés de manière à symboliser leur rôle d'interface entre la fin de vie du cycle du premier produit et la production de matériaux pour les différents cycles qui le suivent. Dans une optique de simplification de la figure, seuls trois cycles de vie sont présentés comme succédant au cycle de vie du pneumatique neuf ; dans la réalité, ces options sont beaucoup plus nombreuses puisque les PUNR peuvent être valorisés selon des voies très diversifiées (voir ci-dessous).

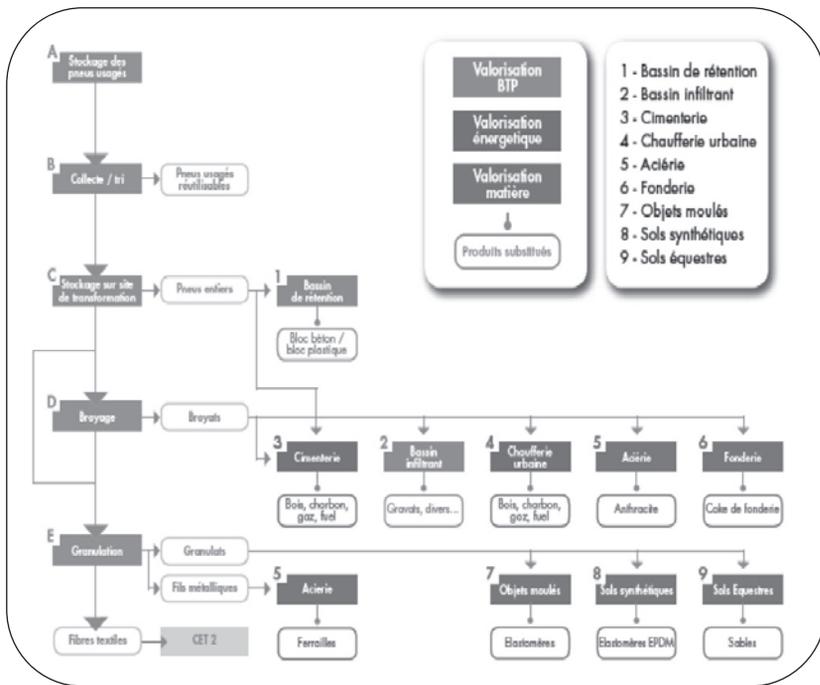


Figure 2 : Les différentes voies de valorisation des PUNR

- ✓ **Les étapes de production des produits dans lesquels sont utilisés les matériaux à base de PUNR** : ces étapes de production sont différentes selon la voie de valorisation qui est envisagée ; dans le cas des PUNR, ce pourrait être la production d'objets moulés, la réalisation de sols sportifs, la production de ciment...

L'étude ACV des voies de valorisation des PUNR a porté sur 9 voies de valorisation différentes qui sont rappelées dans le schéma ci-dessus.

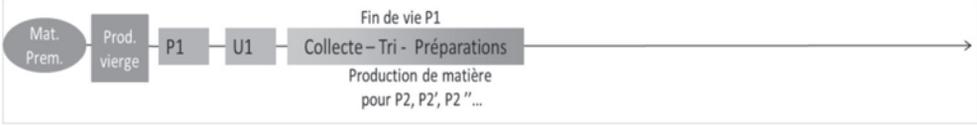
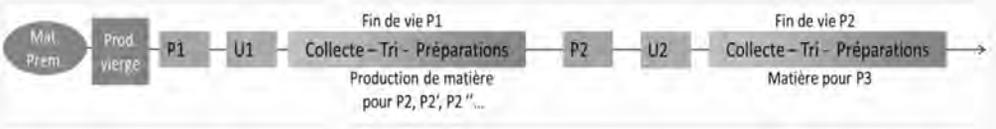
Index du système	Fonctionnalités du système	Fonctionnalités : application au cas des pneus
S_0		
	Production des matières M_1 destinées à un premier usage U_1	Production des matières utilisées pour la fabrication des pneus, en amont du procédé de fabrication P_1
S_1		
	U_1 : Usage Production des matières M_2 destinées aux différents usages ultérieurs	Usage automobile des pneus (U_1) Collecte et préparation de la matière pour les usages ultérieurs aux pneus (M_2)
S_2		
	U_1 : Usage des pneus U_2 : Usage d'un produit ou service autre que U_1 Production de M_3 destiné aux différents usages	Usage automobile des pneus (U_1) Usage des sols sportifs (exemple d'utilisation des sous-produits de PUNR) (exemple possible de U_2) Collecte et préparation de la matière (M_3) pour des usages de troisième vie (aujourd'hui, il s'agit essentiellement de la valorisation énergétique).

Tableau 1 : Les systèmes identifiés et leurs fonctionnalités dans le cas d'un usage de la matière en boucle ouverte.

issus des sols sportifs) ; cette production de matière peut également être assimilée à la fourniture d'un service.

On constate ainsi qu'à tout système S_i se rattache un nombre i de fonctionnalités U_i et une fonctionnalité potentielle de production de matière associée à la gestion du dernier produit ou service de S_i (la réalité est plus complexe, car il peut y avoir également d'autres fonctionnalités de production de matières, associées aux différentes étapes que comporte le système S_i – par exemple, des fonctionnalités qui seraient associées à la valorisation des sous-produits de transformation de l'hévéa utilisé dans la fabrication du caoutchouc).

Cette analyse fonctionnelle met ainsi en perspective la nécessité qu'il y a de s'interroger sur la façon dont doit être conduite l'affectation des impacts environnementaux associés à l'intégralité du système S_i , entre les différentes fonctionnalités d'usage U_i qui lui sont associées et la fonctionnalité de production de matière M_{i+1} située en aval de ce système ; cela renvoie à la question Q2 pointée dans la problématique, c'est-à-dire à celle du granulat issu de PUNR : ne doit-il pas être pénalisé d'une partie du coût environnemental du cycle de vie du pneu, lorsqu'il est comparé au gra-

nulat d'éthylène-propylène-diène monomère (EPDM), pour établir l'intérêt environnemental de son utilisation pour la réalisation de sols sportifs ?

La méthode des stocks : gratuité environnementale du déchet

La première approche pour connaître le bilan d'un usage U_i donné, est de considérer que les matières M_i ($i \geq 2$) sont des flux élémentaires, ce qui revient à ne pas considérer la fonctionnalité « production de matière », qui est située en aval du système rattaché à U_i .

Le bilan (ICV_i) d'une fonctionnalité U_i ($i \geq 2$) est alors :

$$ICV_i = S_i - S_{i-1}$$

Cette approche est communément appelée « méthode des stocks » par les praticiens d'ACV.

Dans ce cas, aucun impact environnemental n'est associé à la production de matières en aval du système S_{i-1} ; par effet de réciprocité, aucun impact environnemental n'est associé aux opérations de gestion des matières générées en aval du système S_{i-1} , (ces opérations étant assurées par le système S_i).

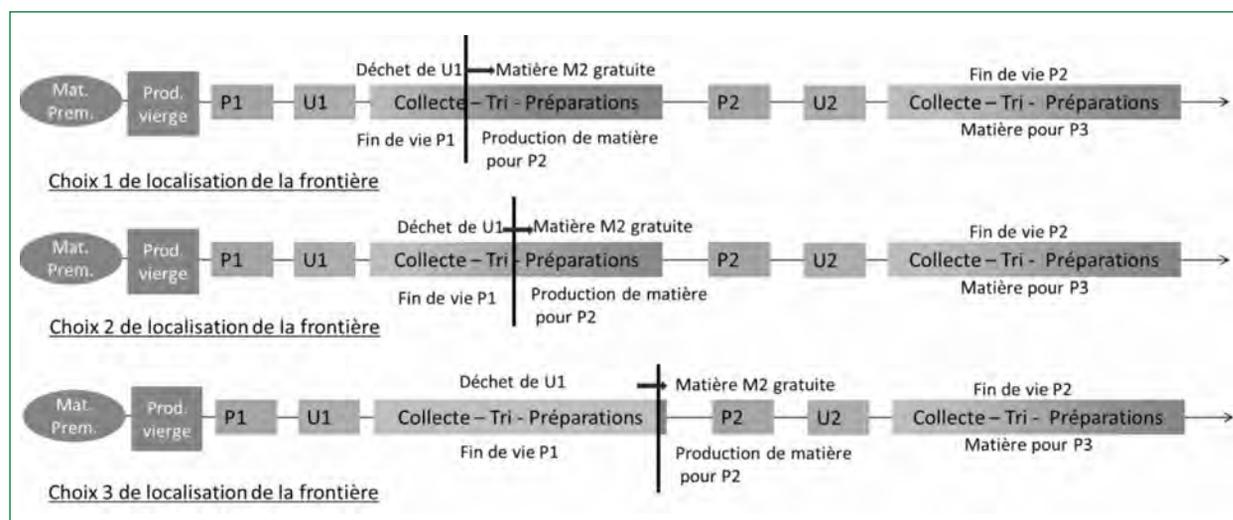


Figure 3 : Différents choix de mise en œuvre de la méthode des stocks.

Appliquée au cas des pneumatiques usagés, la méthode des stocks revient, par exemple, à considérer que l'utilisation de granulats de PUNR dans les sols sportifs se fait de manière gratuite, c'est-à-dire qu'aucun impact environnemental n'est associé aux granulats qui sont utilisés pour ces sols ; par voie de réciprocité, elle revient également à considérer que la gestion des granulats à base de PUNR dans les sols destinés à la pratique des sports est effectuée gratuitement, c'est-à-dire qu'aucun des impacts environnementaux qui pourraient être générés par le service « sols sportifs » ne sera affecté au service d'usage des pneumatiques dans l'automobile.

A noter : l'application de la méthode des stocks aux opérations de valorisation revient ainsi à considérer que :

- ✓ les matériaux issus d'un déchet sont gratuits pour ceux qui les utilisent ;
- ✓ la gestion des matériaux issus d'un déchet est gratuite pour ceux qui produisent ce déchet.

Cela constitue une réponse, par la négative, aux questions Q1 et Q2 identifiées en fin de problématique.

Il importe également de noter que la méthode des stocks conduit elle aussi à considérer que $ICV_1 = S_1$, c'est-à-dire que les impacts environnementaux associés à la production, à l'usage et à la gestion en fin de vie des pneus sont intégralement affectés à l'usage des pneus U_1 . En d'autres termes, les usages U_i sont traités comme s'ils étaient totalement indépendants les uns des autres : ce qui revient, par exemple, à considérer que les opérations de production des caoutchoucs utilisés dans les pneumatiques participent de manière exclusive au service rendu par le pneumatique, mais ne participent pas au service rendu par les sols destinés à la pratique des sports, qui utilisent des granulats à base de PUNR.

A noter : la méthode des stocks ne permet pas de s'affranchir des questions relatives à l'affectation des opérations de collecte, tri, broyage, préparation... situées à l'interface entre deux cycles de vie successifs.

Comme évoqué dans la première partie de la problématique, la méthode des stocks laisse cependant des marges

d'interprétation dans sa mise en œuvre : on peut en effet relever dans la littérature des différences dans la localisation précise de cette frontière où l'on considère que la fin de vie du premier produit se termine et que la phase de production du second produit débute. Comme l'illustre la figure 2, différentes possibilités s'offrent dans la mise en œuvre de cette méthode :

- ✓ Certains praticiens placent cette frontière après la phase de collecte (choix 1 de localisation de la frontière) : dans ce cas, le pneu usagé (PU) serait considéré comme une matière gratuite pour ses futurs utilisateurs et seule l'étape de collecte serait allouée au cycle de vie du pneumatique ;
- ✓ D'autres la situent après la phase de tri (choix 2 de localisation de la frontière) : dans ce cas, le pneu usagé trié (PU), c'est-à-dire le pneu usagé non réutilisable (PUNR) serait considéré comme une matière gratuite pour ses futurs utilisateurs et les étapes de collecte et de tri seraient allouées au cycle de vie du pneumatique ;
- ✓ D'autres encore la localisent après les étapes de préparation (choix 3 de localisation de la frontière) : dans ce cas, les broyats ou les granulats ou les fils d'acier seraient considérés comme une matière gratuite pour leurs futurs utilisateurs et les étapes de collecte, de tri et de préparation seraient allouées au cycle de vie du pneumatique.

Ces différents choix ne sont pas sans incidence sur le bilan environnemental de la fonctionnalité U_1 (le pneumatique) et de la fonctionnalité U_2 (le sol sportif, les objets moulés, le ciment...) (voir la figure 3 ci-dessus).

Tant que l'on considèrerait que la gestion des PUNR ne consistait qu'à traiter des déchets, c'est-à-dire à assurer la maîtrise des risques environnementaux associés aux PUNR (et non pas à apporter le maximum de valeur ajoutée au produit en fin de vie), le choix de la méthode des stocks pouvait paraître justifié : l'utilisation de cette méthode s'avèrait ainsi relativement pertinente, dans une société où la problématique déchets était, pour l'essentiel, une problématique de maîtrise des risques, il y a de cela vingt ou trente ans.

Toutefois, le contexte a évolué et, à l'heure actuelle, la gestion des déchets (tout au moins en ce qui concerne les déchets banals) consiste prioritairement en des opérations de valorisation, comme en témoigne la hiérarchie énoncée dans le cadre de la directive Déchets, la multiplication des catégories de produits couverts par une REP (Responsabilité Élargie du Produit), ainsi que les différents objectifs qui ont pu être énoncés en termes de recyclage ou de valorisation (objectifs en matière de valorisation des emballages, des déchets ménagers, des VHU...). Dans ce contexte, il devient de moins en moins évident de continuer à soutenir une méthode qui repose sur « la gratuité environnementale » du déchet, par exemple la gratuité du granulat de PUNR qui sert de remplissage à un gazon synthétique (notamment si ce gazon doit être comparé à un gazon utilisant pour son remplissage des granulats d'EPDM) ; il apparaît de plus en plus clairement que la valeur ajoutée introduite à l'étape S_0 par la création de la matière M_1 est utile (ou, au contraire, pose des contraintes) à l'ensemble des usages ultérieurs U_1, U_2, \dots qui sont rendus possibles par les opérations de valorisation successives.

Les usages ultérieurs sont à la fois rendus possibles et contraints du fait des propriétés de la matière M_1 ou du produit P_1 initialement constitué.

Il peut donc être considéré comme à la fois plus « pertinent », d'un point de vue industriel mais également en cohérence avec le développement des procédés de valorisation dans notre société, de mieux appréhender l'affectation des impacts associés à l'intégralité d'un système S_i entre les différentes fonctionnalités d'usage U_i qui lui sont associées et la fonctionnalité de production de matière M_{i+1} située en aval de ce système. C'est pour répondre à ce besoin que d'autres approches sont développées.

A noter : *en optant pour une méthode alternative à la méthode des stocks, on considère d'une certaine façon que M_i n'est plus un flux élémentaire, mais un coproduit de la fonctionnalité U_i issu de système S_{i-1}*

L'extension des frontières du système appliquée aux opérations de valorisation

Le principe initial de l'extension des frontières du système : le passage du statut de « déchet » au statut de « coproduit »

L'usage réalisé du déchet dans différentes applications situées en aval du système qui le génère transforme de fait ce déchet en un coproduit de la filière amont : le granulat à base de PUNR ou le broyat de PUNR calibré pour être envoyé en cimenterie doivent être considérés, du point de vue de la comptabilisation environnementale, non plus comme des déchets, mais bien comme des coproduits de l'usage des pneumatiques.

Une approche plus adaptée au contexte actuel que la méthode des stocks consiste ainsi à considérer que les matières M_i ($i \geq 2$) ne sont pas des flux élémentaires, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas gratuites pour les systèmes qui

les utilisent. Cette approche constitue une réponse engagée à la question Q2 présentée dans la problématique : l'évaluation d'un système ou d'un service qui utiliserait un produit en fin de vie doit d'une façon ou d'une autre prendre en compte une partie des impacts associés au cycle de vie de ce produit.

Dans la perspective de ce principe directeur, selon lequel il s'agit de reconnaître que les matériaux issus des déchets ne constituent pas une ressource gratuite, l'approche méthodologique conforme à la norme ISO 14040 consiste à répartir les impacts environnementaux du système S_i entre les différentes fonctionnalités, c'est-à-dire à attribuer à chaque fonctionnalité les impacts environnementaux qui la concernent. Dans la mesure où il n'est pas possible de subdiviser le système S_i en processus élémentaires, la mise en œuvre de ce principe nécessite d'opérer une « affectation » des impacts environnementaux entre les différentes fonctionnalités d'usage U_i qui lui sont associées et la fonctionnalité de production de matière M_{i+1} située en aval de ce système. L'affectation est cependant difficile à conduire ici en se fondant sur des critères physico-chimiques : par exemple, il n'existe pas de raisonnement physique permettant d'établir comment allouer les impacts de production du caoutchouc entre le fait d'utiliser un pneu et le fait de produire des granulats pour la réalisation de sols sportifs. De ce fait, la démarche adoptée dans cette seconde approche cherche à s'affranchir de certaines fonctionnalités (la production de matière, notamment, ou la production d'énergie), pour ne garder que la fonctionnalité principale, évitant du même coup de délicates affectations.

Afin de dépasser la problématique de l'affectation entre les différentes fonctionnalités d'usage U_i d'un système S_i et la fonctionnalité de production de matière M_{i+1} située en aval de ce système, qui est posée lorsque l'on choisit d'opter pour la non gratuité des matériaux issus des déchets, il est possible de considérer que le service de production de matière M_i ($i \geq 2$) aurait pu être rendu par une filière de production de matière vierge et d'opérer de manière à « neutraliser » la fonctionnalité de production de matière M_{i+1} située en aval de ce système.

Cette approche est communément appelée « extension des frontières du système » par les praticiens d'ACV.

Dans le cadre de notre illustration, cela reviendrait, par exemple, à considérer que les services rendus par les granulats utilisés comme matériau de remplissage de sols destinés à la pratique des sports auraient pu être apportés par des granulats d'EPDM fabriqués spécifiquement pour cet usage.

En appelant V_i les impacts environnementaux associés à la production d'une quantité de matière vierge dont le service rendu serait équivalent au service rendu par M_i , le bilan environnemental associé à la fonctionnalité U_i du système S_i ($i \geq 2$) peut s'écrire :

$$ICV_i = S_i - S_{i-1} - V_{i+1}$$

L'opération ci-dessus retranscrit la « neutralisation » de la fonctionnalité de production de matière M_{i+1} située en aval du système S_i : les impacts environnementaux associés à la production d'une quantité de matière vierge dont le

service rendu serait équivalent au service rendu par M_{i+1} sont déduits des impacts environnementaux associés à la fonctionnalité U_i du système S_i ($i \geq 2$), système qui produit la matière M_i . Autrement dit, la fonctionnalité de production de matière est éliminée du périmètre de comptabilisation associé à la fonctionnalité U_i du système S_i .

Dans le cadre de notre illustration, cela reviendrait par exemple à dire que le bilan environnemental des pneumatiques doit être calculé par la différence entre le bilan environnemental de toutes les étapes relevant du cycle de vie des pneumatiques depuis l'extraction des matières premières jusqu'aux étapes de préparation des granulats à base de pneus usagés, et le bilan environnemental qui serait associé à la production de granulats à partir d'une matière vierge (l'EPDM, par exemple).

A noter : du point de vue de S_i , il ne s'agit en aucune manière d'éviter la production du matériau vierge utilisé dans ce système S_i (ce qui serait le cas dans le cadre d'une boucle fermée), mais bien d'éviter la production du matériau vierge qui aurait été utilisé dans le système S_{i+1} . Ainsi, la valorisation du PUNR ne peut être considérée comme évitant la production de matière utilisée pour la production du pneu, mais doit être considérée comme se substituant par exemple à de l'EPDM, si c'est le produit auquel se substituent les granulats de PUNR valorisés.

La prise en compte des usages multiples de la matière secondaire

De manière générale, la matière générée en aval du système S_i est employée non pas pour un usage unique (par exemple, sous forme de granulats dans les sols sportifs), mais dans le cadre de différents usages (les granulats à base de PUNR dans les sols sportifs, les granulats entrant dans la production de terrains d'équitation ou la production d'objets moulés, les broyats de PUNR utilisés en cimenterie, en fonderie, en aciérie...); il n'y a pas un, mais plusieurs usages « j » possibles de la matière M_i ; en conséquence, il convient de considérer non pas une seule, mais plusieurs matières vierges qui rendraient un service équivalent à la matière M_i générée en aval du système S_i .

De ce fait, dans sa forme générale, la formule précédente, fondée sur l'extension des frontières du système, s'écrit de la manière suivante :

$$ICV_i = S_i - S_{i-1} - \sum_j (V_{i+1})$$

Où le terme $\sum_j (V_{i+1})$ correspond aux impacts environnementaux associés à la production des différentes formes de matière vierge auxquelles se substitue la matière M_{i+1} générée en aval du système S_i . Le terme $\sum_j (V_{i+1})$ doit être calculé en tenant compte de la quantité de matière M_{i+1} qui est effectivement orientée vers chacun des usages.

Il avait été précédemment pointé que dans le cas particulier de la fonctionnalité U_1 , la formule de la méthode des stocks conduisait à écrire $ICV_1 = S_1$. Dans le cas de la méthode par extension des frontières du système, le bilan environnemental associé à la fonctionnalité U_1 s'écrit, au contraire, $ICV_1 = S_1 - \sum_j (V_2)$. Appliqué au cas des pneumatiques, cela consiste à dire que le bilan environnemental

associé au service des pneumatiques est calculé par soustraction entre le bilan environnemental de toutes les étapes appartenant au cycle de vie de pneumatiques (depuis l'extraction des matières premières jusqu'aux étapes de préparation des granulats à base de pneus usagés) et la somme des bilans environnementaux qui seraient associés à la production de chacun des matériaux auxquels se substituent les matériaux valorisés issus des PUNR. Il convient de noter que c'est bien cette dernière démarche qui a été mise en œuvre dans le cadre de l'étude d'Aliapur sur l'évaluation du bilan environnemental des différentes voies de valorisation des PUNR.

A noter : cette pratique, qui consiste à prendre en compte l'ensemble des usages de la matière issue des déchets et non pas un usage unique, est rarement mise en œuvre par les praticiens. Ces derniers choisissent plutôt de prendre en compte un seul usage de la matière, en aval, même si cette démarche n'est pas optimale et si elle risque de susciter une incertitude importante, elle a en effet pour elle le mérite de la simplicité.

Dans tous les cas, si ce choix non optimal est retenu dans le cadre d'une étude, il est alors nécessaire de le tester au moyen d'analyses de sensibilité dans lesquelles un autre usage serait considéré, l'influence du choix de la filière étant ainsi évitée dans les résultats.

L'application homogène des choix méthodologiques : amont et aval

Les parties précédentes relatives à l'application de la méthode d'extension des frontières du système se focalisaient sur le mode de comptabilisation du service de production de matière M_{i+1} , qui est générée en aval du système S_i délivrant la fonctionnalité principale U_i : elles visaient ainsi à présenter une méthode possible permettant d'établir le bilan environnemental du service associé au pneumatique sans procéder à une affectation avec le service de production de la matière issue de PUNR utilisée dans de multiples usages et cela, sans pour autant recourir à la méthode des stocks.

Par un effet de miroir, il est alors nécessaire de considérer de quelle manière doit être comptabilisée cette même matière M_{i+1} , lorsqu'elle entre dans le système S_{i+1} qui délivre la fonctionnalité principale U_{i+1} ; cela revient, par exemple, à poser la question de l'évaluation des impacts environnementaux qui doivent être associés aux granulats de PUNR lorsque l'on cherche à établir le bilan environnemental correspondant au service rendu par les sols sportifs.

On a pu voir que la réponse donnée à cette question dans le cadre de la méthode des stocks reposait sur la gratuité du déchet, c'est-à-dire que la matière M_{i+1} est considérée comme gratuite pour la fonctionnalité U_{i+1} qui en a l'usage.

A contrario, dans le cadre de la méthode d'extension des frontières du système, il est nécessaire de souligner que la matière M_{i+1} ne peut pas être considérée comme gratuite pour la fonctionnalité U_{i+1} . La démonstration de cette règle peut être faite en vérifiant la conservation des bilans environnementaux : la somme du bilan environnemental asso-

cié à U_i et du bilan environnemental associé à U_{i+1} devrait correspondre au bilan environnemental à l'échelle du système S_{i+1} qui englobe ces deux fonctionnalités ; si la méthode par extension des frontières du système a été appliquée pour évaluer le bilan environnemental de la fonctionnalité U_i et que la matière M_{i+1} est comptabilisée comme gratuite pour la fonctionnalité U_{i+1} , alors la somme de ces deux bilans aboutira à $S_{i+1} - V_{i+1}$ au lieu de S_{i+1} , montrant ainsi que les règles de conservation des bilans à une échelle supérieure ne sont pas respectées.

Très important : un point parfois négligé par les praticiens est qu'à partir du moment où l'on considère que les matières récupérées M_i ne sont plus des flux élémentaires, ce choix méthodologique doit être appliqué à la fois pour les systèmes qui génèrent ces matières M_i (par exemple, pour le pneumatique qui génère des granulats issus de PUNR) et pour les systèmes qui utilisent ces matières M_i (par exemple, pour les sols sportifs qui utiliseraient les granulats issus de PUNR).

Ainsi, si l'on considère que le bilan environnemental des pneumatiques se calcule par soustraction entre le bilan environnemental de toutes les étapes appartenant au cycle de vie de pneumatiques (depuis l'extraction des matières premières jusqu'aux étapes de préparation des granulats à base de pneus usagés) et le bilan environnemental qui serait associé à la production de granulats à partir d'une matière vierge, alors, en contrepartie, le bilan environnemental des gazons synthétiques se doit d'être calculé en considérant que le bilan environnemental associé aux granulats à base de PUNR correspond au bilan associé à la quantité de granulats de matière vierge (EPDM, par exemple) qui rendrait le même service.

De façon plus complète, le bilan environnemental associé à la fonctionnalité U_i du système S_i ($i \geq 2$) s'écrit donc :

$$ICV_i = V_i + S_i - S_{i-1} - \sum_j (V_{i+1}), \text{ pour } i \geq 2,$$

$ICV_1 = S_1 - \sum_j (V_2)$ (sans changement, par rapport au cas précédent)

On note ici que le choix méthodologique de considérer la matière régénérée M_i comme un flux élémentaire ou comme un flux non-élémentaire (en entrée et en sortie du système étudié), c'est-à-dire le choix de prendre en compte « la méthode des stocks » ou « la méthode d'extension des frontières du système », a un impact significatif sur le bilan environnemental ICV_i associé à la fonctionnalité U_i .

On constate également, dans le cadre de cette comptabilisation que si l'usage ultérieur d'une matière M_{i+1} générée en aval de S_i conduit à défalquer V_{i+1} pour le calcul du bilan environnemental associé à la fonctionnalité U_i , la consommation de M_{i+1} par la fonctionnalité U_{i+1} ne lui apporte aucun avantage en comparaison de la consommation d'une matière vierge V_{i+1} : la valorisation des granulats de PUNR dans des sols sportifs permet, dans le calcul du bilan environnemental des pneumatiques, de défalquer le bilan environnemental qui serait associé à la production d'une quantité d'EPDM qui rendrait le même service que les granulats ; en revanche, pour le sol sportif, l'utilisation de granulats de PUNR au lieu des granulats d'EPDM n'apporte aucun avantage dans son bilan comparativement à l'utilisation d'EPDM.

Cette application de la méthode d'extension des frontières du système encourage la valorisation de matières en fin de vie, mais elle n'encourage absolument pas la consommation des matières régénérées.

A noter : si l'ensemble des cas « j » d'usage est similaire (soit $\sum_j (V_{i+1}) = V_{i+1}$) et si la quantité de matière secondaire M_i qui entre dans le système S_i est similaire à la matière secondaire M_{i+1} qui est générée en aval du système S_i , on a alors $V_i = V_{i+1}$; le bilan environnemental associé à la fonctionnalité U_i s'écrit $ICV_i = S_i - S_{i-1}$, soit la formule d'application de la méthode des stocks.

On constate ainsi que le choix méthodologique concernant le mode de comptabilisation du service de production de matière générée en aval d'un système S_i a une influence sur le calcul du bilan environnemental de la fonctionnalité U_i quand le système engendre des pertes matières ou quand la matière secondaire sortante n'est pas de même nature que la matière entrante... (ce qui est vrai dans la plupart des cas !)

Le cas particulier des usages destructifs de la matière

Dans le cadre d'un usage destructif de la matière, l'application de la formule vue au point précédent fournit les éléments suivants :

Pour l'usage pneu (formule non spécifique) : $ICV_1 = S_1 - \sum_j (V_2)$.

Pour la valorisation destructrice (pas de matière M_3 , donc pas de V_3) :

$$ICV_2 = V_2 + S_2 - S_1.$$

La formule $ICV_1 = S_1 - \sum_j (V_2)$ traduit le fait que le matériau à base de PUNR se substitue (en partie, dans le cadre des usages destructifs) à une certaine quantité de matière qui aurait (sans lui) été utilisée ; dans le cadre d'un usage énergétique des matériaux à base de PUNR, ces matières vierges pourraient être du fioul, du gaz naturel, du charbon...

La formule $ICV_2 = V_2 + S_2 - S_1$ traduit le fait que le matériau à base de PUNR n'est pas « gratuit » du point de vue environnemental, pour celui qui l'utilise : un amont V_2 est donc associé à la consommation de matériaux à base de PUNR lorsque l'on cherche à établir le bilan environnemental de la fonctionnalité qui les utilise ; par exemple, si l'on cherche à établir les impacts environnementaux de la cimenterie, l'usage de broyats de PUNR sera comptabilisé comme le bilan environnemental associé à la production du bouquet énergétique (fioul, coke de pétrole, charbon...) qui rendrait le même niveau de service que les broyats de PUNR.

On constate en outre, dans la formule $ICV_2 = V_2 + S_2 - S_1$, la disparition du terme V_3 qui correspond normalement au bilan environnemental de la matière vierge à laquelle se substitue la matière générée en aval de S_2 : en effet, étant donné que l'usage U_2 est destructif, il ne génère pas de matière M_3 et ne bénéficie donc pas d'un crédit V_3 qui correspondrait à cette matière M_3 ; la cimenterie opère un usage destructif des broyats à base de PUNR et ne peut donc se prévaloir des bénéfices qui seraient associés à l'usage de matières à base de PUNR qu'elle conduirait à géné-

rer ; au contraire, la réalisation de sols sportifs à base de PUNR pourrait se prévaloir des bénéfices apportés par un usage ultérieur des matériaux que ces sols généreraient en fin de vie.

De manière plus générale, il apparaît ainsi que plus un usage donné conduit à perdre ou à détruire une quantité importante de la matière qu'il utilise, moins il peut espérer être crédité d'un bénéfice du fait des usages ultérieurs de la matière qu'il génère en fin de vie ; l'usage destructif d'un matériau apparaît comme « pénalisé » par rapport à l'usage non destructif de ce même matériau lorsque les matières générées en fin de vie par ce dernier font l'objet de différents usages.

A noter : Les modélisations exposées au sein de cet article présupposent qu'il existe effectivement une filière qui va utiliser la matière secondaire, le plus souvent à la place d'une matière vierge – à défaut, si la matière secondaire est produite sans avoir de débouché, cette matière n'est pas « secondaire », elle constitue un déchet – elle s'entasse ! Dans le cadre de la comptabilisation environnementale, le système de cycle de vie responsable de la production d'un déchet sans débouché reste responsable de ce déchet et « conserve » les impacts qui sont associés à son traitement.

De la prise en compte du service déchet à l'allocation des « bénéfices du recyclage »

Il a été montré au début de cet article que l'application de la méthode des stocks revient à considérer que :

- ✓ les matériaux issus d'un déchet sont gratuits pour ceux qui les utilisent ;
- ✓ la gestion des matériaux issus d'un déchet est gratuite pour ceux qui produisent ce déchet.

Une première mise en œuvre de la méthode d'extension des frontières du système a permis de dépasser la « gratuité » du déchet en montrant comment il convenait de considérer la fonction de production de matière M_{i+1} qui est associée à l'aval d'un système S_i donné. Concernant la méthode, telle qu'elle a été exposée dans les paragraphes précédents, il a toutefois été noté que les règles de comptabilisation auxquelles elle aboutit tendent à encourager la valorisation de matières en fin de vie, mais n'encouragent absolument pas la consommation de matière régénérée.

Il convient de ce fait de remarquer que cette première mise en œuvre de la méthode d'extension des frontières du système s'est focalisée sur la prise en compte de la fonction de production de matière M_{i+1} qui est délivrée par U_i à l'égard de U_{i+1} et qu'elle n'a pas considéré en retour la fonction de gestion des matières M_{i+1} en fin de vie qui est délivrée par U_{i+1} à l'égard de U_i .

En conduisant pour la fonction traitement des déchets une analyse équivalente à celle qui a précédemment été conduite dans le cas de la fonction de production de matière et en considérant que D_i est le bilan traditionnel de fin de vie des matières M_i , on peut établir que le bilan environnemental associé à la fonctionnalité U_i du système S_i ($i \geq 2$) s'écrit :

$$ICV_i = V_i - D_i + S_i - S_{i-1} - \sum_j (V_{i+1}) + D_{i+1}, \text{ pour } i \geq 2$$

$$ICV_1 = S_1 - \sum_j (V_2) + D_2$$

Cette formule plus générale d'application de la méthode d'extension des frontières du système aux opérations de valorisation permet d'établir le bilan environnemental de la fonctionnalité U_i en tenant compte :

- ✓ de la fonctionnalité de production de la matière M_{i+1} générée en aval de la fonctionnalité U_i ;
- ✓ de la fonctionnalité de service de gestion de la matière M_i qui est assurée par la fonctionnalité U_i .

On constate que cette formule propose également une règle d'attribution des bénéfices qui résultent des opérations de valorisation :

- ✓ Le bénéfice de l'évitement de production de la matière première, soit le terme $-\sum_j (V_{i+1})$, est systématiquement attribué à la fonctionnalité qui fournit la matière régénérée M_{i+1} qui se substitue à la matière première V_{i+1} ;
- ✓ Le bénéfice d'évitement de la gestion des matières M_{i+1} en fin de vie, soit le terme $-D_{i+1}$, qui serait comptabilisé pour la fonctionnalité U_{i+1} , est systématiquement attribué à la fonctionnalité qui utilise la matière régénérée M_{i+1} qui se substitue à la matière première V_{i+1} .

Il est à noter que cette répartition des bénéfices associés aux opérations de valorisation reste arbitraire. De ce fait, d'autres règles d'attribution des bénéfices sont envisageables ; par exemple, en suivant ce qui a été fait dans le cadre de l'élaboration du BP X30-323, les deux bénéfices associés à l'évitement de la production de matière première et à l'évitement de la gestion des déchets étant regroupés de manière à calculer un bénéfice global de l'opération de valorisation $(-\sum_j (V_{i+1}) - D_{i+1})$; ce bénéfice global est alors réparti selon diverses proportions possibles (50/50 ; 100/0 ou 0/100) entre les fonctionnalités U_i et U_{i+1} .

Dans le cas d'une répartition 50/50 des bénéfices associés aux opérations de valorisation, le bilan environnemental associé à la fonctionnalité U_i du système S_i ($i \geq 2$) s'écrit :

$$ICV_i = V_i - (\sum_j (V_{i+1}) + D_i) / 2 + S_i - S_{i-1} + D_{i+1} - (\sum_j (V_{i+1}) + D_{i+1}) / 2 \text{ pour } i \geq 2$$

Conclusions - Perspectives

La réalisation des travaux d'ACV sur les différentes voies de valorisation des PUNR a été l'occasion d'aborder différents points méthodologiques (notamment les questions relatives à la comptabilisation des opérations de valorisation).

La comptabilisation des opérations de valorisation est toujours une démarche délicate, dans le cadre des ACV, alors que les choix qu'elle conduit à faire, ont souvent une incidence notable sur les résultats. Cet article souhaitait faire le point sur le processus qui conduit à passer de la comptabilisation par la méthode des stocks à une comptabilisation par extension des frontières du système, en illustrant les différents aspects du raisonnement par le cas des pneumatiques et de leurs sous-produits.

Historiquement, la comptabilisation des opérations de valorisation dans les ACV a longtemps été effectuée en ayant recours à la méthode des stocks. Cette méthode conduit à considérer que les matériaux issus d'un déchet

sont gratuits pour ceux qui les utilisent, et que la gestion des matériaux issus d'un déchet est gratuite pour ceux qui produisent ce déchet ; elle paraît donc de ce fait de moins en moins adaptée à notre contexte industriel, dans lequel la création de valeur ajoutée par la valorisation n'est plus l'exception, mais devient le principe directeur de la politique de gestion des déchets.

La comptabilisation des opérations de valorisation par extension des frontières du système apporte une réponse qui semble aujourd'hui plus adaptée ; elle offre notamment la possibilité de prendre en compte le service rendu par la matière produite en aval d'une fonctionnalité : les matériaux issus de déchets ne sont plus fatalement gratuits pour ceux qui les utilisent. La mise en œuvre de cette méthode reste cependant multiforme, pouvant aller d'une comptabilisation articulée autour de la reconnaissance d'une fonctionnalité unique de production de matière à la reconnaissance conjointe des diverses fonctionnalités de production de matière et de gestion des déchets, cette dernière option éclairant *in fine* les principes de comptabilisation retenus dans le cadre du référentiel méthodologique BP X30-323 de l'affichage environnemental des produits de grande consommation.

En conclusion de cet article, il importe de souligner que, si les règles de comptabilisation des opérations de valorisation restent totalement « ouvertes » dans le cadre des normes ISO 14040/44, elles sont néanmoins de plus en plus encadrées, dans la pratique, par les recommandations qui peuvent être faites en France et au niveau international (Europe) tant au sein des réglementations qu'au sein des normes, notamment sectorielles (par exemple, dans le secteur du bâtiment). Le référentiel méthodologique BP X30-323 de l'affichage environnemental des produits de grande consommation présente ainsi de manière détaillée les formules de fin de vie recommandées dans le cadre de l'affichage environne-

mental en France ; les travaux actuels visent progressivement à fixer tous les aspects nécessaires à la mise en œuvre de ces calculs, notamment la nature des filières évitées. La Commission européenne est elle-même en train d'élaborer des règles de comptabilisation des opérations de valorisation dans le cadre de son « *Product Environmental Footprint Guide* ».

In fine, les règles gouvernant la comptabilisation des opérations de valorisations matières et énergies se construisent progressivement et de manière consensuelle ; il importe donc pour les praticiens et pour les utilisateurs des travaux d'ACV de tenir compte de ces avancées méthodologiques. En effet, bien que les règles en cours d'élaboration pour certains domaines d'application (affichage environnemental des produits de grande consommation ou *Product Environmental Footprint*) ne s'imposent à proprement parler que pour ces domaines, elles doivent cependant constituer des points de référence généraux dans la pratique ACV.

Dans tous les cas, la détermination de règles de comptabilisation environnementale des opérations de valorisation qui doivent être utilisées dans une ACV mérite d'être guidée par la volonté de représenter de façon la plus pertinente qui soit les systèmes industriels étudiés ; elle doit également être guidée par la nécessité de porter sur le système industriel un éclairage environnemental permettant d'identifier les actions d'éco-conception les plus bénéfiques et les plus robustes, ce qui suppose, dans la plupart des cas, de recourir à des analyses de sensibilité portant sur ces règles de comptabilisation.

Notes

* Expert en ACV, Président co-fondateur de Solinnen.

** Directeur du Développement d'Aliapur.

*** Experts en ACV, co-fondatrices de Bleu Safran.

Annexe – Table de correspondance

Le tableau ci-dessous fournit les définitions des différentes abréviations utilisées dans le présent article.

Nom	Définition	Nom	Définition
P_i	Phase de production du produit dans le système i (et, par extension, les impacts environnementaux de cette production i)	M_i	Matière consommée par le système i et produite par le système $i-1$.
S_i	Système i permettant notamment de remplir la fonctionnalité i (et, par extension, les impacts environnementaux de ce système i).	V_i	Impact environnemental de la production de matière vierge i , dont l'usage est équivalent à celui de la matière M_i en entrée du système S_i .
U_i	Phase d'usage du produit permettant de remplir la fonctionnalité i (et, par extension, les impacts environnementaux de cet usage i).	$\sum_j(V_{i+j})$	Somme des impacts environnementaux évités par le système i grâce à la production de la matière M_i en fonction de l'ensemble des filières de valorisation de M_i .
ICV_i	Inventaire du cycle de vie associé à la fonctionnalité i .	D_i	Impact environnemental de fin de vie des matières M_i en l'absence de valorisation.

Une démarche originale d'éco-conception intégrée à la supply chain : le projet de recherche européen CORINE

Par Pierre GARÇON*

Les industriels européens de l'aéronautique font face à une pression croissante en matière de réglementation environnementale. Les règlements REACH et RoHS sur les substances chimiques et DEEE sur les équipements électriques et électroniques imposent de nouvelles contraintes sur les matériaux et procédés qu'ils utilisent. L'objectif du projet CORINE (Conception Optimisée pour la Réduction de l'Impact et des Nuisances Environnementales), consacré à la filière hélicoptère, est d'en améliorer la performance environnementale en orientant le choix des matériaux et des procédés et ce, dès le stade de la conception. Le projet CORINE vise par ailleurs à tendre vers une meilleure prise en compte de cette démarche d'éco-conception tout au long de la *supply chain*, en développant un logiciel collaboratif entre donneurs d'ordres et fournisseurs de la filière. En ce sens, les PME sont au cœur du projet.

Plusieurs secteurs industriels européens se caractérisent par un grand nombre de sous-traitants, et donc par autant de savoir-faire très spécialisés. C'est le cas notamment dans l'automobile, l'électronique ou l'aéronautique. Les PME qui forment cette *supply chain* sont soumises, comme leurs donneurs d'ordres, à la pression de réglementations environnementales de plus en plus exigeantes. Or, la notion de management environnemental en est bien souvent absente ou mal déployée par manque de moyens, de savoir-faire et d'outils accessibles. Malgré cette pression croissante, le triptyque classique - qualité, coût et délai - reste au centre de la réflexion des concepteurs.

La faible intégration des valeurs environnementales au sein des PME

Plusieurs raisons permettent d'expliquer les difficultés rencontrées par les PME à prendre en compte les questions environnementales dans le développement de leurs produits :

- ✓ Un accès limité à l'information. Les PME n'ont aucun accès simple et direct aux informations relatives aux impacts environnementaux des substances dangereuses, des processus de fabrication ou de la fin de vie des produits.
- ✓ Un manque d'expertise environnementale. Les PME disposent rarement des connaissances et de l'expertise nécessaires en matière d'environnement.
- ✓ Une absence de management environnemental. Les PME manquent de temps et de moyens pour mettre en place

de systèmes de gestion dédiés à l'amélioration continue de leurs performances environnementales.

- ✓ Une marge de négociation réduite. Les PME ne sont pas en position de force dans les négociations avec leurs clients, qui sont souvent leurs donneurs d'ordres lesquels leur imposent des cahiers des charges très précis et peu négociables. De plus, elles n'ont aucune vision de la *supply chain* dans son ensemble.

C'est dans ce contexte qu'a été lancée l'initiative CORINE (Conception Optimisée pour la Réduction de l'Impact et des Nuisances Environnementales), un projet européen de recherche dédié à la filière hélicoptère, cofinancé sur trois ans par l'outil financier LIFE de la Commission européenne et par dix partenaires franco-italiens :

- ✓ un donneur d'ordres, leader mondial du secteur des hélicoptères civils : Eurocopter ;
- ✓ un expert en éco-conception et en développement de logiciels : EcoMundo ;
- ✓ des experts techniques : le CARMA (Centre d'Animation Régional en Matériaux Avancés), LCE (Analyse de cycle de vie) et l'ISITV-TVT (Institut des Sciences de l'Ingénieur Toulon-Var) ;
- ✓ des PME, qui sont des sous-traitants d'Eurocopter : Expiris, Carbone Forgé, REXXIA, Solution F et PMA Bonnans.

Vers une démarche d'éco-conception collaborative et innovante

Le projet CORINE vise à relever un défi ambitieux : mettre en place une démarche d'éco-conception au sein de

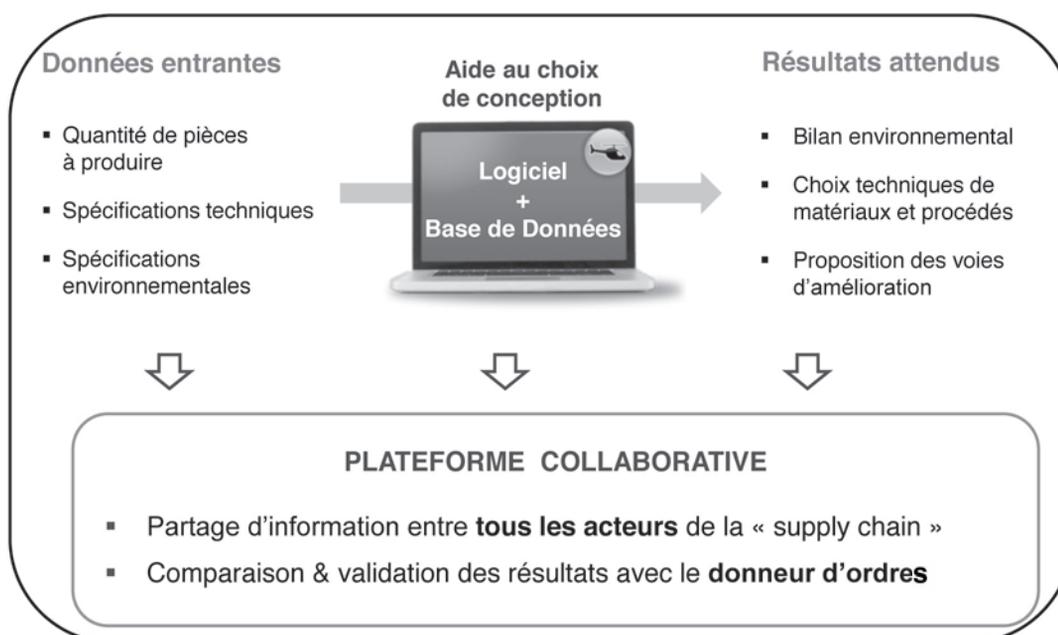


Figure 1 : CORINE : Un logiciel innovant.

la *supply chain* d'un produit aussi complexe qu'un hélicoptère et impliquant une multitude de petits fournisseurs.

Pour répondre à cette attente, mais aussi aux difficultés des PME de la *supply chain* en matière de management environnemental, le projet CORINE prévoit le développement d'un outil informatique d'aide à la conception de projets qui devra :

- ✓ être collaboratif et pouvoir être utilisé à la fois par les donneurs d'ordres et les sous-traitants (le plus souvent, des PME) ;
- ✓ être complet et précis tout en restant pédagogique et intuitif, pour répondre aux attentes et aux besoins des experts comme des novices ;
- ✓ intégrer les dimensions techniques, environnementales et réglementaires (REACH, RoHS, etc.) et mettre à la disposition des utilisateurs une information claire et simple sur les principales contraintes qui en découlent ;
- ✓ accroître la sensibilisation et approfondir les connaissances des utilisateurs en matière de management environnemental, notamment dans le cas des PME.

Cet outil sera déployé sur une plate-forme Internet afin de faciliter le partage d'informations entre décideurs et fournisseurs. Il permettra de modéliser la conception d'un projet, étape par étape. Dédié aux ingénieurs et aux concepteurs en charge de tels projets, il sera en mesure, pour chaque étape, de proposer des recommandations de matériaux, de procédés ou de technologies alternatifs présentant des propriétés environnementales moins impactantes.

Ces recommandations se feront sur la base de résultats d'analyses de cycle de vie (ACV), ce qui permettra une sensibilisation forte des concepteurs sur l'origine réelle des impacts (extraction des matières premières, transport, fabrication, fin de vie, etc.). Les ajustements qui en découleront en seront d'autant plus précis et donc efficaces. Cependant, de telles analyses sont impossibles sans données chiffrées.

Pour cela, la démarche du projet CORINE repose sur deux points essentiels (voir la figure 1) :

- ✓ L'utilisation de bases de données existantes. Pour que l'outil soit le plus complet possible, certaines bases de données - publiques ou non - seront intégrées à la base de données CORINE.
- ✓ La création d'une base de données spécifique au secteur aéronautique. Pour sa réalisation, une méthodologie de collecte des données sera définie, à partir du principe de collecte des ACV et notamment des exigences de la récente base de données européenne European Life Cycle Database (ELCD). Dans un premier temps, cette méthodologie sera validée en étant déployée auprès d'Eurocopter et d'un groupe restreint de PME spécialisées dans les technologies de pointe du secteur. Pour cela, plusieurs pièces d'hélicoptère ont été sélectionnées en tant que « démonstrateurs » du projet. Pour chaque démonstrateur, une technologie de référence et plusieurs technologies alternatives associées à sa fabrication seront analysées et les données d'impact environnemental collectées. Ces données concerneront les matériaux, les procédés et l'outillage utilisés dans chaque cas. Afin de garantir la qualité des données, la collecte suivra une démarche standardisée, identique pour tous les partenaires. Dans un second temps, après vérification de la cohérence de l'ensemble des résultats, ils seront partagés avec le plus grand nombre d'acteurs et la collecte pourra être étendue à de nouveaux procédés, de nouveaux fournisseurs et de nouvelles pièces.

Comme nous venons de le voir, le futur utilisateur du logiciel aura à sa disposition un outil d'aide au choix de conception visant à une amélioration permanente du profil environnemental des différentes pièces utilisées pour la construction d'hélicoptères. Au-delà de l'ambition technologique d'un tel outil, c'est surtout son utilisation collaborative qui en fait toute l'originalité (voir la figure 2).

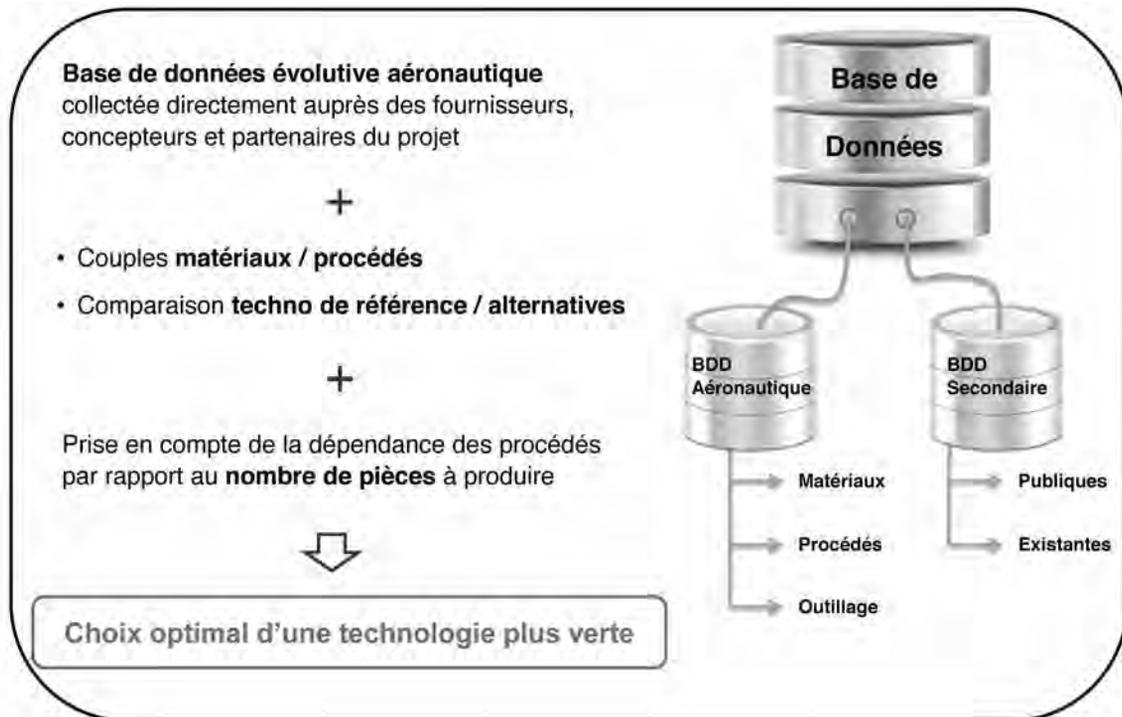


Figure 2 : La base de données CORINE.

D'une part, cet aspect collaboratif de l'interface permettra aux donneurs d'ordres de faire connaître leur(s) cahier(s) des charges et d'avoir accès en permanence aux différentes offres des fournisseurs. Le choix entre les différentes technologies en sera donc facilité et accéléré. Cela permettra de rapprocher l'impact environnemental d'un projet des aspects classiquement évalués que sont les contraintes techniques, la qualité, le coût et les délais.

D'autre part, les PME sous-traitantes seront les principales bénéficiaires de l'outil. En effet, lors de la conception d'une pièce et pour chaque étape de sa fabrication, le logiciel CORINE permettra de sélectionner le meilleur rapport propriétés techniques/impact environnemental, tout en tenant compte des contraintes du donneur d'ordres. Le logiciel les aidera ainsi à intégrer les questions environnementales à leurs habitudes quotidiennes de travail, et par voie de conséquence à accroître leur sensibilisation et approfondir leurs connaissances sur ces questions. Une meilleure compréhension des impacts environnementaux de leurs technologies leur permettra de favoriser l'innovation pour conduire à une amélioration de leur compétitivité.

Un outil en constante évolution

Parmi les résultats attendus de ce projet, il y a tout d'abord la perspective concrète de réduction de l'impact environnemental de toute une filière. Au-delà de données chiffrées toujours difficiles à estimer sur ce type de projet à long terme, c'est l'amorce d'une nouvelle façon de travailler qui doit permettre d'envisager une amélioration du management environnemental et, par répercussion, une diminution globale des impacts de la filière.

Cette nouvelle façon de faire permettra de générer, grâce à l'outil CORINE, une émulation positive entre :

- ✓ les sous-traitants, incités à développer des technologies durables en bénéficiant du soutien de leurs donneurs d'ordres ;
- ✓ et les donneurs d'ordres, incités à stimuler l'innovation au sein de leurs propres chaînes de production, ainsi que chez leurs sous-traitants.

Cette émulation devra être pérennisée afin d'ancrer la démarche dans la durée. Elle pourra ensuite être exportée vers d'autres secteurs d'activité présentant les mêmes caractéristiques que la filière hélicoptère, à savoir un produit fini complexe et un nombre conséquent de fournisseurs et sous-traitants. Il pourra s'agir notamment de l'industrie automobile ou de la construction navale. Dans ce cadre, la base de données CORINE devra être constamment enrichie en nouveaux matériaux, procédés et technologies, afin de répondre au plus près aux attentes des utilisateurs, à tous les niveaux de la *supply chain*. En intégrant, enfin, l'ensemble du cycle de vie à l'analyse des impacts environnementaux, la plate-forme CORINE présentera un point de convergence pour tous les acteurs de la *supply chain* d'un même secteur, du concepteur jusqu'au recycleur.

Pour conclure, le projet CORINE permettra de doter la filière hélicoptériste d'un outil performant lui offrant l'opportunité de développer sa propre stratégie environnementale. C'est pour toutes ces raisons que le projet CORINE est innovant. Il introduit un nouveau mode de gouvernance dans une industrie de pointe ultra-compétitive, où l'innovation en matière de conformité environnementale s'affiche de plus en plus comme une source de différenciation, en se basant sur :

- ✓ la décision de professionnels d'une même filière de s'unir pour réduire leurs impacts environnementaux ;
- ✓ l'inclusion de l'impact environnemental comme paramètre décisionnel dans le management de projets complexes et multipartenaires ;
- ✓ une nouvelle vision de la *supply chain* comme chaîne de valeur de la filière, avec l'ambition de renforcer chaque

maillon pour augmenter la capacité globale de la filière à obtenir un indéniable avantage compétitif.

Note

* Président d'EcoMundo, jeune entreprise de conseil en éco-conception et en développement de logiciels, partenaire du projet CORINE.

Groupe Total : des solutions innovantes pour réduire l'empreinte environnementale

Le programme Total Ecosolutions

Par Yves GERMAIN*

Lancé en 2009, le programme Total Ecosolutions consiste à développer des produits et des services innovants permettant de consommer moins et/ou de réduire leur impact sur l'environnement ; des produits et services qui pour être labellisés doivent présenter, pour un service rendu équivalent, une performance environnementale significativement supérieure aux standards du marché.

L'analyse du cycle de vie est au cœur du processus d'évaluation des dossiers de labellisation mis en place par Total.

Le contexte

Les attentes en matière de consommation évoluent : maîtriser sa consommation, réduire son impact environnemental sont aujourd'hui des exigences de plus en plus affirmées. Dans le cadre de ses actions pour réduire l'impact de ses activités et de ses produits sur l'environnement, Total a donc souhaité proposer à ses clients des produits et des services plus performants sur le plan environnemental et/ou dotés d'une meilleure efficacité énergétique. Cette approche repose sur la mobilisation de toutes les compétences (recherche & développement, *marketing*, stratégie, développement durable), dans une dynamique d'innovation et de progrès continus.

Le programme Total Ecosolutions

Lancé en 2009, le programme Total Ecosolutions consiste à développer des produits et des services innovants permettant à nos clients de consommer moins et/ou de réduire leur impact sur l'environnement. Ces offres sont regroupées sous un label développé par Total, Total Ecosolutions (voir la figure 1).

Pour bénéficier du label Total Ecosolutions, nos produits et services doivent présenter, pour un service rendu équivalent, une performance environnementale significativement supérieure aux standards du marché : une consommation moindre de ressources naturelles (énergie, eau...) et/ou un impact environnemental moins important.

Le processus de labellisation Total Ecosolutions a été développé dans le respect des normes internationales

ISO 14020 et ISO 14021 [1] qui encadrent les déclarations environnementales. Le programme bénéficie d'une gouvernance interne qui a pour rôle de sélectionner et d'évaluer les produits et services éligibles à la labellisation, de garantir le respect du processus de labellisation, de passer en revue, chaque année, l'offre Total Ecosolutions pour vérifier qu'elle répond toujours effectivement aux critères de labellisation.

Dans cet article, nous présenterons l'analyse de cycle de vie (ACV), qui s'inscrit comme un outil particulièrement adapté pour répondre aux objectifs de ce programme.

Les produits et les services concernés

Le programme peut s'appliquer à tous les produits et services de Total. Il s'agit notamment des produits pétroliers et dérivés, des produits de la chimie de spécialité, des grands plastiques, du gaz, des énergies alternatives ou encore des services liés à la mobilité (Une description détaillée des activités, des produits et des services de Total est disponible en ligne sur le site Internet du groupe [2]).



Figure 1 : Logo du label Total Ecosolutions.

Le processus de labellisation et les ACV

Les points clés du programme

L'attribution du label Total Ecosolutions est considérée comme une auto-déclaration environnementale. À ce titre et en l'absence d'un label externe répondant aux exigences de diversité des produits et services, le groupe Total a choisi d'établir un référentiel de labellisation conforme aux normes ISO 14020 et ISO 14021 [1].

Le référentiel Total Ecosolutions a été élaboré de façon à produire des données qui soient fiables. Cette conformité a fait l'objet d'une vérification externe par un cabinet indépendant [3].

Une fiche produit (ou service), communicable en externe sur demande, a été élaborée : conformément aux préconisations des normes ISO 14020 et ISO 14021, cette fiche inclut les éléments pertinents justifiant les données qualitatives et quantitatives avancées pour démontrer le gain environnemental apporté par la solution labellisée Total Ecosolutions (pour plus de détails sur le programme, le lecteur est invité à consulter l'adresse Web citée en référence [3]).

Méthodologie

Le principe d'évaluation consiste à comparer la performance environnementale d'un produit (ou d'un service) proposé par Total avec celle d'un produit (ou d'un service) de référence, à service rendu au client équivalent. Le processus d'évaluation procède en trois étapes clés :

a) La définition du produit (ou du service) de référence

- ✓ si elle existe, la référence technique est définie par des spécifications normées (standard reconnu par le marché) ;
- ✓ une sélection de produits (ou de services) représentative de la majorité du marché (à l'exception du produit ou du service Total à labelliser), selon les données publiques disponibles.

b) La définition de l'unité fonctionnelle

L'unité fonctionnelle est un élément de mesure qui permet de quantifier la fonction remplie par un produit ou par un service. Elle représente le service rendu unitaire, défini par Total, sur la base duquel est établie la comparaison entre la solution Total Ecosolutions et la solution de référence. Son choix est une étape clé puisque les gains et les pertes environnementaux seront évalués sur la base invariable qu'est l'unité fonctionnelle.

c) L'évaluation comparative de la performance

Tout produit (ou service) labellisé Total Ecosolutions doit présenter une amélioration significative de la performance

pour l'unité fonctionnelle choisie, sur un ou plusieurs critères de performance (consommation de ressources non renouvelables, utilisation d'énergie primaire, effet de serre, autres impacts significatifs : déchets, eau, etc.). Le critère pertinent doit être choisi au cas par cas, en fonction des secteurs de référence concernés.

Parmi l'ensemble des critères de labellisation, l'impact global sur l'environnement du produit ou du service (son bilan environnemental) doit être examiné afin de s'assurer :

- ✓ que tous les impacts environnementaux significatifs ont bien été pris en compte ;
- ✓ que l'amélioration significative de la performance ne dissimule pas un transfert net sur d'autres impacts environnementaux (ou sur d'autres étapes du cycle de vie du produit) ;
- ✓ enfin, que cette performance ne soit pas le simple résultat d'une obligation réglementaire.

Les normes ISO 14020 et ISO 14021 (et donc le référentiel Total Ecosolutions lui-même) n'imposent pas la réalisation d'une analyse complète du cycle de vie. En revanche, les éventuels impacts (positifs ou négatifs) connus de la substitution d'un produit ou d'un service Total Ecosolutions sont mentionnés dans le dossier de labellisation, même si seule est possible une caractérisation qualitative.

Le programme Total Ecosolutions a été une des raisons qui ont renforcé l'usage et la pratique de l'ACV chez Total. Cet outil permet en effet d'apporter des éléments tangibles et quantifiés pour répondre aux exigences citées plus haut. Les données d'inventaire ne sont pas toujours disponibles (ou pas toujours fiables), surtout s'agissant de procédés issus de l'innovation. Dans ces situations, l'examen de scénarios balayant les cas extrêmes et les analyses de sensibilités aux paramètres permettent de tester la robustesse des conclusions.

Avec la constitution des dossiers de labellisation, il s'est construit chez Total un savoir-faire de la pratique de l'ACV. Cette expertise se développe grâce à des échanges de bonnes pratiques entre praticiens, en interne, et grâce aussi à des collaborations universitaires, comme avec le Cirai [4] de l'Université de Montréal, et à la contribution du groupe au montage de réseaux collaboratifs, comme Record et Score-LCA (voir l'encadré en fin d'article) [5].

L'exemple de la branche pétrochimie de Total

L'exemple que nous présentons ci-après (voir la figure 2) reprend le cas d'un produit de la pétrochimie labellisé en 2011. Il s'agit d'un grade de polypropylène, le PPC 9612, qui est utilisé pour la fabrication (selon le procédé du moulage par injection) de caisses servant au stockage et au transport de marchandises (des informations sur ce grade et sur ses applications sont présentées dans des brochures disponibles sur le site de Total Petrochemicals [6]). Le PPC 9612 présente l'avantage de permettre la fabrication de caisses allégées, qui permettent donc aux clients plasturgistes de réaliser des économies de matière première. Le marché concerné est le marché européen, le label porte donc sur ce périmètre (des détails sont disponibles, sur demande [3]).



Figure 2 : Exemple de produit labellisé : un polypropylène servant à la fabrication de caisses résistant à des charges mécaniques assez importantes destinées au stockage et au transport de marchandises.

Ici, l'unité fonctionnelle est une caisse pouvant transporter et stocker une charge de 20 kg. Sa durée de vie est de dix ans. Les autres spécifications techniques de l'unité fonctionnelle sont elles aussi définies [3].

La référence sur le marché est un grade de fluidité standard présentant un compromis de propriétés mécaniques reconnues pour cette application (stockage & transport). Le grade PPC 9612 est plus fluide que le grade de référence, tout en conservant le compromis de propriétés mécaniques requis. La fluidité de ce grade permet de l'injecter dans des parois de moules de plus en plus minces et cela ouvre des opportunités de conception des caisses allégées. Le poids de l'unité fonctionnelle peut ainsi être réduit d'environ 35 %, le poids d'une caisse passant de 2 à 1,3 kg sans altération des propriétés techniques des caisses ni des conditions de l'injection lors de leur fabrication.

L'ACV montre que c'est la phase de fabrication de l'unité fonctionnelle incluant la production de matière et la mise en forme de la caisse qui est la plus impactante de celles de l'ensemble du cycle de vie. Ainsi, le gain sur tous les impacts est de l'ordre du rapport des masses de l'unité fonctionnelle, soit une réduction de 35 %. Les données nécessaires pour le calcul proviennent des inventaires (pour le polypropylène et le procédé d'injection) disponibles dans la base Ecoinvent [7]. Pour la fin de vie, il a été considéré une part de valorisation énergétique de 30 % avec un rendement de 60 % pour les incinérateurs, d'après les statistiques de 2009 [8]. L'incertitude est liée à celle des données de ces publications (voir la figure 3).

35 % de réduction de la quantité de matière utilisée pour produire une pièce par injection est une performance très

significative, qui se traduit par une réduction du même ordre pour tous les impacts. Il a été évalué une émission évitée de 2 200 kt d'équivalent CO₂ par utilisation de 1 000 kt de ce grade polypropylène (le PPC 9612) pour la fabrication de caisses de poids réduit.

Conclusion

L'ACV est au cœur du processus d'évaluation des dossiers de labellisation. Elle s'est imposée comme un des outils les plus performants permettant de répondre aux préconisations de l'ISO 14020 et de l'ISO 14021 qui encadrent l'auto-déclaration environnementale.

Dans la pétrochimie, le programme Total Ecosolutions a été salué par les acteurs du marché par l'obtention de deux prix, décernés en 2010 et en 2011 : le Prix de la meilleure innovation 2010 attribué par le réseau des producteurs européens d'articles plastiques [9] et l'Oscar de l'emballage 2011, dans la catégorie matériaux plastiques [10].

Le programme Total Ecosolutions regroupe aujourd'hui plus de trente produits et services : plastiques, résines, colles, lubrifiants, carburants, solutions de chauffage, compteur « intelligent »... Cette gamme de solutions éco-performantes va progressivement s'élargir.

Notes

* Manager Gestion responsable des produits, Total Petrochemicals Research Feluy (Belgique).

(1) Jean-Paul Cazalets (Total), Bénédicte Couffignal (Record), Charlotte Hugrel (Bleu Safran), Stéphane Morel (Renault), Philippe Osset (Solinnen), Anne Prieur-Vernat (GDFSuez), Stéphane Thomas (Veolia) & Cristele Wojewodka (Saint-Gobain).

Bibliographie

[1] ISO 14020 : 2000 « Étiquettes et déclarations environnementales - Principes généraux » et ISO 14021 : 1999 « Marquage et déclarations environnementaux - Auto-déclarations environnementales (Étiquetage de type II) ».

[2] Site Web du groupe Total.
<http://www.total.com>

[3] Présentation du programme Total Ecosolutions.
<http://www.total.com/total-ecosolutions>

[4] Ciraiq, *Interuniversity Research Centre for the Life Cycle of Products, Processes and Services*, Université de Montréal, Canada.

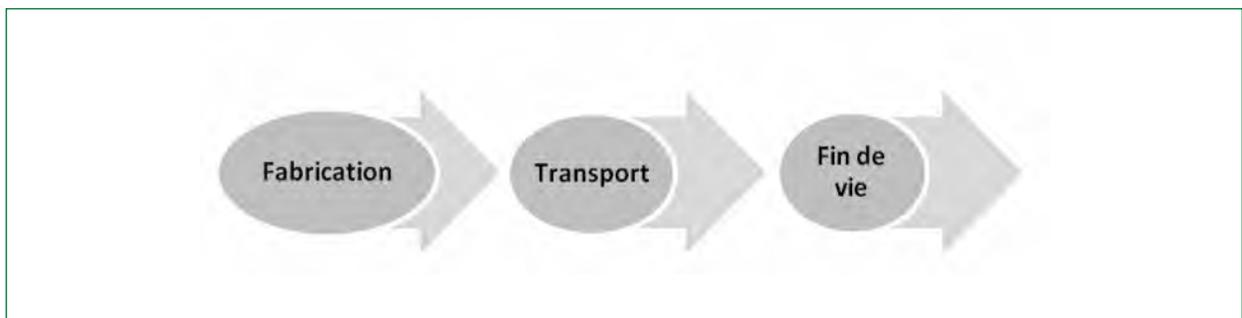


Figure 3 : La fabrication de l'unité fonctionnelle est de toutes les phases du cycle de vie du produit celle qui a le plus d'impact.

[5] Record, Réseau de Recherche coopérative sur les déchets et l'environnement, <http://www.record-net.org/>, France, et Score-LCA : Structure européenne de recherche collaborative sur l'ACV, 2011.

[6] Site Web de Total Petrochemicals : <http://www.totalpetrochemicals.com>

[7] Base de données Ecoinvent : <http://www.ecoinvent.com>

[8] "The Compelling Facts About Plastics 2009", Plastics Europe, 2010 : <http://www.plasticseurope.org>

[9] EPPM, *European Plastic Products Manufacturers* : <http://www.eppm.com>

[10] Oscar 2011 de l'emballage, <http://www.industrie.com/emballage/>, novembre 2011, France.

Structure de recherche collaborative en analyse de cycle de vie ScoreLCA : objectifs et organisation INDLR : l'assemblée générale constitutive s'est tenue le 23 mars 2012

Les nouveaux défis environnementaux imposent aux entreprises de disposer d'une double compétence : savoir-faire et faire savoir.

Or, il s'avère que le domaine scientifique répondant à ces enjeux, la quantification environnementale (incluant l'ACV et l'ensemble des approches complémentaires aux études locales d'impact environnemental et sanitaire), reste, par rapport aux disciplines académiques, un parent pauvre de la recherche française. Les entreprises manquent donc d'appuis et de relais de proximité.

Les membres fondateurs ont donc décidé de créer l'association ScoreLCA pour favoriser et développer la recherche sur l'ACV et la quantification environnementale. Trois convictions animent ce projet :

- ✓ les entreprises doivent être des partenaires actifs de la recherche : leurs questions et leurs interrogations doivent contribuer à orienter la recherche, et les travaux correspondants (qui seront notamment réalisés par des organismes de recherche) doivent répondre aux enjeux de notre économie,
- ✓ les actions de recherche hors du champ de la concurrence (développement méthodologique, états des lieux, veille internationale, etc.) gagnent à être mutualisées tant pour la qualité que pour le coût,
- ✓ l'engagement des entreprises dans le domaine de l'environnement doit être reconnu et valorisé au niveau français (l'Ademe soutient la démarche de progrès commun) comme au niveau international.

EDF, GDF Suez, Total, Veolia Environnement R&I, Renault, Saint-Gobain, soutenus par l'association Record (représentée lors du colloque par sa directrice, Mme Bénédicte Couffignal), ont donc souhaité porter la création d'une structure collaborative de recherche d'intérêt général, appuyée par un directoire scientifique et dédiée aux travaux relatifs à l'ACV et à la quantification environnementale (l'Ademe a fait part de l'intérêt que représente à ses yeux cette initiative).

L'objet de ScoreLCA

L'association ScoreLCA vise à promouvoir et à organiser une collaboration entre les acteurs industriels, institutionnels et scientifiques afin de favoriser une évolution positive, partagée et reconnue aux niveaux européen et international de la méthode d'analyse du cycle de vie et de sa mise en pratique. La gouvernance de l'association est assurée par ses membres actifs et est orientée grâce à l'appui d'un directoire scientifique. Elle a plus particulièrement pour objet de :

- ✓ définir des programmes de recherche relatifs à l'analyse du cycle de vie (ces programmes étant confiés à des centres de recherche et/ou à des prestataires publics ou privés) ;
- ✓ favoriser l'échange entre les différents acteurs (qu'il s'agisse de commanditaires ou de praticiens) qui s'impliquent dans l'utilisation de l'analyse du cycle de vie de manière à construire collectivement les meilleures pratiques du domaine (une mission d'information et de sensibilisation à l'ACV est également prévue) ;
- ✓ assurer une large diffusion des avancées réalisées en matière de collecte de données, de méthodes et de retours d'expériences, ainsi que des meilleures pratiques du domaine ;
- ✓ intervenir, dans le cadre des échanges scientifiques européens et internationaux, afin d'assurer une veille technologique sur l'analyse du cycle de vie et de porter à la connaissance de la communauté scientifique internationale les avancées scientifiques réalisées dans le cadre de ScoreLCA.

Les programmes de recherche à engager pourront notamment concerner :

- ✓ **les principes de modélisation des systèmes étudiés et de construction de leurs inventaires** (par exemple, les questions relatives à la délimitation des frontières du système, les problématiques d'allocation, les limites temporelles pour la prise en compte des flux dans les inventaires, l'analyse critique des données disponibles, etc.) ;

- ✓ **les algorithmes de calcul et les outils ACV** (par exemple, l'évaluation des algorithmes de calcul des inventaires en vue de leur intégration dans un outil ACV, les questions posées par l'interfaçage informatique entre des outils métiers (logiciels de CAO, logiciels de modélisation en génie des procédés...) et des outils ACV) ;
- ✓ **les indicateurs d'impact et les indicateurs de flux** (par exemple l'état de l'art des indicateurs existants et de leur fiabilité, l'évaluation de l'adéquation entre les modalités de calcul des inventaires en cycle de vie et l'opportunité de développer une approche calculatoire des impacts, etc.) ;
- ✓ **les méthodes d'analyse et d'interprétation** (par exemple, la prise en compte des incertitudes dans l'interprétation des résultats, l'utilisation de la normalisation pour appréhender les ordres de grandeur des impacts, etc.) ;
- ✓ **les autres méthodes d'évaluation des produits et des services complémentaires à l'ACV** (par exemple, l'ACV conséquentielle, la monétarisation des impacts environnementaux, l'évaluation socio-économique des produits et des services, la méthode *Input/Output*...) ;
- ✓ **enfin, la veille et la capitalisation** (par exemple, la réalisation d'états de l'art ou de points de vue critiques sur un aspect de la méthode ou sur un secteur d'application donné, etc).

LE PROGRAMME 2012-2013 (Projet)

ScoreLCA initie ses premiers travaux de recherche dès 2012 ; les sujets ci-après ont été présélectionnés par les entreprises fondatrices pour le Programme 2012-2013 :

- ✓ ACV conséquentielle : comment bien gérer le passage d'une évaluation de dimension micro-économique à une évaluation de dimension macro-économique ?
 - ✓ Prise en compte de l'épuisement des ressources dans l'analyse de cycle de vie ; état de l'art, synergie avec la stratégie ressources européenne, perspectives ;
 - ✓ Revue critique : retour d'expérience et besoins des industriels ;
 - ✓ ACV et analyse composante principale : comment identifier les flux majeurs tant au niveau « inventaire » (paramètres technologiques explicites prédominants) qu'au niveau « impact » ?
 - ✓ Veille internationale (activité pérenne) : publications, conférences, tendances, bruit de couloirs, etc.
- Ce programme pourrait, le cas échéant, être élargi. Les organismes et les entreprises intéressés ne doivent surtout pas hésiter à contacter l'association ScoreLCA (<http://scorelca.org>).

Denis Le Boulch (Chercheur Expert, EDF R&D, Département Eco-Efficacité et Procédés Industriels) *et al.*

L'analyse du cycle de vie dans l'entreprise

Par Pierre-Marie GUINEHEUC*

Nous exposerons dans cet article un retour d'expériences acquises lors d'une action collective visant à inciter et à accompagner des PME de la région Midi-Pyrénées dans leur pratique de l'analyse du cycle de vie (ACV) et de l'analyse de la valeur. Cette action collective intitulée « Développement Durable et Eco-Socio-Conception, "Innover autrement" », a été portée par Mme Christine Schoendorf, de l'Agate (Agence de développement économique du Tarn).

Les entreprises bénéficiaires ont souhaité mettre en œuvre l'ACV et l'éco-conception afin de prendre la mesure tant de leur vulnérabilité environnementale que des opportunités qui s'offraient à elles.

L'analyse de cycle de vie (ACV)

L'analyse de cycle de vie est une méthode d'évaluation des impacts environnementaux d'un produit (ou d'un service) sur la totalité de son cycle de vie. Cette approche globale vise à la fois à avoir une vision des différentes étapes du cycle de vie et à disposer d'un panel d'indicateurs environnementaux suffisamment large pour pouvoir aborder la problématique environnementale dans son intégralité.

Cette approche globale apporte la visibilité nécessaire pour mesurer d'éventuels transferts de pollution d'une étape à une autre ou d'un impact à un autre, et être ainsi en mesure de les éviter (voir la figure 1).

Par ailleurs, l'analyse des cycles de vie nécessite de changer la vision que l'on porte sur le produit. En effet, l'ACV propose de ne plus considérer le produit en tant que tel, mais de l'approcher à travers la fonction qu'il remplit. Pour étudier le cycle de vie d'un produit ou d'un service, il est donc nécessaire de chiffrer cette fonction, on parle alors d'unité fonctionnelle. Cette nouvelle vision est indispensable pour pouvoir prendre suffisamment de recul sur la solution technique étudiée et envisager des solutions innovantes de reconception.

Il est à noter que l'analyse des cycles de vie est une méthodologie standardisée par les normes ISO14040 et ISO 14044, qu'il convient donc de respecter pour mener à bien une étude d'ACV selon les règles de l'art.

Les motivations des entreprises

Le besoin d'information environnementale

Connaître les forces et les faiblesses environnementales de son produit/service/entreprise

Le pilotage d'une entreprise nécessite une batterie d'indicateurs qui permette à ses responsables de mieux appréhender

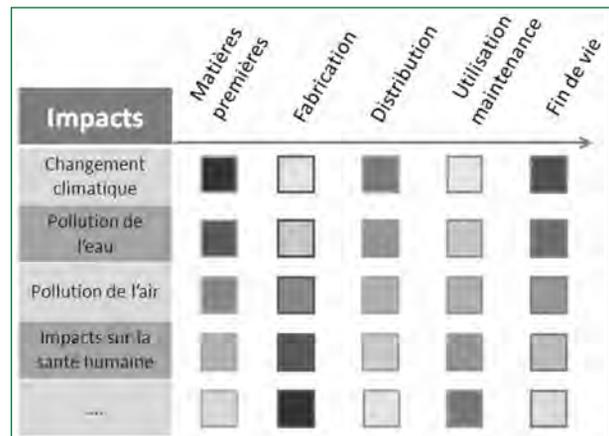


Figure 1 : Impacts environnementaux des différentes phases du cycle de vie d'un produit (Code nuances : plus le carré est foncé, plus l'impact est grand).

leur environnement. Les nouveaux indicateurs apportés par l'évaluation environnementale des produits, des sites et des services donnent davantage de lisibilité aux décideurs.

De par son approche globale, l'analyse de cycle de vie permet d'élargir le champ de vision de ceux qui la mettent en place et met en lumière les forces et les faiblesses de leur produit (de leur activité, de leur service) sur l'ensemble de leur cycle de vie.

La mise en place de cet outil ouvre de nouvelles perspectives d'innovation permettant d'anticiper plus sereinement les futures évolutions économiques, socio-environnementales et/ou réglementaires.

Evaluer, anticiper et innover

Evaluer son niveau de performance (ou de vulnérabilité) environnementale

L'analyse de cycle de vie est une approche quantitative, globale et multicritère qui permet de mesurer le niveau de

performance ou de vulnérabilité environnementale des produits (sites ou services) grâce à une batterie d'indicateurs, sur la totalité du cycle de vie desdits produits. Ces indicateurs environnementaux peuvent alors prendre place dans les tableaux de bord des gestionnaires d'entreprise et dans les cahiers des charges techniques des concepteurs afin de tendre vers des produits de plus en plus performants du point de vue du respect de l'environnement.

Anticiper les futures réglementations environnementales et énergétiques

La mise en place de l'analyse de cycle de vie permet aux entreprises d'appréhender la question de l'évolution de la réglementation environnementale.

Tout d'abord, en raison de la responsabilité élargie des producteurs (1), les entreprises sont responsables de la fin de vie de leurs produits et doivent anticiper le coût de l'élimination de ce dernier. Cette responsabilité élargie est déjà en place pour les emballages ménagers, les pneumatiques, les véhicules hors d'usage, les équipements électriques et électroniques et les textiles, et elle est en train de s'étendre rapidement à d'autres produits (meubles, déchets d'activités de soins à risque infectieux (Dasri), bouteilles de gaz,...).

Par ailleurs, les obligations réglementaires couvrent des spectres de plus en plus larges, certaines réglementations spécifiques exigeant de plus des réponses pointues (comme les directives RoHS, Reach,...) (2).

La mise en place d'une veille environnementale est aujourd'hui souhaitable, voire indispensable, pour anticiper suffisamment tôt les évolutions des réglementations environnementales et énergétiques.

Anticiper sur les évolutions des coûts des matières premières et de l'énergie

L'analyse de cycle de vie permet de prendre la mesure de la dépendance de son activité (matières premières utilisées et procédés mis en œuvre) vis-à-vis des énergies fossiles et de matières premières en voie de raréfaction. Anticiper dès aujourd'hui l'augmentation future des coûts des matières/matériaux et des sources d'énergie est primordial, si l'on souhaite maintenir ses prix de revient industriels à un niveau minimal et conserver ainsi des marges suffisantes.

Anticiper les changements dans les comportements des consommateurs

Les questions environnementales préoccupent beaucoup de nos concitoyens, qui sont également des consommateurs. De plus en plus soucieux de l'environnement, ces consommateurs sont prêts à changer leurs comportements et leurs modes de consommation et d'achat. Les parts de marché spécifiques associées à ces consommateurs étant de plus en plus importantes (3), une entreprise ne peut plus aujourd'hui se couper de cette clientèle et peut d'autant moins se dispenser de réfléchir aux moyens de répondre aux aspirations et aux attentes futures de cette dernière.

Anticiper les demandes de ses clients (particuliers, entreprises et collectivités)

Le développement des systèmes de management environnemental (SME) a beaucoup fait évoluer les pratiques de travail et de management des entreprises. Lorsque les entreprises mettent en place un SME sur leurs sites et/ou l'intègrent dans leurs processus, leurs marges de progrès deviennent au fil du temps de plus en plus faibles et coûteuses et c'est alors tout naturellement qu'elles intègrent l'approche cycle de vie et se tournent vers leurs fournisseurs et leurs sous-traitants.

En adoptant l'approche cycle de vie, les entreprises doivent associer et accompagner l'ensemble des intervenants sur le cycle de vie d'un produit (ou d'un service) dans une spirale vertueuse tendant à une meilleure prise en compte de la préservation de l'environnement.

En ce qui concerne les entreprises travaillant pour les collectivités, il existe, depuis le 7 janvier 2004, un décret (4) donnant la possibilité d'intégrer dans les appels d'offres publics des critères environnementaux. Il en résulte l'apparition dans les cahiers des charges d'un plus grand nombre d'exigences environnementales imposant un certain niveau de performance environnementale aux entreprises souhaitant candidater.

Innover pour conserver ses marchés et en aborder de nouveaux

La mise en place d'une démarche d'analyse de cycle de vie constitue une opportunité d'innovation importante. En effet, la vision globale qu'offre l'analyse de cycle de vie, ouvre de nouvelles perspectives d'innovation. La réflexion proposée autour du service apporté par le produit, et non plus autour du produit en tant que tel, impose un changement de paradigme et elle peut permettre de s'extraire d'éventuelles ornières technologiques ou économiques dans lesquelles l'entreprise aurait pu s'engager.

La mise en place d'une démarche d'analyse de cycle de vie et d'éco-conception porte inévitablement l'entreprise vers l'innovation. Elle aide ainsi l'entreprise à mieux s'armer pour anticiper les évolutions des marchés et pour conquérir des marchés émergents.

La communication environnementale

La communication environnementale vise à transmettre aux clients une information environnementale de qualité, qui soit à la fois transparente, claire et vérifiable, et qui inspire confiance aux lecteurs.

Répondre aux attentes des clients

Comme évoqué précédemment, les clients (particuliers, collectivités ou entreprises) sont à la recherche de produits apportant des réponses aux questions environnementales. L'entreprise doit nécessairement faire œuvre de transparence quant à sa prise en compte de l'environnement.

ment et, dans la mesure du possible, fournir des données et des preuves chiffrées de son engagement et de ses performances.

Devancer la concurrence sur la thématique environnementale

Du fait de cette attente des clients, l'environnement devient un nouvel argument concurrentiel que l'entreprise doit prendre en considération, faute de quoi la concurrence serait la seule à capter les marchés émergents autour du développement durable et, plus particulièrement, de la préservation de l'environnement.

Préparer l'affichage environnemental des produits de grande consommation

Suite aux lois Grenelle I & II (5), l'Ademe et l'Afnor ont pour mission de proposer un affichage environnemental pour les produits de grande consommation. Cet affichage vise à informer sur les performances environnementales d'un produit au moyen de trois indicateurs environnementaux mesurés sur la totalité du cycle de vie du produit considéré. Les indicateurs proposés varient selon la catégorie de produit concernée ; le seul indicateur commun et obligatoire concerne le changement climatique.

Une expérimentation de cet affichage a été lancée ; les premiers prototypes sont apparus depuis le 1^{er} juillet 2011 et devraient être appelés à se généraliser.

Pour les entreprises, l'enjeu est de ne pas rester en marge de cette évolution et d'anticiper au mieux les questions que se posent les clients.

Le déroulement d'une analyse de cycle de vie - Freins et leviers

Définition des objectifs et des moyens

L'engagement d'une démarche d'analyse de cycle de vie nécessite la mise en place d'une gestion de projet rigoureuse. Cela est d'autant plus vrai que l'ACV est une méthode nouvelle dans les entreprises, et qu'elle demande que l'on fasse travailler ensemble :

- ✓ des personnes éloignées géographiquement ;
- ✓ des personnes aux cultures différentes (ingénieurs d'études, responsables *marketing*, etc.) ;
- ✓ des services souvent cloisonnés ;
- ✓ des entités différentes (clients et fournisseurs, par exemple) dont les interventions se succèdent, parfois, tout au long du cycle de vie d'un même produit.

Pour le bon déroulement d'un projet, il est nécessaire de définir correctement les objectifs à atteindre et de se doter des moyens d'y parvenir.

Une mauvaise définition des objectifs et des moyens peut être très préjudiciable, car cela risque d'entraîner un engagement onéreux de moyens pouvant se traduire par des résultats difficilement exploitables, voire inutilisables.

Il est donc essentiel de se poser, au sujet de (ou des) l'objectif(s) poursuivi(s), les questions ci-après :

- ✓ veut-on pouvoir communiquer sur les actions de l'entreprise et/ou apporter des données chiffrées ?
- ✓ s'agit-il uniquement de connaître les impacts environnementaux majeurs de mon produit ?
- ✓ le but est-il de prendre en compte l'ensemble du cycle de vie du produit ou, au contraire, de limiter le champ de l'étude « à la porte » du site industriel ?
- ✓ convient-il de faire une évaluation monocritère (bilan gaz à effet de serre ou énergie) ou une évaluation multicritère ?
- ✓ faut-il comparer le produit avec un autre produit de l'entreprise, ou bien avec un produit concurrent ?
- ✓ vise-t-on à pérenniser la démarche en intégrant l'environnement au processus de conception ?
- ✓ l'essentiel est-il de répondre aux questions, aux attentes ou au cahier des charges d'un client ?

Les réponses à ces questions permettront de définir les objectifs, le périmètre de l'étude et, *in fine*, les besoins de l'entreprise en matière d'information.

Selon le cas, il sera nécessaire de :

- ✓ réaliser une analyse de cycle de vie (sur la totalité du cycle de vie du produit, ou seulement jusqu'à la porte du site de production),
- ✓ réaliser une évaluation simplifiée et qualitative du cycle de vie,
- ✓ réaliser une évaluation monocritère (gaz à effet de serre, énergie, eau,...)
- ✓ vérifier que le produit ne tombe pas dans le champ d'une *black-list* (comme celle des produits RoHS, annexe XIV de la directive Reach).
- ✓ suivre une *check-list* (comme Eco-design Pilot, de l'Ademe et l'UTW),
- ✓ se référer à une norme (ISO 14040-44, ISO 14006, ISO 14062, FDES,...), à un label ou à un écolabel,
- ✓ faire appel à un intervenant extérieur ou intégrer la compétence disponible en interne,
- ✓ acquérir des outils d'ACV et d'éco-conception,
- ✓ enfin, développer un outil dédié (voir la figure 2 de la page suivante).

Chaque entreprise aura des besoins différents, mettra en place une méthodologie adaptée et choisira des outils qui lui seront propres. Par conséquent, chaque projet d'ACV et d'éco-conception nécessitera des moyens techniques, méthodologiques, humains et financiers différents. Il revient donc à chaque entité de bien définir ses besoins et d'y associer les moyens nécessaires et suffisants.

Le besoin de communication et de pédagogie

Quels que soient les objectifs du projet et les moyens retenus, il existe une constante dans un projet d'évaluation environnementale, la communication.

En effet, pour assurer le bon déroulement du projet et pour garantir un niveau de qualité satisfaisant à l'étude, une communication adaptée s'avère primordiale.

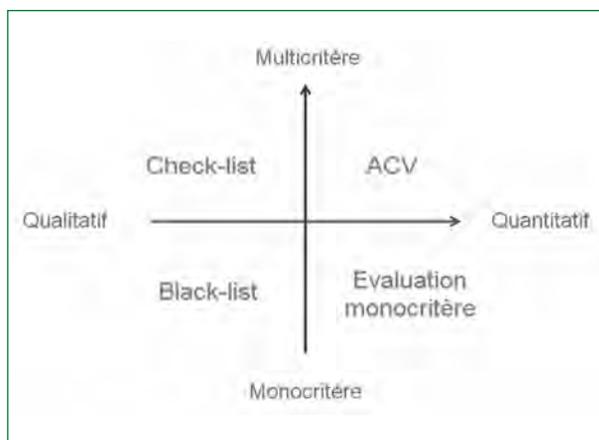


Figure 2.

Lors d'un projet d'analyse de cycle de vie et d'éco-conception, il sera nécessaire de collecter un certain nombre de données qui seront, au moment du lancement du projet, généralement éparpillées dans l'entreprise, ou encore à construire. Il sera par conséquent nécessaire de solliciter un certain nombre de personnes à différents postes et à différents niveaux hiérarchiques. Une communication ciblée et un effort de pédagogie simplifieront la collecte des données et garantiront l'adhésion de tous les acteurs au projet.

Le besoin de leadership

L'intégration de l'analyse de cycle de vie et de l'éco-conception constitue une démarche nouvelle pour les entreprises. Afin que cette démarche puisse se diffuser à tous les niveaux de la société, un message fort et lisible peut s'avérer être un bon outil d'accompagnement du changement. L'intégration de l'environnement dans la stratégie de l'entreprise et l'implication des dirigeants sont des garanties de la prise en considération de l'importance du sujet par l'ensemble des collaborateurs, partenaires, fournisseurs, sous-traitants, et de sa perception par les clients. De plus, cela participe, en la crédibilisant, de la communication environnementale de l'entreprise.

La désignation d'un référent animateur de la démarche dans l'entreprise est également indispensable pour faire le lien entre les acteurs, faire circuler les informations utiles, être le porte-voix de la communication environnementale (en interne et en externe) et faire vivre le projet.

La collecte de données et la mise en place d'un reporting environnemental

La collecte des données d'entrée constitue le cœur de l'analyse de cycle de vie, de cette collecte dépend le niveau de qualité et de précision de l'étude. Selon la qualité et le degré de précision obtenus, les conclusions qui pourront être tirées de l'analyse ne seront pas les mêmes.

La gestion des incertitudes liées aux données et à l'aspect arbitraire de certaines hypothèses qui auraient pu être

posées doit être maîtrisée afin de relativiser les résultats obtenus et de ne pas tirer de conclusions hâtives.

Lors de la collecte de données, il est indispensable de privilégier en premier lieu les données de terrain, puis les données issues de bases de données d'ACV et, enfin, les données statistiques ou les hypothèses de calcul.

En toute rigueur, plus les incertitudes liées aux données seront importantes et plus il s'avèrera nécessaire (et même indispensable) de tester la sensibilité de l'impact de ces données sur les résultats de l'ACV.

Afin de collecter efficacement les données et de pérenniser le reporting environnemental, il est nécessaire d'établir une cartographie précise des types de données utiles et de leurs détenteurs. Cette étape de l'analyse de cycle de vie, des plus importantes pour garantir la qualité de l'étude, et assurément la plus chronophage, doit être impérativement considérée avec intérêt.

La résistance au (voire l'aversion pour le) changement

Par nature, nombre d'entre nous, pour ne pas dire nous tous, sommes peu enclins à faire évoluer les concepts auxquels nous sommes habitués. Le changement de vision exigé par l'analyse de cycle de vie peut par conséquent être un frein à sa mise en place. Afin de lever au mieux les réticences qui pourraient s'interposer dans le bon déroulement de l'analyse de cycle de vie, il est nécessaire d'impliquer dans le projet l'ensemble des acteurs concernés, de communiquer intelligemment et de faire preuve de pédagogie. Si les acteurs du projet comprennent le concept de l'analyse de cycle de vie et la finalité de l'étude, alors les résistances devraient être bien moindres.

Par ailleurs, comme cela a été précisé précédemment, l'implication du chef d'entreprise et l'intégration de l'environnement à la stratégie de l'entreprise sont autant de messages et de symboles qui accompagneront la mise en place de l'analyse de cycle de vie et celle de l'éco-conception.

Le choix des indicateurs et des méthodes de calcul

Différents indicateurs sont à la disposition de l'entreprise pour évaluer son incidence sur l'environnement :

- ✓ des indicateurs de flux (par exemple, le flux de déchets exprimé en kg...),
- ✓ des indicateurs d'impacts (par exemple, le changement climatique exprimé en kg équivalent CO₂...),
- ✓ et des indicateurs de dommages (par exemple, l'impact sur les écosystèmes est constitué de plusieurs indicateurs d'impact pondérés, exprimés en « m² de biodiversité », ...).

Il appartient à l'entreprise de choisir les indicateurs qu'elle souhaite utiliser en fonction de la pertinence de ces derniers au regard des objectifs qu'elle s'est fixés.

Un travail de *benchmarking* sur les méthodes et sur les analyses de cycle de vie dans les secteurs d'activité concernés est alors nécessaire pour identifier les indicateurs les plus représentatifs et les plus pertinents pour l'étude.

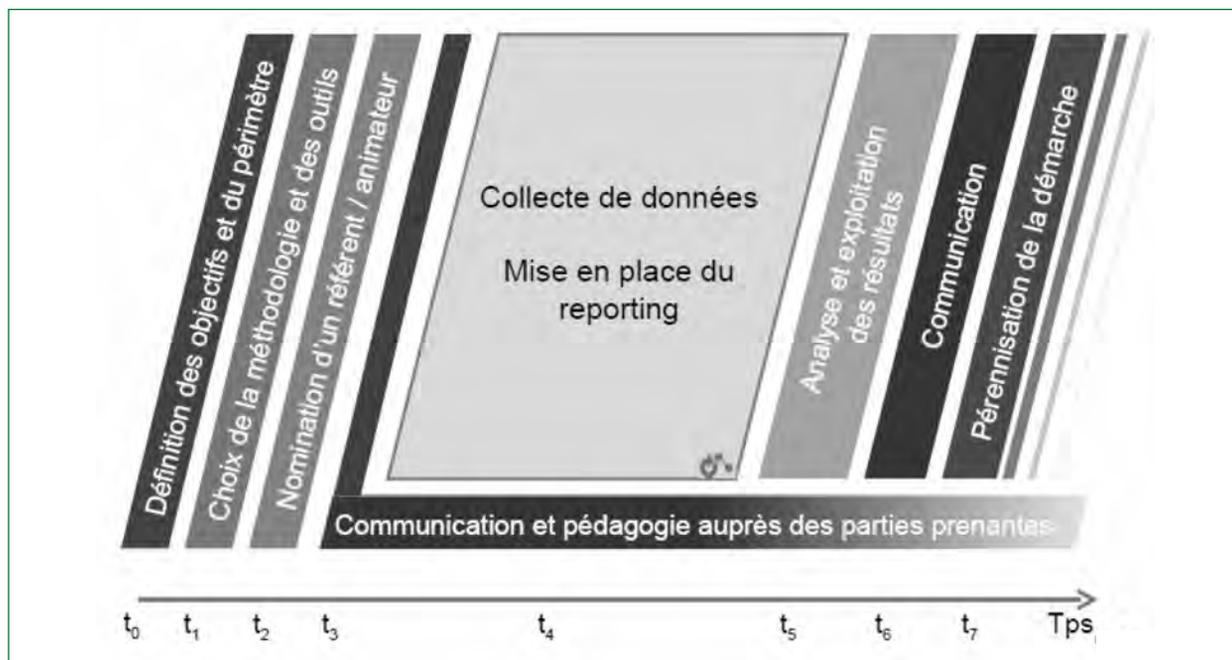


Figure 3 : Récapitulatif macroscopique du déroulement d'une analyse de cycle de vie.

La compréhension et la communication des résultats

Le niveau d'abstraction des indicateurs d'impacts environnementaux « potentiels »

L'analyse de cycle de vie demande aux entreprises de renouveler la vision qu'elles peuvent avoir de leurs produits, de leurs sites ou de leurs services (ainsi que des impacts environnementaux qui y sont associés). Ce nouvel angle de vue n'est pas toujours facile à appréhender, car il faut bien différencier :

- ✓ a) les impacts environnementaux (du produit, du site ou du service) à un instant « t », en un lieu unique facilement identifiable,
- ✓ b) des impacts environnementaux sur l'ensemble du cycle de vie, en des lieux différents et ce, sur une échelle de temps dépassant même la durée de vie du produit.

De plus, on parle, en matière d'analyse de cycle de vie, d'impacts environnementaux « potentiels », c'est-à-dire que l'on ne mesure pas directement les impacts environnementaux, mais que l'on évalue les potentialités d'impacts.

S'ajoute à cela les notions d'impact local et d'impact global qui différencient les impacts environnementaux localisés en un lieu précis (comme l'eutrophisation (6)) des impacts globaux, qui sont certes générés en un lieu identifié, mais qui auront des incidences au niveau planétaire (comme l'effet de serre additionnel).

La communication des résultats de l'ACV vers les cibles de l'entreprise

Comme cela a été expliqué ci-dessus, la compréhension des résultats n'est pas toujours évidente. L'entreprise devra

être prudente et très pédagogue quant aux informations qu'elle diffusera vers l'extérieur. Il est indispensable que sa communication environnementale soit claire, transparente et qu'elle inspire confiance aux lecteurs. Les lignes directrices de la norme ISO 14063 et des normes ISO 14020 et suivantes relatives aux formats de communication environnementale, fournissent aux entreprises de bons outils pour appréhender cette problématique (voir la figure ci-dessus).

Conclusion

L'analyse de cycle de vie est un outil qui, entre autres, permet à l'entreprise :

- ✓ de garantir ses marges en limitant sa vulnérabilité sur les marchés des matières premières et de l'énergie ;
- ✓ d'anticiper pour ne pas subir les futures évolutions des réglementations environnementales et énergétiques ;
- ✓ d'innover pour gagner des parts de marché en répondant plus efficacement aux attentes des clients ;
- ✓ enfin, d'améliorer son image auprès de sa clientèle et de ses partenaires.

La mise en place d'une démarche d'analyse de cycle de vie dans l'entreprise devra s'inscrire dans une stratégie globale favorable à la préservation de l'environnement. Elle nécessite de suivre une méthodologie adaptée (ISO 14040 et 14044). Pour faciliter l'intégration de ce nouveau concept, un effort de pédagogie et de communication à tous les niveaux de l'entreprise et auprès de l'ensemble des partenaires est nécessaire afin d'obtenir l'adhésion du plus grand nombre. Une attention toute particulière doit être apportée à la définition du périmètre de l'analyse et à la collecte des données, dont la qualité constitue la clé de voûte de la démarche et garantit celle de l'analyse elle-même.

L'ACV est un outil qui apporte un nouvel éclairage sur le fonctionnement des entreprises et sur la conception des produits et des services. Pour utiliser l'ACV en tant qu'outil d'aide à la décision, il est nécessaire de bien en comprendre les limites et de croiser ses apports avec d'autres impératifs, plus classiques, comme la maîtrise des coûts, la faisabilité technique ou des préoccupations plus larges (comme, par exemple, l'intégration de critères sociaux et sociétaux aux décisions de l'entreprise).

L'ACV constitue donc pour l'entreprise un premier pas vers une prise en compte globale des problématiques environnementales sur la totalité du cycle de vie de ses produits et services. Son intégration guide naturellement l'entreprise vers le développement de produits ou de services innovants et davantage respectueux de l'environnement. La commercialisation de leurs produits et/ou de leurs services encouragera les entreprises à imaginer de nouveaux modèles économiques adaptés

aux attentes des clients et aux enjeux environnementaux à venir.

Notes

* Efficient Innovation.
pm.guineheuc@efficient-innovation.fr

(1) <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Le-principe-de-la-responsabilite,12046.html>

(2) <http://www.ineris.fr/aida/>

(3) <http://www.blog-ethicity.net/share/docs/version%20web.pdf>

(4) <http://www.marche-public.fr/CMP-2006/Clauses-sociales-environnementales.htm>

(5) <http://www.legrenelle-environnement.fr/-Affichage-environnemental-des-.html>

<http://affichage-environnemental.afnor.org/>

(6) L'eutrophisation est la modification et la dégradation d'un milieu aquatique liées à un apport excessif de substances nutritives.

Analyse du cycle de vie et protection de l'environnement : pertinence et limites de l'outil

Le point de vue d'une association

Pénélope VINCENT-SWEET*

La meilleure prise en compte des impacts des activités humaines sur l'environnement est un combat engagé depuis longtemps. Nous avons œuvré pour améliorer la connaissance de ces impacts. Des outils ont émergé pour les mesurer et les rendre compréhensibles : l'empreinte environnementale, l'empreinte carbone, le sac à dos écologique... et les analyses de cycles de vie (ACV).

L'expérience a montré que les ACV publiées tendaient à présenter des résultats trop souvent favorables à leurs commanditaires. En s'améliorant, les ACV sont devenues de plus en plus complexes, lourdes et coûteuses. Les ACV risquent donc de devenir un outil au service des plus grosses entreprises leur permettant d'augmenter plus encore leur avantage par rapport aux petites entreprises.

Pouvons-nous espérer disposer un jour d'un instrument neutre et efficace pour nous aider à faire des choix ? Il faudra au préalable résoudre des questions de gouvernance et de démocratie, et, ensuite, bien affûter l'outil des ACV et l'utiliser de façon pertinente. Et, surtout, il conviendra de conserver son esprit critique.

L'analyse du cycle de vie : un rêve écologique ?

Connaître tous les impacts qu'auront nos décisions : cela relève-t-il du rêve, ou du cauchemar ? Les militants écologistes ont longtemps rêvé de pouvoir s'appuyer sur des arguments solides pour influencer sur les politiques des décideurs et sur les comportements des citoyens. Plus on creuse la question, et plus on se rend compte des impacts cachés des biens de consommation, de nos modes de vie : toutes nos actions ont des effets secondaires et aucun produit ne peut se vanter d'avoir « zéro impact ». On veut donc évaluer les impacts d'un bien « du berceau à la tombe » - puis, dans un deuxième temps, pour chercher à fermer la boucle, on veut évaluer ceux-ci « du berceau au berceau ».

L'idée est louable, mais la mise en œuvre est plus difficile. Les premières ACV ont abouti à des conclusions qui ont soit conforté nos intuitions, soit bousculé nos idées reçues. Ensuite sont apparues de nouvelles ACV qui donnent des résultats très différents, voire contradictoires avec ceux des premières. Il y a donc une incohérence. Il devient rapidement évident que les résultats des ACV ont tendance à

refléter les souhaits de leurs commanditaires. C'est ainsi que nous avons assisté à une surenchère à coups d'ACV entre les fabricants de sacs en plastique et les fabricants de sacs en papier, chacun des deux camps proclamant sa supériorité.

Les points faibles des ACV

Les faiblesses principales des ACV relèvent des hypothèses de base, du périmètre d'évaluation, du choix et de la pondération des impacts, ainsi que du manque de données disponibles. Nous donnons ci-après des exemples illustrant ces faiblesses.

Le bornage

Il est nécessaire de bien délimiter le périmètre de l'étude afin d'inventorier tous les impacts à l'intérieur de ce périmètre. Le fait de le restreindre permet de mieux cerner les impacts, mais nuit à la fiabilité des résultats. Si l'analyse se concentre sur la phase d'utilisation d'un équipement, le plus grand impact est souvent celui de l'énergie consommée. Dans ces conditions, il paraît intéressant de changer d'équi-

	Mis en décharge	Décharge avec valorisation biogaz	Incinéré sans valorisation	Incinéré avec valorisation	Recyclé	Réduit à la source
ADEME	400	-52	4	-26	4	A
US EPA (2)	584	NA	NA	-187	-860	-2400

Tableau 1 : Facteur d'émission en kg équivalent carbone pour une tonne de papier de bureau.

pement dès qu'une petite avancée a été enregistrée en matière d'efficacité énergétique (cela fait l'affaire des producteurs de cet équipement). C'est ainsi que l'on en arrive à l'instauration d'une politique de prime à la casse pour les voitures, par exemple. Mais si on intègre toutes les phases, y compris l'utilisation des ressources et la gestion des déchets, le bilan est plus mitigé et il devient souvent intéressant de garder un vieil équipement qui fonctionne encore, même s'il est moins efficace qu'un nouveau modèle.

Si limiter l'analyse à la phase d'utilisation n'est clairement pas une véritable analyse de cycle de vie, une telle approche apporte néanmoins une démonstration par l'extrême du problème de bornage auquel est confrontée toute ACV.

Prenons l'exemple de l'ancienne version du Bilan Carbone™ de l'Ademe (1). Le choix méthodologique fait consistait à compter le recyclage en boucle fermée par la méthode des stocks, avec l'effet que les bénéfices du recyclage en matière de carbone sont comptabilisés au moment de l'achat du produit, mais ne le sont pas au moment du choix de gestion du produit en fin de vie. En revanche, pour un déchet valorisé énergétiquement, c'est la méthode des « impacts évités » qui était appliquée, et qui permettait de calculer les émissions évitées de carbone provenant de carburants fossiles grâce à l'énergie produite par l'incinération du déchet.

Quel est le résultat, dans le cas du papier ? Des tableaux indiquent que la mise en décharge ou l'incinération, l'une et l'autre comportant de la valorisation énergétique, sont préférables au recyclage du papier (voir le tableau 1, ligne Ademe).

Quel est le problème ? On prétend intégrer le recyclage d'un objet dans l'impact de sa fabrication, mais le choix de le recycler n'a pas d'effet sur son « coût » en émissions de gaz à effet de serre (GES), car ce coût repose sur des données nationales et historiques. On n'enregistrera donc aucun bénéfice résultant de ce choix de recyclage.

A *contrario*, s'il s'agit d'un « recyclage en boucle ouverte » (comme la valorisation énergétique, par exemple), on maximise le bénéfice d'une substitution d'une source d'énergie à une autre en appliquant la méthode des impacts évités, tandis que le coût énergétique de production de l'objet n'est pas pris en compte dans la section qui traite des déchets (ce coût se trouve sans doute dans une autre section, mais sans rapport avec la section « déchets ») (3).

Ce choix méthodologique revenait à maximiser le bénéfice de la production d'énergie tout en ignorant les bénéfices du recyclage (Notons, dans le tableau 1, le contraste avec les facteurs d'émission calculés par l'agence de l'environnement américaine.) Il témoigne d'erreurs méthodologiques toujours possibles. Il aurait été corrigé dans la version suivante du Bilan Carbone™, mais combien d'autres incohérences de ce genre sont cachées dans les différentes méthodes d'ACV ?

Les hypothèses

Les résultats dépendent des hypothèses retenues par l'ACV. Si, comme Procter & Gamble, on calcule l'impact des couches (pour bébés) lavables essentiellement par rapport à la phase d'utilisation, en prenant comme hypothèses un lavage à 90°C, un séchage en machine et l'utilisation des couches lavables pour un seul bébé..., il ne faut pas s'étonner que leur impact soit relativement élevé, et proche de celui des couches jetables (4). En réalité, les couches lavables sont le plus souvent lavées à 60°C et séchées à l'air libre, et il est possible de les réutiliser (y compris, pour un autre bébé). Plusieurs études ont d'ailleurs donné des résultats très différents par la suite, allant dans le sens d'un bénéfice considérable des couches lavables.

Un autre exemple est celui de l'estimation de l'impact de la mise en décharge d'un déchet biodégradable. Son résultat dépend des hypothèses retenues en matière de séquestration d'une partie du carbone à l'intérieur de la décharge et de taux de récupération du méthane (utilisé comme gaz combustible) par rapport aux fuites. Les estimations du taux de captage du méthane varient, allant de 20 % (EEA et GIEC) (5) jusqu'à 75 % (EPA, Etats-Unis) ; l'agence de l'environnement anglaise (Defra) a retenu 85 % comme taux de captage atteignable dans un rapport récent (6). Or, ce chiffre est considéré comme trop optimiste par plusieurs experts (7). Et en France ? Dans l'ancienne version du Bilan Carbone de l'Ademe (2007), il était supposé que la totalité du méthane pouvait être captée et valorisée, donnant un impact étonnamment favorable de la mise en décharge avec valorisation du biogaz (voir le tableau 1). Un captage de 100 % du gaz n'est pas réaliste. Avec l'hypothèse (déjà optimiste) d'une récupération du méthane atteignant 85 %, les 15 % de fuites annulent le bénéfice de la valorisation. L'impact (en équivalent carbone) atteint alors +8 kg (ou plus), au lieu de -52 kg.

Comparaisons abusives et saucissonnage

Nous avons eu récemment l'occasion d'assister à une réunion intermédiaire d'évaluation d'une ACV. La consultante prétendait, graphiques à l'appui, qu'il valait mieux envoyer une chemise usagée au recyclage pour en faire des chiffons, plutôt que de la mettre dans le circuit du réemploi pour lui offrir une deuxième vie. Elle avait comparé l'utilisation « chiffon » (substitution de coton vierge !) avec l'utilisation « chemise » pour une période limitée, cela sans prendre en compte le fait que le recyclage en chiffons pouvait se faire après la deuxième vie du vêtement.

Les ACV ont tendance à saucissonner la question pour donner des réponses partielles qui, une fois mises bout à bout, n'ont plus beaucoup de sens. Ainsi, selon le scénario de recyclage retenu, une ACV carbone sur les différents traitements des déchets peut aller jusqu'à indiquer un petit avantage carbone à l'incinération avec récupération d'énergie par rapport au recyclage et ce, pour plusieurs fractions de la poubelle. Mais en appliquant un scénario de recyclage maximum, l'avantage de l'incinération dans la lutte contre l'effet de serre disparaît et l'incinérateur devient superfétatoire.

Les données inexistantes

Les réalisateurs d'ACV se trouvent souvent dépourvus de données pour l'un des éléments de l'analyse (voir pour plusieurs). Il leur revient dès lors de faire une estimation pertinente des chiffres manquants. Mais l'aspect subjectif de cette estimation rend sa fiabilité sujette à caution. Le cas du compostage domestique est exemplaire. Il n'existe quasiment pas de données réelles sur les émissions gazeuses de ce compostage : un seul chercheur autrichien a réalisé récemment une série de mesures à ce propos. Avant ces mesures, il fallait choisir entre quelques données sur les émissions du compostage industriel et un calcul savant estimant les émissions du compostage domestique d'une façon purement théorique. Avec un différentiel d'un facteur 10 (voire 100) entre les chiffres obtenus, avec quel degré de confiance peut-on choisir une valeur ?

Impacts ignorés et pondération discutable

L'ACV se veut exhaustive, mais bon nombre d'impacts sont ignorés. A titre d'exemple, les bénéfices de l'utilisation du compost étaient souvent ignorés, ou limités à la substitution des engrais de synthèse et à la « séquestration » d'une minuscule fraction humique persistant durant un siècle dans le sol. Pourtant, le compost améliore la structure et la qualité hydrique du sol et diminue l'érosion, réduit les émissions d'oxydes d'azote, permet une réduction de l'utilisation de pesticides, se substitue à la tourbe pour le jardinage..., mais ces effets ne sont pas toujours pris en compte. Devant la difficulté de chiffrer certains impacts bénéfiques (comme la préservation de la biodiversité ou la production d'aliments plus sains), ce type d'impact est rarement intégré à l'analyse.

Les ACV ne parviennent pas à prendre en compte la diversité des écosystèmes : elles aboutissent quasi systématiquement à favoriser les productions intégrées, concentrées, plutôt que les productions extensives. Malgré le fait que l'élevage bovin extensif concoure, par exemple, à préserver les écosystèmes bocagers et qu'il s'intègre dans des fonctionnements écologiques harmonieux en lien avec les territoires et les habitats, l'élevage intensif de ces mêmes bovins, en étables, bénéficierait d'ACV plus favorables, à l'heure actuelle.

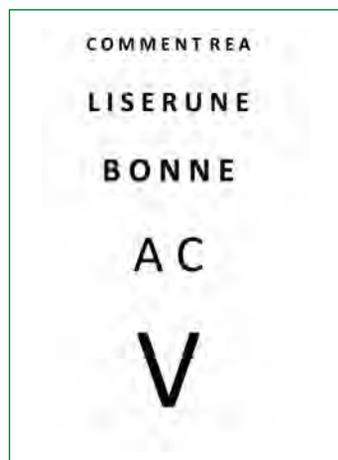
Le choix des catégories d'impacts couvertes est crucial. L'hégémonie de l'impact climatique est aujourd'hui remise en cause, et les ACV sont plus complètes. Toutefois, il est nécessaire de limiter le nombre des catégories étudiées, pour des raisons de faisabilité et de lisibilité. Ensuite, il faut hiérarchiser ces impacts, à moins d'opter pour une présentation par catégorie d'impact, en laissant au lecteur le soin de les hiérarchiser. Quels que soient les choix retenus, ils seront toujours discutables.

Les limites de l'ACV

Qu'indique cette multitude de faiblesses ? Que l'outil est en cours de développement et qu'il n'est pas encore au point. Oui, mais... Dans chaque ACV, on retrouve ce genre de défaut, comme peut en attester quiconque a été membre d'un comité de revue critique. On peut corriger les défauts un par un, mais, pour chaque erreur ou pour chaque insuffisance repérée, combien d'autres passent inaperçues, en raison de la complexité croissante des études ?

L'ACV et ses troubles de vision

L'ACV a un champ visuel limité : ainsi, elle ne peut pas prendre en compte les facteurs sociaux, par exemple. Il y a des tentatives de construire des grilles d'analyse des impacts sociaux, qui peuvent apporter des éclairages, mais il faut se méfier des tentatives visant à tout chiffrer et à tout cadrer, que ce soit en termes de tonnes de CO₂ ou en termes financiers. L'être humain, dans sa complexité, son ingéniosité et sa créativité, fera toujours exploser le cadre trop restrictif d'une ACV sociale ou socio-économique.



L'ACV est myope. Elle voit mal les effets secondaires des réponses qu'elle apporte aux questions ; elle se place dans le présent en prenant une photographie de la situation actuelle sans apporter de vision sur la façon dont cela peut évoluer. Quand elle traite des modes de gestion des déchets, elle ne prend pas en compte les impacts du mode de gestion sur le gisement, alors que ces impacts sont avérés. On constate, par exemple, que les foyers qui adoptent le compostage domestique ou partagé réduisent la production de leurs autres déchets et trient mieux leurs emballages.

L'ACV est hypermétrope. Afin de rendre l'étude réalisable et compréhensible, il y a nécessairement simplification ; les cas particuliers ne peuvent donc pas être pris en compte. Pourtant, la vie est faite de cas particuliers, surtout avec le développement de l'économie sociale, solidaire et écologique.

Les dangers de l'ACV

La fascination des chiffres

Une ACV ne nous exonère pas de l'obligation de réfléchir. C'est pourtant la tendance. L'Agence de protection environnementale des Etats-Unis a fait une étude sur les impacts en gaz à effet de serre de différents choix de gestion des déchets (2). On y lit (à la page 32) : « Pour la plupart des matériaux, la réduction à la source génère des émissions de GES moins élevées que les autres options de gestion des déchets. Les exceptions les plus notables sont les canettes en aluminium et la moquette, où les bénéfices de la réduction à la source sont élevés, mais où les bénéfices du recyclage sont plus élevés. »

C'est merveilleux : on vient de trouver la réponse au problème du réchauffement climatique ! Il faut produire énormément de canettes en aluminium et de moquette et les recycler, car on produit, ce faisant, moins de GES que si l'on ne faisait rien du tout...

Obnubilés par les chiffres, des personnes d'une intelligence normale (voire supérieure) ne rechignent pas à écrire des idioties. Dans un contexte technocratique obsédé par le quantitatif, on sacrifie le bon sens sur l'autel du chiffre. Pire, on base des décisions importantes sur ces résultats bancals.

Le bon sens peut se tromper, les ACV peuvent révéler des réalités qui sont loin d'être intuitives. Mais lorsque l'on veut bouleverser le paradigme en place, il faut des études bien pensées, bien étayées, couplées à une réflexion approfondie et critique. Les graphiques résultant des ACV ne sauraient se substituer à cette réflexion critique, qu'ils peuvent toutefois accompagner.

Une complexité en hausse

Les ACV deviennent tellement compliquées que bientôt, même les experts ne les comprendront plus... Déjà, leur revue critique devient de plus en plus lourde.

Ces études deviennent de ce fait très chères et hors de portée pour ceux qui ne disposent pas de moyens financiers

suffisants. L'ACV ne risque-t-elle pas de devenir un outil de plus pour asseoir le pouvoir des puissants, leur permettant de montrer que leur produit est le meilleur, que leur façon de faire est la plus verte ? Pour la gestion des déchets, une dérogation à la hiérarchie imposée par la directive cadre Déchets peut être accordée sur la base de ce genre d'analyse. Qui investira dans une telle démarche ? Cela risque fort d'être des acteurs ayant de gros enjeux économiques à défendre. Cela soulève des questions de gouvernance et de démocratie.

L'impossible choix entre complexification et simplification

La Commission européenne promeut l'idée d'une réflexion orientée cycle de vie pour éclairer nos décisions (*life-cycle thinking*). Dans l'absolu, cela semble bien. Mais, attention : danger ! Si les ACV se sont complexifiées, c'est qu'il y a une raison. Avec les simplifications, on risque de perdre les nuances et de rester dans des approximations grossières, telles que « tout déchet organique devrait passer par la méthanisation afin de produire de l'énergie ». Cette approximation est compréhensible au vu de la place prépondérante et quasi-exclusive qui a parfois été donnée aux impacts sur le climat. Mais une étude plus fine montre que la méthanisation, tout en produisant effectivement du biogaz, a d'autres impacts, en particulier sur l'eau, et éventuellement lors de la construction du réacteur. Sa supériorité n'est donc pas établie.

L'ACV comme échappatoire

Un recours trop rapide à l'ACV fige la problématique et nous empêche de nous poser les bonnes questions. Ainsi, on prouve, par le biais des ACV, qu'il est plus intéressant de valoriser le biogaz des décharges en l'utilisant pour faire rouler des autobus qu'en produisant de l'électricité – et on oublie de se demander pourquoi les décharges produisent du biogaz. Si l'on fait un pas en arrière, on se rend compte qu'il est nettement plus intéressant d'éviter de mettre des déchets fermentescibles dans une décharge, en les collectant à part ou en les compostant près de leur lieu de production.

Autre exemple : une ACV de Nestlé (8) « prouve » que l'eau en bouteille a moins d'impacts que les sodas en bouteille, tout en minimisant le fait que l'eau du robinet a des impacts nettement moindres.

Dans quelles conditions l'ACV peut-elle être utile ?

Les propos ci-dessus peuvent amener à la conclusion qu'il faut interdire les ACV et à mettre leurs conclusions à la poubelle. Telle n'est pas mon intention. Les ACV ont apporté (et elles continuent d'apporter) des éléments précieux sur les impacts des activités humaines. Leur précision s'améliore, même si l'outil reste rudimentaire.

C'est contre l'abus des ACV que je veux mettre en garde. Quelles sont les conditions de leur bonne utilisation ?

Gouvernance et revue critique

Des bases de données se développent, différentes méthodologies se bousculent... c'est ici et maintenant qu'il faut être vigilant et mettre en place une gouvernance démocratique et transparente. Nous, les associations, nous sommes prêtes à jouer pleinement notre rôle, si nous disposons des moyens pour former des personnes compétentes et les affecter à « l'épluchage » des bases de données et des méthodologies. Mais les bases de données risquent de donner lieu à des querelles d'expert et à des contestations : quelle gouvernance faut-il prévoir ?

Les ACV se répandent, on ne peut pas faire l'économie d'une sensibilisation plus générale à l'utilité et aux limites de ces analyses. Faudra-t-il sensibiliser tous les jeunes à ces enjeux ?

On voit ici l'importance croissante de la revue critique, qui pouvait, par le passé, n'être que simple formalité : c'est un garde-fou indispensable qui permet de remettre en perspective les résultats et de rattraper les pires des non-sens, lorsqu'elle est bien faite. Mais jusqu'à quel point pouvons-nous nous fier aux revues critiques pour éviter les dérives des ACV ?

Poser les bonnes questions

L'ACV est un peu comme l'Oracle : il faut savoir poser la bonne question et interpréter avec circonspection la réponse. Attention au risque de dépendance ! On peut arriver à un stade où on n'ose plus rien faire ou rien changer sans consulter l'oracle ACV. Mais elle n'a pas vocation à régenter notre vie. L'ACV, ce n'est pas l'autorité suprême : elle doit rester un simple outil apportant un éclairage.

Par exemple, le volume des déchets du BTP est en train d'être réduit, en France, grâce à une meilleure conception des ouvrages, à une meilleure gestion des chantiers et à une augmentation importante du recyclage. Il n'y a pas besoin de faire des bilans carbone compliqués, ou des ACV, pour se rendre compte qu'il est plus intelligent de réutiliser ce que l'on a déjà extrait de la terre, au lieu de le remettre dans un

trou et de creuser un autre trou, à côté, pour extraire des matériaux vierges : faisons place au bon sens !

La méthodologie sera choisie en fonction de la question posée, et les résultats répondront à cette question spécifique. Utiliser ces résultats pour répondre à une autre question ne sera peut-être pas approprié et pourrait produire des contresens.

Une aide à la réflexion et non à la décision

L'ACV est un outil intéressant, qui peut donner une indication de l'importance relative des différents impacts et révéler des impacts environnementaux ignorés. Mais laissons cet outil à sa place, acceptons-en les limites et n'essayons pas de faire de la neurochirurgie avec des silex. L'analyse de cycle de vie restera toujours une approximation et ne devra jamais se substituer à une réflexion large, critique et approfondie.

Notes

* France Nature Environnement (FNE).

(1) Ademe - Bilan Carbone - *Guide des Facteurs d'Émissions* version 5.0, janvier 2007. Notons que cette incohérence aurait été corrigée dans la version suivante, la version 6.1.

(2) EPA: *Solid Waste Management and Greenhouse Gases, A Life-Cycle Assessment of Emissions and Sinks*, 3^e édition, septembre 2006.

(3) Pour une explication complète de cet exemple et du suivant, voir l'article GES de mai 2009 disponible à l'adresse suivante : <http://www.fne.asso.fr/fr/nos-dossiers/dechets/gestion-des-dechets.html>

(4) Proctor & Gamble, 1991.

(5) Agence européenne de l'environnement, Groupement d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC).

(6) ERM (2006), *Impact of Energy from Waste and Recycling Policy on UK Greenhouse Gas Emissions*, Final report for Defra, janvier 2006.

(7) Dr. HOGG (Dominic), *A Changing Climate for Energy from Waste?*, mai 2006.

(8) Février 2010 : <http://beveragecafootprint.com>

Vingt années d'analyse de cycles de vie : expériences et réflexions d'un utilisateur

Par Rémi GUILLET*

Obtenir une unique donnée chiffrée, représentative du contenu immatériel d'une unité de matière pour peu qu'elle porte sur un paramètre pertinent, a toujours fait partie des besoins des ingénieurs et représente déjà une esquisse intéressante d'ACV.

Appliquées à la gestion des déchets, les analyses de cycle de vie présentent l'avantage d'apporter un bon éclairage sur la place réelle – souvent modeste – de la phase « fin de vie » d'un bien dans son coût écologique global. L'étape la plus importante est bien en général la fabrication de ce bien.

Au travers de multiples exemples, cet article met en évidence la nécessité, pour éviter certains errements (voire certaines erreurs), trop rarement décelés, de soumettre les résultats des ACV à l'évaluation d'experts compétents dans les différents domaines couvrant la vie des produits « du berceau à la tombe ».

Introduction

Souvent limitées dans leur réalisation à un monde réduit de spécialistes, les analyses de cycles de vie sont fréquemment utilisées (et présentées) en direction de personnes dont certaines ne sont pas toujours au fait de toutes les questions traitées. C'est la raison pour laquelle il est important que des parties prenantes bien informées puissent émettre leur avis durant le cours de l'élaboration de l'ACV, puis avant la diffusion de résultats ou de conclusions à destination du public. La revue critique est un des lieux de cette appréciation, mais il en existe d'autres (par exemple, l'Ademe associe largement les associations de consommateurs ou de protection de l'environnement à ses travaux en la matière). Dans certains cas, ce n'est qu'après la publication des résultats de l'ACV que cette revue critique est réalisable.

Le présent article vise à présenter quelques expériences vécues de diverses ACV (ou assimilées) portant, pour certaines d'entre elles, sur un aspect limité de l'impact d'un produit et, pour d'autres, sur une estimation complète de nombreux paramètres « du berceau à la tombe ». La majorité des exemples cités touche au domaine des déchets et, singulièrement, à celui des emballages. Il est vrai que ce secteur a été celui où le travail d'analyse des cycles de vie a été le plus précoce, avec des enjeux très forts pour les entreprises comme pour les collectivités, et même pour les citoyens, qui sont concernés par des choix à opérer entre différents matériaux ou divers modes de collecte.

Plusieurs constats, propositions ou mises en garde tirés de ces réflexions pourront être utiles au lecteur et aider le

professionnel à regarder très large, et objectivement, et aussi aiguiser l'esprit critique de l'utilisateur de l'ACV, devant laquelle ce dernier ne doit pas rester inactif !

Les bilans simplifiés : du « contenu énergétique » au « bilan carbone »

La notion de contenu immatériel d'une unité de matière a toujours fait partie des besoins des ingénieurs, pour qui il était précieux de pouvoir estimer en un ensemble réduit de nombres le « poids » d'un produit, d'une action, ou encore d'une forme d'organisation (1).

Longtemps, le contenu le plus utile à connaître est resté le contenu en énergie, que les facteurs de conversion (pouvoir calorifique, tonnes équivalent charbon – TEC, puis tonnes équivalent pétrole – TEP) et le principe de Carnot permettaient effectivement d'estimer sur des bases unifiées ; un paramètre unique, donc.

Avec les chocs pétroliers des années 1970, ce besoin s'est généralisé et la réponse s'est institutionnalisée. Dès 1976, la délégation aux économies de matières premières du ministère de l'Industrie demandait au GIE CERE (Centre d'études et de recherche sur l'économie de l'énergie) d'établir un catalogue des contenus énergétiques des principaux matériaux. Un premier bilan paraît en 1980 sous la forme d'une centaine de fiches couvrant les principaux produits et processus de l'industrie [1]. Le Ceren a, par la suite, prolongé ses travaux, et ses données, référencées 1995 ou 1999, ont servi de base au Bilan carbone de l'Ademe.

Dès ce stade, divers problèmes de définition et d'évaluation ont été mis en évidence, à côté de l'intérêt considérable

Produit	Combustible Th/T*	Electricité KWh/T	Contenu énergétique Th/T *
Verre plat (float)	4 439	663	5 900
Verre creux	3 519	259	4 100
PEBD	14 690	1 192	17 000
Polystyrène cristal	22 262	597	24 000
PVC	13 544	2 666	19 000
Papier d'emballage	8 704	1 263	11 500
Ciment	962	93	1 200
Fer blanc	5 827	752	7 500
Aluminium 1 ^{re} fusion	10 777	17 406	49 900

Tableau 1 : Contenus énergétiques de différents produits d'emballage : quelques valeurs extraites du rapport Ceren, 1981. La dernière colonne donne bien des ordres de grandeur assez précis (arrondis, ici). Lus en 2012, ils fourniraient cependant des contenus CO₂ assez peu utilisables ! Le ratio Ceren 1981/bilan Carbone Ademe donne en effet des valeurs variant du simple au quadruple !

* En 1981, la thermie n'était plus l'unité légale et ce, depuis longtemps déjà. Pour mémoire, elle équivaut à 4 millions de calories, soit 4 180 000 joules (4,18 MJ) ou 1,16 KWh thermique.

que représentait pour toutes les parties la possibilité de disposer de telles données agglomérées :

- ✓ Quelles bases retenir ? « Si l'on demande à plusieurs personnes de calculer le contenu d'un même produit, le résultat peut varier du simple au quintuple » écrivait le Ceren en 1980...
- ✓ Notamment, diverses conventions doivent être actées (parmi lesquelles le taux de conversion de l'électricité ou la prise en compte des transports de matériaux et des investissements dans l'infrastructure productive).
- ✓ Enfin, il faut tenir compte des coproduits et de la question des coefficients d'allocation.

L'évaluation intégrait déjà des données larges, mais plutôt du côté du berceau que de celui de la tombe : le volet déchet n'étant pas pris en compte selon les principes actuels de l'analyse de cycles de vie (voir le tableau 1).

Le premier constat qui peut être fait ici par un utilisateur des ACV est donc qu'une unique donnée chiffrée, pour peu qu'elle porte sur un paramètre pertinent, représente déjà une esquisse intéressante d'ACV. Certes, l'approche multicritère sera toujours préférable, mais des exemples (que nous verrons plus loin, comme ceux des dosettes de café ou des tubes de papier hygiénique) montrent que même cette démarche minimaliste peut être encore absente dans la démarche d'une entreprise.

L'étude Ecobilan réalisée pour la Mairie de Paris sur les bouteilles en matière plastique (1994)

Sans attendre la publication du décret relatif aux emballages ménagers, les services de la Mairie de Paris avaient étudié en 1991 l'intérêt d'une collecte sélective des bouteilles en plastique, qui représentaient un volume important des ordures ménagères (jusqu'à 25 %, en volume, même si,

en masse, cela ne représentait que quelques pourcents des 1 200 000 tonnes de déchets collectés chaque année dans la capitale). Paris valorisait alors, *via* le réseau du chauffage urbain (CPCU), près de 80 % de ce flux de déchets par les usines d'incinération du SYCTOM. La pollution par le chlore (en réalité, par l'acide chlorhydrique) produit par la combustion des PVC était déjà bien prise en compte, à l'époque. Une nouvelle réglementation, contraignante, venait d'être adoptée (arrêté du 25 janvier 1991 transcrivant la directive européenne du 9 juin 1989), qui fixait une valeur brute en anhydride chlorhydrique (HCl) à ne pas dépasser dans les fumées.

Il était donc logique de regarder d'un peu plus près la question de l'opportunité de séparer par le tri (à l'instar du verre) cet autre déchet bien identifiable pour chaque citoyen, les bouteilles en plastique (2). De plus, une forte incitation politique et financière, avec la création d'Eco-Emballages, poussait la Ville à organiser désormais une collecte sélective de ces emballages.

En concertation avec le ministère de l'Environnement, Eco-Emballages et Valorplast, le principe d'établir un bilan écologique (3) d'une telle collecte sélective a donc été retenu.

Cette étude prenait comme base de la comparaison la situation supposée stabilisée en matière d'élimination des déchets à Paris, c'est-à-dire une incinération avec récupération d'énergie pour 100 % des ordures ménagères, dans des unités conformes à la réglementation européenne. La solution comparée était l'organisation d'une collecte sélective des bouteilles en plastique par apport volontaire dans des conteneurs de type conteneurs à verre. La valorisation des bouteilles en plastique, en PVC et en PET (polyéthylène téréphtalate) était assurée, après tri, dans le cadre de filières supposées tourner elles aussi en routine (ce qui était pour le moins très volontariste et optimiste) : PVC et PEBD (polyéthylène basse densité) étaient donc



Photo 1 : L'incinération des bouteilles plastiques émet-elle vraiment plus de chlore que le recyclage ? (Usine de traitement des ordures ménagères Syctom-CPCU de Saint-Ouen, Seine-Saint-Denis).

considérés comme se substituant à 100 % de résines vierges (par exemple, pour la fabrication de tubes de drainage bi-peau, pour le PVC).

Les conclusions de l'étude ont été présentées à la Ville de Paris et à ses partenaires en mars 1994. Une analyse critique a ensuite été réalisée conformément à la toute nouvelle norme NF X 30300. Eco-Emballages et la région Île-de-France y participaient notamment. Le document définitif paraissait en avril 1996.

Les résultats de l'étude étaient intéressants à plus d'un titre (ils ont été diffusés assez largement, y compris dans le secteur Chimie/Plastiques [2]), et certains renseignements le restent près de vingt ans après. Nous en retenons quatre constats pour le présent article :

- ✓ l'impact du choix envisagé (collecte sélective) est modeste, il est largement de deuxième ordre. On pouvait s'en douter, dès lors que la collecte sélective (rendement supposé de 25 %) aurait représenté un prélèvement d'environ 0,2 % (en masse) des ordures ménagères. La possibilité de réaliser une analyse de cycle de vie ne doit pas dispenser du « calcul de coin de table » qui donne déjà un ordre de grandeur, absolu et/ou relatif ;
- ✓ l'impact de ce même choix est contrasté, selon les polluants (la solution est « plus polluante » pour certains paramètres, mais elle l'est moins pour d'autres). Cela impose de ne pas restreindre trop vite le champ des paramètres pris en compte dans

l'analyse de cycle de vie et de se donner aussi des règles d'appréciation : privilégie-t-on les rejets dans l'atmosphère ou dans l'eau, les polluants locaux (CO_2 , HCl), ou les polluants globaux (CO_2 ,...) ? ;

- ✓ cependant, du fait de l'œil rigoureux du chargé d'étude qui analyse le cycle de vie, les résultats peuvent apporter des éclairages non prévisibles, voire paradoxaux. Ici, il s'agissait de l'augmentation du rejet de HCl dans l'atmosphère en cas de collecte sélective des bouteilles en PVC par rapport à leur combustion avec les ordures ménagères (alors que ladite collecte visait, pour une bonne part, à réduire les rejets acides !). Ce résultat singulier tenait simplement au fait que dans les hypothèses faites, du charbon aurait dû être brûlé en plus par la Compagnie parisienne de chauffage urbain (CPCU) pour compenser le « combustible bouteilles » disparu. Ce charbon contenant 0,1 % de chlore, ni réglementé ni retenu par un traitement, il était intégralement rejeté dans l'atmosphère, alors que l'acide présent dans les fumées de l'usine d'incinération était bien retenu par le dispositif de lavage des dites fumées ;
- ✓ enfin, la complexité des calculs (Ah ! les migraines à essayer de comprendre les conventions de signe !), les massifs tableaux de chiffres... et les débats sur les hypothèses qu'il fallait bien faire, ou les valeurs à retenir pour certaines valeurs d'émissions.

L'analyse de cycle de vie permet d'éviter le zoom sur le seul futur déchet

Trop souvent, le citoyen, mais également le consultant ou le spécialiste en gestion des déchets, responsable en collectivité ou dans une entreprise, se focalisent sur les déchets à traiter. Leur préoccupation sera d'abord de trouver des solutions, souvent ponctuelles, par exemple en développant le recyclage. Celui-ci une fois mis en place, il sera trop tard – et en tout cas très difficile – de prendre une autre direction, notamment en faveur de la prévention des déchets.

A ce titre, les analyses de cycle de vie, même très restreintes, par exemple, limitées, le cas échéant, à la consommation d'énergie ou au CO₂, offrent l'avantage de donner un bon éclairage sur la place réelle de la phase « fin de vie » d'un bien dans son coût écologique global et de la comparer aux étapes importantes que sont la fabrication, puis le transport de ce bien.

Un bon exemple est donné par la question de la consommation des bouteilles d'eau plate, en concurrence avec celle de l'eau du robinet, abordée dans un récent numéro des *Annales des Mines* [3]. Une responsable d'association montrait d'abord que, pour deux des volets du développement durable (économie, social/sociétal), le geste « boire de l'eau du robinet » était multi-gagnant : plus de 10 « bénéfiques » étaient mis en évidence. Quant au volet environnemental, le bilan CO₂ était très positif. Mais le bénéfice sur ce paramètre n'est pas celui des déchets de bouteilles plastiques évités en consommant l'eau du robinet. Dans les hypothèses prises, le gain de CO₂ est pour 73 % obtenu par la non production des bouteilles (et du PET qui les constitue). Et, dans le CO₂ restant (27 %), la plus grosse part vient du transport des bouteilles d'eau pleines (18 %), alors que l'impact du traitement des bouteilles vides jetées ne pèse que 9 % du bilan CO₂... (voir la figure ci-dessous).

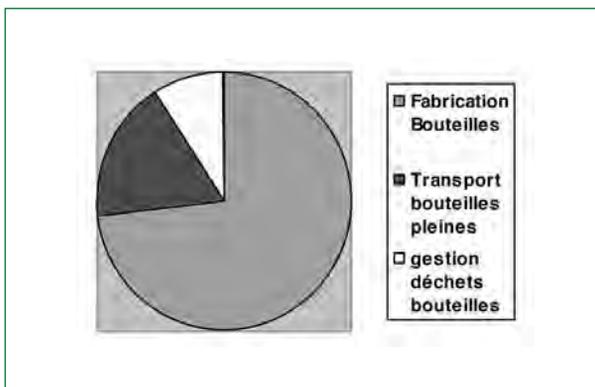


Figure 1 : Origine du gain (réduction) en émissions de gaz à effet de serre (équivalents-CO₂) obtenu grâce à la consommation d'eau du robinet (au lieu d'eau en bouteilles PET).

Brique ou verre ?

Un autre exemple d'estimation faussée par la seule prise en compte de la phase « déchet » est celle de la comparaison – pour une « unité fonctionnelle » plus intuitive dans le



© Photo Alliance Carton Nature

cas « eau du robinet vs eau en bouteille » – entre la bouteille en verre et la brique carton/composite.

Après des échanges durs dès les années 1990, une quasi-bataille s'est déroulée sur ce thème en 2008 dans le secteur des emballages pour liquides alimentaires, sur fond d'ACV et d'invectives mutuelles. Son analyse va permettre de pointer plusieurs remarques utiles pour notre sujet. Rappelons les faits.

En mai 2008, Tetra Pak, leader mondial de la brique alimentaire, publie une analyse ACV comparative de plusieurs modes d'emballage de produits alimentaires. Cette ACV a été réalisée par Bio Intelligence Service, bureau d'étude spécialisé, et a fait l'objet d'une revue critique par un comité de quatre membres (deux professionnels, deux membres de WWF).

Elle compare ainsi, pour divers indicateurs d'impact sur l'environnement, l'impact de la fourniture au consommateur final de 1 000 litres de jus d'orange ou de 1 000 litres de lait longue conservation, selon leur emballage (4).

Les résultats en étaient, sans appel, en défaveur du matériau verre, pour les divers liquides contenus, l'avantage restant toujours à la brique en composite. Le critère CO₂/effet de serre (ou consommation d'énergie primaire) était particulièrement sélectif, avec des écarts du simple au quadruple.

L'examen par secteur d'émission (matériau/conditionnement+distribution/fin de vie) montrait, comme évoqué plus haut, l'impact très important de la fabrication de l'emballage, avec l'influence majeure de la masse, très différente, des emballages (légers, dont la brique : 30 g pour un litre, à comparer au verre, 340 g pour un litre).

La parution de cette ACV amena d'abord des articles insistant sur le caractère offensif de l'étude et du communiqué de presse (« Tetra Pak tacle les emballages en verre et plastique à coup d'ACV » (5)) ou sur l'importance du travail et du coût que représente une telle ACV (« 100 000 euros » (6)). Puis est intervenue une très vive réaction de producteurs de verre, qui a pris des formes diverses, allant jusqu'à l'annonce d'une action judiciaire à l'encontre de Tetra Pak (7).



© DR : Cyclém Verre Avenir

Début de l'article de la Chambre Syndicale des Verreries Mécaniques de France en ligne sur le site Verre-Avenir* :

« Nous revenons sur cette fameuse étude orchestrée par Tetra Pak et dont le contenu est pour le moins « *miraculeux* » : comment, en effet, faire passer le message écologique, quand on est difficilement recyclable avec la technique ? Une solution : l'étude validée par des experts... Le problème de ces experts est qu'il n'ont apparemment pas rencontré de recycleurs... »

* http://cyclém.verre-avenir.fr/?page=shop/article&article_id=201

On note aussi, illustré par un « Pinocchio au très long nez », un document contestant ces ACV, sur le site Verre-Avenir (voir la photo ci-dessus) (8).

L'argumentaire retenu, par exemple par le président de la Chambre Syndicale des Verreries Mécaniques de France, marque un type de réponse souvent entendue après la publication d'une ACV, qui est de contester les chiffres et le quantitatif par des appréciations qualitatives :

« Nous sommes entrés dans la période post-Grenelle, le temps de l'action est venu. Si certains veulent se contenter de communiquer et de critiquer, cela ne doit pas occulter les bénéfices des actions environnementales des autres, comme le recyclage du verre. Le verre a été désigné par les Français comme leur matériau préféré, recyclable à 100 % et indéfiniment, champion toutes catégories de la collecte pour recyclage grâce au Geste Verre. Le verre possède des qualités alimentaires indiscutables, bien identifiées par les consommateurs, qui apprécient sa neutralité. »

On relève au passage, au travers de l'opposition du geste de tri à l'impact environnemental global de l'emballage, un des volets de l'opposition très large en matière de déchets entre prévention des déchets (la brique « pèse » dix fois moins que la bouteille en verre, une fois vidée) et recyclage (la brique a un timide taux de collecte - entre 25 et 30 % -, à opposer à celui du verre, qui affiche le meilleur taux de tous les emballages, entre 60 et 70 % ...).

Cela apparaît bien dans le texte repris dans l'encadré ci-dessus, où la contestation veut s'appuyer sur le seul « aval » du contenant, bouteille ou brique.

La lecture du site des verreries européennes (FEVE - www.fere.org - rubrique Life Cycle Assessment) permet de constater que l'approche qualitative n'est pas l'apanage des verriers français. La foire aux questions (FAQ) de ce site donne pour la question : *What is the environmental impact of my bottle?* La réponse : "No LCA can give an answer to that; the methodology looks at specific impacts but does not draw an overall conclusion, as it only gives part of the picture". *Glass is 100 % recyclable and reusable – both of which bring significant environmental benefits.*"

Quant à la question CO₂ (et énergie), « *What is the carbon footprint of my bottle?* », elle reçoit une réponse de même nature : "The carbon footprint of a bottle depends on many factors. For example, the size of the bottle, the region

the bottle is produced in, where it is going to be recycled, what colour it is, etc. Because environmental impact is much wider than CO₂, FEVE strongly believes that looking at CO₂ alone is too crude a method for measuring either environmental impact or overall sustainability. A favourable CO₂ rating does not equal a good packaging. A good packaging should keep products fresh for as long as possible, avoiding food wastage; be inert, so protecting its contents from migration; and if disposed of, not cause any harm to the environment."

Les sondages publiés par Verre Avenir montrent de fait que l'engouement pour ce matériau en matière d'emballage des produits alimentaires est très fort. Ils donnent une des grandes leçons de ce dossier en matière d'ACV : la valeur des chiffres (supposés valides) relatifs à des paramètres mal perçus, voire incompréhensibles, rend l'ACV très peu signifiante pour le grand public. Alors, autant ne pas en parler, surtout si les performances du produit ne sont pas bonnes ; mieux vaut aller dans le sens de ce que perçoit le public : l'ancienneté du geste du tri du verre (quarante ans, bientôt !), par exemple. Le succès du buzz autour des films publicitaires de Verre Avenir à l'automne 2011 confirme que, pour un public qui reste mal informé, le recyclage vaut la meilleure des réductions d'impacts !

On remarque que les verriers taclent discrètement les autres matériaux à propos de leur inertie (le verre, lui, est réputé inerte !). Mais comment prendre en compte dans l'ACV de briques ou de bouteilles plastiques des suspicions qui ne sont même pas validées ni même exprimées, quant aux additifs plastiques (du genre « il y aurait du bisphénol A dans les plastiques ») ?

Plusieurs constats enrichissent notre vision du sujet. Ne pas se focaliser sur la partie émergée (déchets) des impacts de nos modes de consommation et de vie, mais être aussi conscients que nos concitoyens auront bien du mal à voir ce qui est sous la surface de l'eau...

Au passage, il est utile de relever trois autres éléments, à partir de l'ACV des briques :

- ✓ l'ingénieur du Grenelle (2008) retrouve les difficultés de l'ingénieur lors de la création d'Eco-Emballages (1994) devant la monstrueuse accumulation de données, résultats du tableur de l'ACV... L'ACV de Tetra Pak comporte en annexe le détail des résultats (pour une partie des emballages !), soit 90 pages, sur 16

colonnes et 170 lignes chacune, rassemblant près de 250 000 résultats d'impacts !

Et ces deux réactions similaires, à quinze ans d'intervalle :

- ✓ l'étonnement devant le fait qu'il soit utile de faire figurer, par exemple, que l'impact pour le CFC11 des « remplissages et mises en forme des emballages » est de « 8,84 10 E – 18 kg ». En langage courant, cela représente environ un millionième de nanogramme ou, plus précisément, 9 femtogrammes !
- ✓ et l'incompréhension devant les conventions de signes ou les hypothèses, qui, par exemple, rendent négatifs les impacts du transport en vue de la distribution (pour énergie et CO₂), alors que ceux du même transport (vers les entrepôts) sont positifs (étant bien rappelé qu'une valeur négative, pour un impact, c'est très positif, puisque pour des raisons parfois évidentes, mais le plus souvent inconnues, une émission en moins est en général synonyme d'un « plus » sur le plan environnemental !).

En résumé, on peut proposer de retenir le principe que l'ACV devrait rester interne à l'entreprise et servir essentiellement à faciliter le pointage des secteurs d'amélioration à privilégier (9). Le cas échéant, il est envisageable de la sortir de l'entreprise, mais en restant entre « pros », en *BtoB*, pour renseigner suite à une demande aval des clients. Une piste d'amélioration serait de travailler sur une forme plus participative de conduite de l'ACV jumelée à une forme de présentation des résultats plus adaptée à la diversité des parties prenantes amenées à les lire. En particulier, la sensibilisation à l'impact de la phase « amont » du produit apparaît une exigence.

La non-ACV

L'approche de certains professionnels est encore plus réduite que celle adoptée pour le verre en n'étant pas loin du niveau zéro de l'ACV. L'exemple qui suit semble utile à rappeler à ceux qui se battent sur les enjeux « secondaires », comme par exemple la taille des cartons choisie pour contenir les groupes d'emballages unitaires (10), dans des ACV robustes et sérieuses.

Cet exemple retenu pour appuyer nos constats d'utilisateur d'ACV est celui des dosettes de café Nespresso, que nous traitons sur la base de la plaquette grand public 2011 de la marque : « *A votre service* ». Une double page est

consacrée au « *Nespresso Recycling* », avec le principe de ramener les capsules de Nespresso usagées dans l'un des 2 500 points de vente ou, mieux, « *dans la boutique la plus proche* » (pour information, il y a seulement vingt-deux boutiques en France !). Mais l'évocation du bilan environnemental, audacieuse ACV vraiment très réduite, tient dans la phrase suivante, à côté de laquelle le plaidoyer du verre apparaît canonique : « *Nespresso a choisi l'aluminium comme matériau d'emballage pour les capsules, car il protège le café ... Extrait de la bauxite, élément naturellement [présent] dans le sol, l'aluminium se recycle à l'infini, sans rien perdre de ses qualités* ».

Le « détail » manquant de cette vraiment micro-ACV (et qui rappelle le monocritère du label allemand Ange Bleu, contre lequel les experts français se sont battus depuis la fin des années 1980, avec notamment la norme NF X 30300 prémisses de l'ISO 14400) est tout simplement la consommation d'électricité indispensable pour passer de la bauxite à l'aluminium métal. Lequel apparaissait dès l'étude Ceren comme l'un des plus gros « ogres » à kWh (essentiellement électriques) du tableau des produits intermédiaires (17 000 kWh électriques par tonne !) (voir le tableau 1).

Le « recyclage » des capsules mis en place par l'entreprise en est certes d'autant plus utile (l'aluminium de seconde fusion nécessite une consommation électrique 50 fois plus faible), mais on doit en tirer ici deux nouvelles leçons :

- ✓ Une ACV réalisée au moment opportun, c'est-à-dire lors de la conception, aurait dû permettre de déceler l'erreur environnementale que le produit « capsule alu » semble bien être ;
- ✓ Et si cette ACV a été faite, mais que le choix « marché » l'ait emporté (11), alors autant le reconnaître et s'abstenir de pseudo-démarches de verdissement fondées sur des affirmations lénifiantes, comme vu plus haut, ou non conformes à la réalité, comme l'indication que 50 % des quatre milliards de capsules utilisées chaque année dans le monde sont déjà recyclés (12).

Peut-on réellement croire que l'allégation écologique de Nespresso est conforme au guide pratique du ministère, aux exigences des normes 14020 et 14021, ou encore au référentiel de l'Autorité de Régulation Professionnelle de la Publicité (ARPP) (13) ?

Un dernier point est utile à évoquer s'agissant du coût environnemental de ces dosettes. Du fait de l'orientation



L'« Ange Bleu » allemand : un label monocritère des années 1980-90.

Ce critère pouvait ne pas être essentiel dans le bilan environnemental global du produit (par exemple, contenu en recyclé d'un papier, émission de NOx d'une chaudière, ... ou consommation de bauxite !)

« collecte en vue du recyclage », une ACV devrait permettre de vérifier maintenant quel est le coût particulier du recyclage de l'aluminium des dosettes. Notamment, deux postes paraissent susceptibles de l'emporter très défavorablement : il s'agit de la collecte individuelle des capsules usagées (par exemple, si le particulier doit spécialement se rendre dans un des rares points de collecte) et, ensuite, du transport des capsules vers un centre de recyclage. On imagine mal pour ce recyclage des équipements autres qu'automatiques, donc coûteux et nécessitant une zone de collecte très large, avec des transports sur des distances importantes. La question du périmètre d'étude d'une telle ACV serait à regarder de près !

De fait, dès lors qu'une capsule a été utilisée, le geste écologique (sinon pratique) n'est-il pas d'ouvrir la capsule, de séparer le marc (destiné à la poubelle ordinaire ou, le cas échéant, au compostage) et de déposer la capsule vidée dans le bac de collecte sélective, où elle retrouvera les barquettes, canettes et boîtes de conserves en aluminium. Très bon pour l'ACV de la capsule, ce mode opératoire risque cependant de se heurter à un obstacle économique. Le producteur des dosettes a en effet fait valoir auprès d'Eco-Emballage que les capsules ne sont pas considérées comme des emballages, à l'instar des sachets de thé (lesquels à ce titre sont dispensés de contribution à l'éco-organisme). En effet, « les capsules servent à l'utilisation du produit et ne sont pas vidées de leur contenu avant d'être jetées » (14). Ne finançant pas le système « emballages ménagers », la dosette en aluminium peut-elle vivre aux crochets des autres emballages qui, eux, y contribuent ? (voir la photo ci-dessous).

Ce détail confirme, et c'est un constat de plus, que les résultats de l'outil qu'est l'ACV doivent être vraiment évalués et utilisés par des experts compétents dans de très larges domaines couvrant la vie des produits « du berceau à la tombe ».

Cela vaut pour d'autres produits, comme le démontrent nombre de publicités. Pendant la rédaction de cet article, en décembre 2011, est ainsi parue sur doubles pages dans



© Rémi Guillet

Photo : Le vrai geste écologique ? Le désoperculation manuel des capsules de café usagées, avec séparation de l'aluminium et du marc ... ?

des quotidiens gratuits une publicité pour des papiers hygiéniques « Ecotube » de la marque Lotus, dont les rouleaux sont... à jeter dans les toilettes (où ils se dissolvent) et cela, en méconnaissance du bilan comparé du traitement d'un gramme de déchet solide et d'un gramme de pollution de l'eau (MES et DBO5/DCO). Pour mémoire, le geste préconisé par Lotus est aussi en infraction avec le Code de la santé publique (article R-1331-2) et avec tous les règlements locaux d'assainissement, qui interdisent le rejet de déchets solides à l'égout... L'ignorance ainsi démontrée est aggravée par le fait qu'il devrait être connu de l'entreprise à l'origine de cette « innovation » qu'au contraire des capsules de café, les tubes en question payent leur contribution à Eco-Emballages en vue... de leur recyclage !

Devant donc être étendue jusqu'à la station d'épuration ou aux contraintes de la « responsabilité élargie des producteurs », l'ACV demande à l'évidence une analyse par des experts compétents, sans remettre au hasard le soin de voir peut-être un initié y jeter un regard critique...

Le maquignon ou la crème ? La question de l'allocation des bénéfices du recyclé

Suite à une demande faite par les associations, l'Ademe a fait réaliser en 2008 une vaste étude sur la consigne des emballages en Europe [8]. Il s'agissait à la fois d'examiner les pratiques réelles dans les pays d'Europe où une telle consigne est en place pour certains emballages, et également de tirer le bilan des études menées sur les impacts économiques et environnementaux de la consigne.

Cette double étude (15) appelle quelques remarques pour ce qui est de l'analyse du cycle de vie des emballages.

Le chargé d'étude a mis en évidence l'importance que jouait dans le résultat du « bilan environnemental » (ACV) de la consigne (16), la règle utilisée « pour l'allocation du bénéfice de la matière vierge que le recyclé économise ». Deux options sont possibles :

- ✓ Donner ce bénéfice à la matière recyclée obtenue, et donc à son utilisation future. Mais cette option revient à priver le geste du recyclage de tout bénéfice. Sur le sujet étudié (consigne vs emballage jetable), cela favorise la consigne, avec la réutilisation de l'emballage.
- ✓ Au contraire, allouer au geste du recyclage le bénéfice de la matière vierge économisée. Cela amoindrit le bénéfice qu'apporte la réutilisation, et joue donc en défaveur de la consigne.

Or, il a été constaté qu'il était tentant pour certaines parties d'utiliser l'une, puis l'autre règle. Ainsi, dans le travail fait pour l'Ademe, le chargé d'étude préconisait cette seconde solution, avec allocation du « bonus » de la matière recyclée au geste du recyclage (17). L'éco-geste du tri, intuitif pour le citoyen, va ainsi être justifié par les chiffres. Par contre, le bilan environnemental de la consigne se trouve quant à lui fortement défavorisé, ce qui apporte des arguments aux professionnels qui ne veulent pas entendre parler de consigne. Il s'agit, on s'en doute, des producteurs de

Qu'en pensent les consommateurs/blogueurs ?**Réactions enregistrées en Belgique (début 2011) et en France (2^{ème} semestre 2011) après le lancement du « tube à jeter dans la cuvette »**

Batnec 13 12 2011 **Une mauvaise idée** : C'est n'importe quoi ! On n'apprend pas à recycler, mais à jeter encore plus....

Bacteriophile 27/11/2011 **Ajouter des bactéries** Je trouve l'idée géniale, mais pourquoi ne pas ajouter aussi des bactéries pour l'entretien de la fosse dans les fibres du tube. On entretiendrait la fosse en même temps.

Poildanslamain 11/09/2011 **Apprendre la fainéantise !!!** Bonjour à tous,

Je ne cautionne pas une idée comme celle-ci. A l'heure actuelle, on essaie tous à notre niveau de préserver notre planète, même mon fils de 6 ans y est aussi sensibilisé.

LOTUS invente le carton à jeter dans les WC au lieu de le jeter dans le bac à recyclage. Prouvez-moi qu'il n'y a aucun résidu restant. Et même, voilà une idée qui créera une génération de fainéants. Je n'achèterai plus de produit LOTUS dorénavant, ce manque de responsabilité écologique fait peur surtout de la part d'un gros industriels comme LOTUS.

On devrait leur faire payer une partie du traitement des eaux usées au niveau mondial tiens !

Lhommefléché - 03/09/2011 **je l'ai inventé** il y a quelques années j'ai eu l'idée de ce produit et en allant déposer l'idée, on m'a dit que c'était déjà déposé par une société américaine, je me suis fais floué ou quoi ?

Living - 207/08/2011 **La pub démontre que la préoccupation de lotus n'est pas la protection de la planète** quand on voit la pub, on voit que c'est bon pour la planète : 4 litres d'eau pour se débarrasser d'un rouleau plutôt que de marcher 10m pour le jeter dans la poubelle de recyclage des cartons

Walter - 20/08/2011 **Respect de la planète** Aquatube biodégradable ou BIOFRAGMENTABLE ? Je trouve ça dangereux, il y a de plus en plus de produits dits biodégradables parce qu'il "Disparaissent" à nos yeux, ils n'en demeurent pas moins dans l'environnement. Peut-on nous en dire plus sur les résidus de ce tube de papier toilette ? Le bilan écologique est il favorable à ce nouveau produit ?

Quant au respect de la planète... la seule chose respectée c'est la feignantise de l'homme à faire 2m pour mettre son rouleau dans la poubelle carton ...

Potiron 24-01-2011 **Jeter plutôt que recycler, c'est pas du progrès**, c'est de l'anti-écologie. Boycott Lotus !

Antiblaireau 19-02-2011 **Mais où va-t-on ?** Tout ça pour un rouleau on ne peut plus simple à mettre aux cartons ? Comment mieux faire pour rendre les personnes encore plus irresponsables de leurs achats et entretenir une fainéantise d'utopiste ?

Sans compter je suppose le prix de cette « trouvaille » qui s'ajoutera à celui du videur de mes tuyauteries ou de la fosse septique après quelques mois d'usage... Vive les progrès.

Arrêtez de nous prendre pour des blaireaux,

Zorhaut 15-03-2011 **c'est à mourir de rire ou à pleurer** ...on hésite ! Rouleau dégradé ce rouleau est donc perdu pour le recyclage puisqu'il se dissout !!!

OU EST LE PROGRES ????

Minou 15-03-2011 **Et c'est à ça que vous consacrez du temps et des sous ?????!!!**... Vous en avez vraiment à perdre; au début, j'ai cru à une blague...mais non !

Le recyclage sera donc perdu...Où est l'avantage ? Revenez à la réalité, c'est "besoin !"

Composteur 18-01-2011 **Moi**, c'est mes lombrics qui mangent les rouleaux et ils adorent.

matériaux d'emballages, mais aussi de la grande distribution, qui déteste les complications.

De fait, il y a eu *statu quo* sur ce sujet ces dernières années, le mot « consigne » étant devenu quasi tabou, y compris lors du Grenelle. A ce jour, aucune éventualité de consigne autre que locale n'existe, à notre connaissance, en France (18).

Il est dès lors important de bien fixer une règle unique, sous peine de voir les professionnels de l'emballage, suivant l'expression imagée qui a été utilisée lors d'une rencontre à l'Ademe, « vendre deux fois le même cheval ». Dans l'exemple évoqué ci-dessus, cela se traduirait, par exemple, par la déclaration d'un conditionneur de liquide (lait, eau, jus de fruit, ...) qui annoncerait : « *Notre ACV montre que la consigne est moins bien que le recyclage* », alors que l'utilisateur de PET recyclé déclarerait : « *Notre entreprise utilise un matériau recyclé* ». Si le bilan du recyclage a bénéficié de l'économie entraînée par le matériau recyclé, il peut apparaître non convenable d'utiliser une seconde fois ce bénéfice pour vanter le caractère écologique du matériau (recyclé)...

Notre propos ici est certainement plus abrupt que la démonstration magistrale faite par Philippe Osset dans son intervention lors de la journée organisée par l'Afite. Mais, de fait, nous avons déjà rencontré cette double utilisation du même bénéfice par deux entreprises relevant de deux secteurs d'activité très différents : la production d'eau en bouteille, d'un côté, et la confection de pull-overs en PET recyclés, de l'autre. Cela rappelle vraiment un dicton bien connu : « celui qui veut le beurre et l'argent du beurre... ». Le *summum* est d'ailleurs atteint quand le matériau recyclé ne remplace pas vraiment le même matériau neuf ; il nous revient à l'esprit l'exemple de cet expert en communication qui vantait à des maires l'intérêt des barrières en plastique fabriquées à partir de bouteilles recyclées, en oubliant que le matériau déplaçait alors non pas des polymères neufs, mais... du bois.

Un choix devrait donc être préconisé sur le plan de la normalisation entre :

- ✓ imputer le bénéfice du recyclage au produit lui-même, ce qui améliore fortement son bilan écologique, mais exige des restrictions quand au vocable « fabriqué en recyclé » ;
- ✓ ou imputer ce bénéfice à la matière recyclée, en lui conférant un sérieux « plus » environnemental.

La norme devrait également insister sur l'anomalie que serait une double prise en compte de ce bénéfice : explicite dans le bilan environnemental, et implicite dans la mention « fabriqué en recyclé ». Si son bénéfice est pris en compte dans le bilan du produit, le matériau recyclé n'a dès lors plus aucun bénéfice écologique par rapport à la matière vierge...

Trois arguments forts jouent, à notre sens, en faveur du choix d'une imputation aval du bénéfice du recyclage, ou à tout le moins, d'une large part de ce bénéfice :

- ✓ selon la directive cadre Déchets, la prévention de la création de déchets est la première priorité, avant notamment le recyclage (ce qui paraît évident : le déchet le mieux géré, étant celui qui n'a pas été pro-

duit). Il semble clair qu'améliorer artificiellement le bilan écologique de certains matériaux ou objets ne va pas dans le sens de la prévention ;

- ✓ laisser au matériau recyclé le bénéfice environnemental qui est le sien, c'est également favoriser son utilisation. Cela peut « compenser », dans le choix d'un décideur, les caractéristiques moindres que peut présenter le recyclé, des caractéristiques que les normes ou cahiers des charges prennent toujours en compte. Cela permet aussi de bien couvrir le cas des déchets donnant lieu à recyclage, qui, au moins en tout début de filière, sont considérés comme ayant une valeur négative (19) ;
- ✓ enfin, et surtout, c'est pouvoir conserver le terme de « fabriqué en recyclé » (qui, en cas d'imputation amont, ne devrait pas être permis), ce qui est important vis-à-vis des consommateurs trieurs. Une des questions les plus fréquentes à propos des collectes sélectives organisées par les collectivités locales est : « Que fait-on des matériaux récupérés ? ». Il faut que le logo ou la mention « fabriqué en recyclé » soient bien apparents sur le maximum des objets consommés...

Conclusion

Un point revient fréquemment dans ce qui précède, la nécessité d'un accompagnement actif par les pouvoirs publics (en sus des parties intéressées, comme les associations) pour faire valoir des points de vue alternatifs dans le choix des hypothèses et conventions. Cela demande une forte compétence sur les sujets concernés (les circuits industriels et commerciaux, les réalités du recyclage...), ainsi qu'une capacité à s'affranchir de ces aspects techniques pour être à même de prendre en compte, par exemple, les demandes du public, ou sa perception de certains faits. Le caractère multidisciplinaire de la démarche est un impératif, sous peine de passer à coté de biais ou d'erreurs très difficilement rectifiables *a posteriori*. Les pouvoirs publics, les organismes, les associations (comme l'Afite) doivent, chacun pour ce qui les concerne, y veiller et y contribuer.

Notes

* Ingénieur général des Mines, Conseil général de l'Economie, de l'Industrie, de l'Energie et des Technologies (CGEJET), Inspecteur général de l'Environnement (CGEDD).

(1) La vieille anecdote « Le Pape, combien de divisions ? » montre que la préoccupation dépasse le seul secteur des ingénieurs...

(2) Il faut préciser qu'à l'époque, le PVC était universel (notamment pour les eaux de sources et minérales), le PEBD servant déjà pour le lait. Le PET était, par contre, quasi inexistant.

(3) Le terme « écobilan », utilisé alors et qui semblait appelé à devenir bientôt un nom commun, a été déposé par une société créée par trois jeunes ingénieurs du corps des Mines et à laquelle ils ont donné ce même nom d'Ecobilan.

(4) Cette approche respecte bien la recommandation faite ultérieurement par le Conseil National de l'Emballage [4] de restreindre les ACV publiées aux seuls couples contenu/contenant, et en aucun cas de ne traiter que des seuls matériaux (indépendamment des contenants).

(5) Titre du numéro daté du 18 avril 2008 de la revue *Actu-Environnement*.

(6) Selon *Emballage Digest* du 17 avril 2008.

(7) *Emballage Digest* du 2 juillet 2008.

(8) *Emballages pour liquides alimentaires : de qui se moque-t-on ?*, article disponible en ligne à l'adresse : http://cyclem.verre-avenir.fr/?page=shop/article&article_id=201

(9) En résumé, cette ACV de la brique montrait qu'effectivement, ce type d'emballage est particulièrement bien placé sur le plan du bilan global et que, dans son cas, plutôt que de travailler sur la conception, il était préférable d'essayer d'améliorer le taux de recyclage global, encore très faible (inférieur à 35 % en 2011) et la valorisation des deux constituants minoritaires (polyéthylène et aluminium) actuellement non récupérés. Pour la plupart des autres emballages, par contre, l'amélioration du recyclage ne touche que la phase de fin de vie du bilan écologique, qui représente en général moins de 15 % de ce bilan global. A ce titre, la prévention « amont », au stade de la conception, puis de la fabrication de l'emballage, est essentielle. Et quand Tetra Pak ajoute un bec verseur en plastique pour satisfaire à une demande des clients, l'ACV montre que ce doublement du poids du plastique a un coût environnemental élevé.

(10) Du type (voir l'analyse critique en tête du rapport LCA Tetrapak) : « Ah ! effectivement, ce poste est plus faible pour notre produit, car nous avons retenu les caisses « américaines » type BWV 454, ce qui nous permet d'en placer 8 en largeur et 34 en longueur, dans une remorque standard » !

(11) S'agissant d'un produit haut de gamme (par rapport au bon vieux filtre papier), le gaspillage qu'est la capsule peut se comprendre comme l'équivalent de l'emballage luxueux d'un parfum, qui s'affranchit des principes du développement durable...

(12) Voir sur cette question l'article de Francis Lecompte, dans *Capital* (septembre 2009). www.capital.fr/enquetes/strategie

(13) L'Autorité de Régulation Professionnelle de la Publicité (ARPP) n'a pas, à notre connaissance, réagi à propos des affirmations de Nespresso (voir la *Charte « développement durable »* sur le site de l'ARPP) [5]. Un chapitre « Allégations environnementales » figure également dans le *Code des bonnes pratiques en matière de publicité* de la Chambre de Commerce Internationale.

(14) Cette exclusion du champ des emballages résulte du cas i) de l'article 6 de la directive emballages 94/62/CE modifiée sur ce point en 2004 [6]. Les sachets de thé sont donnés en exemple (ou bien les peaux des saucisses... : les dosettes de café y ont été assimilées lors de leur introduction en France). Un arrêté du 7 février 2012 vient conforter cette approche en transposant ce point de la directive Emballages (Journal Officiel du 23 février 2012).

(15) Evaluation des résultats de la réutilisation et du recyclage des emballages en Europe, étude réalisée pour l'Ademe par Ernst & Young (février 2009) et étude en référence [7].

(16) Il s'agit bien ici de la consigne pour réutilisation du contenant (essentiellement, les bouteilles). L'étude Ademe traite aussi de la consigne visant à atteindre un fort taux de retour en vue du recyclage matière (par exemple, les canettes métal).

(17) Quasi simultanément, un autre chargé d'étude, pour Eco-Emballages cette fois, préconisait l'allocation à la matière recyclée dans les études de Bilan Environnemental des Emballages (BEE), qui sont des ACV réduites à trois paramètres réalisables par les entreprises elles-mêmes.

(18) L'Ademe a publié fin 2011 un « avis de l'Ademe » (une démarche rare) relatif à la consigne. Le lecteur pourra s'y reporter, mais il sera utile qu'il ait présent à l'esprit la « double utilisation » du bénéfice de la matière recyclée, en voyant par exemple qu'actuellement, l'utilisation de recyclé est largement mise en valeur pour des emballages comme les bouteilles d'eau minérale ou d'eau de source.

(19) Voir, à ce sujet, l'exemple des pneumatiques usagés, dans l'article de Philippe Osset publié dans ce même numéro de *Responsabilité & Environnement*.

Bibliographie

[1] CEREN, *Contenu Énergétique des produits industriels*, février 1981.

[2] GUILLET (Rémi), « Ordures ménagères, chlore et PVC : le point de vue d'un ingénieur municipal », *L'Actualité Chimique*, novembre 1994, pp. 71-80.

[3] WINKLER (Wiebke), « Boire l'eau du robinet. Quand réduction des déchets rime avec développement durable », *Annales des Mines, Série Responsabilité & Environnement*, juillet 2011, n°63, pp. 113-120.

[4] Note de position du Conseil National de l'Emballage « Allégations environnementales portant sur les emballages des produits », septembre 2011.

[5] Recommandation « développement durable » de l'ARPP (disponible sur le site de l'Autorité).

[6] Rapport de la mission d'audit du dispositif de contribution à l'élimination des déchets d'emballages ménagers, IGF, CGEDD et CGIET, décembre 2009.

[7] *Évaluation des résultats de la réutilisation et du recyclage des emballages en Europe*, Etude réalisée pour l'Ademe par Ernst & Young, février 2009 (disponible en ligne sur le site de l'Ademe).

[8] *Bilan des connaissances économiques et environnementales sur la consigne des emballages boissons et le recyclage des emballages plastiques*, Etude réalisée pour l'Ademe par RDC-Environnement, octobre 2008 (disponible en ligne sur le site de l'Ademe).

Biographies

BELLON-MAUREL Véronique

Véronique Bellon-Maurel est directrice adjointe à la stratégie et à la recherche au Cemagref. Elle est la fondatrice et l'actuelle responsable du pôle de recherche, d'expertise et de formation ELSA (*Environmental Lifecycle and Sustainability Assessment*), à Montpellier. De formation initiale ingénieur agronome, ingénieur PEF, docteur et HDR en Génie des Procédés avec une spécialisation sur les capteurs (spectroscopie infrarouge) et la métrologie appliqués à l'agriculture et à l'environnement, Véronique Bellon-Maurel a ensuite réorienté ses travaux sur l'évaluation environnementale et l'ACV appliquées aux productions agricoles et à la gestion des territoires.

BESSOU Cécile

Membre d'ELSA, Cécile Bessou est titulaire d'un diplôme d'ingénieur des techniques agricoles de l'ENESAD Dijon (2001) et est docteur en sciences environnementales (2009) d'AgroParisTech (Paris). Elle s'est également formée en foresterie et en développement rural à l'ENGREF, Montpellier, et a un diplôme de master international en gestion durable des ressources de l'Université Technique de Munich. Elle a développé ses compétences en analyse de cycle de vie (ACV) dans le cadre de sa thèse sur la modélisation des émissions d'origine agricole avec une application aux biocarburants. Elle travaille, depuis 2010, au CIRAD au sein de l'unité de recherche sur les systèmes de culture pérenne (UR 34). Cécile Bessou travaille plus particulièrement sur l'évaluation des impacts de la culture du palmier à huile, notamment sur le développement et l'adaptation de la méthode ACV et d'indicateurs agri-environnementaux à la culture du palmier à huile, sur la diversité des systèmes de culture, la modélisation des flux et du cycle pérenne en ACV ou encore sur l'harmonisation des méthodes et la comparabilité des études.

CARRIOT Paul

Paul Carriot est titulaire d'une maîtrise de Lettres classiques. Après être entré à la Direction générale des Télécommunications en 1978, il exerça diverses fonctions au sein du groupe France Télécom jusqu'en 2008, et notamment en tant que directeur Qualité pour les filiales de mobiles à l'international. A partir de 2000, il a été responsable du management de l'environnement pour l'ensemble du groupe FT (SME, norme ISO 14001...) et des actions de développement durable (PDE...).

Il est actuellement Secrétaire général de l'AFITE. En sa qualité de médiateur (formation CNAM 2008), il participe à de nombreux débats publics organisés par la Commission

Nationale du Débat Public (Grand Paris en 2010, par exemple) et préside une commission intitulée « Médiation et concertation environnementales ». Il a exercé, à ce titre, différentes missions auprès de services déconcentrés de l'État (SPPPI /PACA, par exemple).

Il est également commissaire-enquêteur sur des questions d'urbanisme et d'environnement.

CLAUZADE Catherine

Catherine Clauzade justifie d'une formation d'ingénieur en génie des procédés.

Elle a débuté sa carrière dans l'industrie pétrochimique, puis a rejoint le groupe Michelin. Au sien de ce grand manufacturier, elle a été responsable d'une équipe d'experts en extrusion durant 4 ans, puis elle a dirigé l'équipe de Recherche et Développement de la ligne produit Motos pendant 6 ans. La dernière mission qu'elle a réalisée pour le groupe Michelin a été de coordonner des programmes à horizon long terme dans le domaine de l'innovation et du rechapage des pneus Poids lourds.

Depuis 8 ans, elle fait partie du Comité de Direction de la société ALIAPUR, où elle dirige les activités de Développement des Produits et des Marchés. Elle occupe parallèlement le poste de Présidente de la Commission AFNOR dédiée au recyclage des pneus usagés regroupant les principaux acteurs de la filière.

Ses principales missions chez ALIAPUR sont de :

- ✓ Sécuriser les voies de valorisation ;
- ✓ Rechercher de nouveaux débouchés et dynamiser les débouchés existants ;
- ✓ Participer à la professionnalisation et à l'industrialisation de la filière ;
- ✓ Identifier les solutions offrant les meilleures plus-values environnementales.

COSTEDOAT Sophie

Titulaire d'une maîtrise de droit privé (Bordeaux) et d'une maîtrise de droit public (Université Panthéon Assas), Sophie Costédoat est, depuis le 23 mars 2009, chef du bureau des éco-industries, de la mécanique et des machines de production au ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie - Service de l'Industrie - Sous direction des filières de matériel de transports, de l'énergie et des éco-industries.

Au titre de ses fonctions, elle assure la coordination du comité stratégique de la filière des éco-industries (CSF-COSEI) dans le cadre de la conférence nationale de l'industrie et des groupes de travail sectoriels (eau, valorisation industrielle des déchets, bâtiment, énergie - production et stockage). Elle participe à la mise en œuvre

du plan éco-tech 2012 : 27 actions pour les éco-industries et préparation du plan Ambition écotech (87 mesures). Elle assure l'expertise des dossiers des appels à projets nationaux du Fonds unique interministériel (FUI) ou des plateformes d'innovation (PFMI).

Elle pilote et expertise l'appel à projets éco-industries (10M€). Elle assure l'expertise et le suivi des projets du cluster ACQUEAU dans le cadre du programme européen EUREKA. Elle est la correspondante nationale du pôle de compétitivité TEAM, ainsi que des 3 pôles Eau.

CROS Christine

Christine Cros travaille à l'amélioration de la prise en compte de l'environnement dans notre société moderne depuis près de 15 ans. Docteur en économie de l'environnement, elle a contribué à la mise en place des systèmes de permis négociables pour lutter contre les émissions de gaz à effet de serre, que ce soit au niveau international (accords de Marrakech), communautaire (directive établissant un système de quotas négociables) ou national (plans nationaux d'allocation des quotas). Elle a également participé à la réflexion sur l'utilisation d'instruments économiques pour valoriser la biodiversité au ministère en charge de l'Environnement. Elle a travaillé sur de nombreuses thématiques différentes (climat, biodiversité, pollutions classiques, risques...), qu'elle aborde aujourd'hui de manière intégrée dans le cycle de vie des produits. Chef du service Eco-Conception Consommation durable de l'ADEME, elle travaille à accroître la diffusion de produits à moindres impacts sur l'environnement en accompagnant à la fois l'offre et la demande.

DRON Dominique

Dominique Dron est une haute fonctionnaire française, écologiste et universitaire. Elle a été nommée, le 2 mai 2011, responsable du Commissariat général au Développement durable et de la Délégation interministérielle au Développement durable en remplacement de Michèle Pappalardo.

GARÇON Pierre

Pierre Garçon est Président d'EcoMundo. Il a fondé plusieurs entreprises, dont la société West Valley, spécialisée dans l'édition de logiciels de documents multimédia, qu'il a guidée jusqu'à son introduction en Bourse en 2000. Cette société est devenue le leader français avec près de 80 clients grands comptes, tels Disneyland, Lafarge, Renault, Airbus, la direction Communication de la Commission européenne, etc.

De plus, il a piloté des équipes pluridisciplinaires sur plusieurs projets de recherche européens, comme :

- ✓ Le projet EDIT : développement d'une plateforme électronique d'échange des informations environnementales sur les matériaux et les procédés de fabrication pour toute la chaîne des fournisseurs ;

- ✓ Le projet ECODIS : émanation d'une démarche de réflexion et de sensibilisation à l'éco-conception en vue de développer des actions au sein des entreprises de la filière automobile.

En 2007, il fonde la société EcoMundo SAS, qui se positionne rapidement comme un expert REACH et un expert de l'éco-conception industrielle appliquée à la *supply chain*.

L'entreprise s'inscrit ensuite dans le projet de recherche européen CORINE, lequel vise à réduire l'impact environnemental sur toute la *supply chain* des hélicoptères civils et militaires. EcoMundo collabore ainsi avec Eurocopter (leader mondial du secteur des hélicoptères). Il développe un outil collaboratif entre donneurs d'ordres et fournisseurs.

De plus, EcoMundo fait partie du conseil d'administration du cluster CREER. Ce cluster est un club multisectoriel d'entreprises industrielles. Il développe une recherche non concurrentielle dans les domaines de l'éco-conception et du recyclage.

EcoMundo est membre de plusieurs pôles de compétitivité : le pôle à vocation nationale As-Tech (aéronautique) et le pôle à vocation mondiale Axelera (chimie).

EcoMundo travaille sur plusieurs projets de recherche sur les matériaux, notamment quant à leur profil environnemental.

Enfin, EcoMundo est très présent sur le thème des nanomatériaux. Il suit de près les évolutions de la réglementation nano aux États-Unis. EcoMundo est membre de la Nanotechnology Coalition de la SOCMA (Society of Chemical Manufacturers & Affiliates).

GERMAIN Yves

Docteur ingénieur en génie des matériaux, Yves Germain a effectué une grande partie de sa carrière en R&D, domaine dans lequel il a occupé des postes de responsable de recherche et développement dans les polymères au sein des sociétés Elf Atochem et Atofina (aujourd'hui Arkema). Depuis 2005, il occupe un poste en gestion responsable des produits polyoléfinés au sein de la branche chimie de Total. Il a ainsi travaillé sur la conformité des polymères aux réglementations (notamment à la réglementation européenne REACH), l'analyse des impacts environnementaux liés au cycle de vie des produits et le pilotage de la labellisation d'une gamme de produits éco-performants.

GUILLET Rémi

Ingénieur des Mines, Rémi Guillet exerce au sein du Conseil général de l'Economie, de l'Industrie, de l'Energie et des Télécommunications (CGEJET). Il est également inspecteur général de l'Environnement (CGEDD – MEDDTL).

GUINEHEUC Pierre-Marie

Pierre-Marie Guineheuc est consultant sénior en analyse de cycle de vie et éco-conception. Il est actuellement en poste à Efficient Innovation, où il est en charge d'accompagner les entreprises dans leurs démarches d'éco-innovation.

Dans le cadre de ses activités de conseil et d'accompagnement, il a été amené à intégrer l'éco-conception dans les différents processus de conception adoptés par les entreprises, à réaliser des analyses de cycle de vie (ACV), ainsi que des revues critiques d'ACV en tant qu'expert méthodologique.

HUGREL Charlotte

De formation ingénieur en Génie Energétique (1994 - INSA de Lyon) et titulaire d'un Doctorat en Gestion et Traitement des déchets (1998 - LAEPSI INSA de Lyon), Charlotte Hugrel justifie de plus de 15 ans d'expérience dans le domaine de l'évaluation environnementale et de la pratique de l'ACV.

Elle a conduit ou participé à la réalisation de multiples études ACV (dans le domaine de la gestion des déchets, du traitement des eaux, des emballages et dans le secteur de la chimie), ainsi qu'à de nombreuses revues critiques d'ACV. Charlotte Hugrel a piloté la construction de plusieurs outils d'évaluation environnementale (dont l'outil BEE - Bilan Environnemental des Emballages pour Eco-Emballages, ainsi qu'un outil dédié aux émissions de polluants du transport routier pour l'association française des sociétés d'autoroute).

Elle bénéficie d'une expertise forte dans le domaine des déchets, de la valorisation matière et énergétique, et des problématiques liées aux transports, domaines dans lesquels elle a exercé plusieurs années comme chargé de recherche.

Elle est très impliquée dans les travaux de la plate-forme ADEME/AFNOR dédiée à l'affichage environnemental des produits de grande consommation ; elle est membre de la X30U (management environnemental) de l'AFNOR, témoignant d'une implication plus importante aux travaux préparatoires de la rédaction de documents de spécifications techniques relatives aux revues critiques (WG9 de l'ISO) et à l'applicabilité des ACV aux organisations (WG10 de l'ISO).

Charlotte Hugrel est co-fondatrice de Bleu Safran (c.hugrel@bleu-safran.fr)

JUNQUA Guillaume

Membre d'ELSA, Guillaume Junqua est docteur en chimie et microbiologie de l'eau et est titulaire d'un DESS en écologie industrielle. Il est enseignant-chercheur à l'Ecole des Mines d'Alès (EMA). Depuis 2003, ses travaux portent sur l'écologie industrielle et la gestion durable des ressources et ce, successivement à l'Université de Technologie de Troyes, à l'Ecole des Mines de Douai, à l'Observatoire de l'Environnement et du Développement Durable de l'Université de Sherbrooke (Canada) et à l'EMA. Il cherche à coupler l'écologie industrielle à l'intelligence territoriale, en utilisant dans la première phase de diagnostic des outils de *monitoring* de terrain et des outils d'évaluation environnementale (dont l'ACV).

LARDON Laurent

Membre d'ELSA, Laurent Lardon est ingénieur agronome et est titulaire d'un doctorat en Génie des Procédés de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier (2004). Après 1 an de post-doctorat au CEMAGREF de Montpellier et 2 ans à l'Université Technique du Danemark (DTU), il est devenu chargé de recherche à l'INRA-LBE de Narbonne (2008). Ses recherches portent sur la modélisation, le contrôle et l'optimisation multi-critère des filières de dépollution. Il s'intéresse plus particulièrement à la représentation et au traitement des incertitudes en modélisation dynamique et pour l'ACV. Ses domaines d'application sont les cultures de micro-algues, les installations de traitement de la pollution (boue activée, digestion anaérobie) et les productions agricoles.

LE BOULCH Denis

Denis Le Boulch est ingénieur Chercheur Expert en Analyse de Cycle de Vie au sein d'EDF R&D. Plus de 13 ans d'expérience dans le domaine lui ont permis de participer à divers projets européens (Eclipse, Needs), de rédiger plusieurs articles et d'être jury de plusieurs thèses. Au sein d'EDF, il pilote les études relatives à l'ACV des filières EDF et du kWh EDF, et mène différentes missions d'expertise (il a ainsi été expert EDF pour les travaux du Conseil Economique, Social & Environnemental sur l'évaluation de la méthode Empreinte Ecologique).

LOISEAU Eléonore

Membre d'ELSA, Eléonore Loiseau est ingénieur agronome (AgroParisTech - 2008) et ingénieur des Ponts, des Eaux et Forêts (AgroParisTech - ENGREF - 2010). Après un stage de recherche de 6 mois (2010) au CIRAIG sur l'étude de scénarios de compensation dans le cadre du développement d'une méthodologie de caractérisation des impacts des usages de l'eau sur la santé humaine en ACV, elle a débuté une thèse fin 2010 au sein de l'UMR ITAP d'Irstea. Elle s'intéresse à l'évaluation environnementale d'activités spatialement distribuées sur un territoire et a pour cas d'étude l'aménagement du territoire du Bassin de Thau.

MACOMBE Catherine

Catherine Macombe est ingénieur agronome (1981), ingénieur en chef des Ponts, des Eaux et Forêts, et est docteur en sciences de gestion de l'Université de Clermont-Ferrand I (2003). Chercheur depuis 2002 au Cemagref, elle a été intégrée dans l'UMR ITAP, à l'Irstea de Montpellier, en octobre 2009. Elle travaille sur la création d'une méthode devant permettre d'évaluer les impacts sociaux des produits tout au long de leur cycle de vie. Elle collabore avec une dizaine de chercheurs en sciences humaines et sociales au sein du groupe ELSA ACV-sociale. Les champs d'application des thèses en cours concernent, entre autres, les filières de produits agricoles.

OSSET Philippe

Ingénieur ECP 92, Philippe Osset justifie de 18 années d'expérience dans l'application des ACV selon la série ISO 14040, comme la mise en place de stratégies de Développement durable intégrant la dimension produit, les bilans environnementaux comparatifs, l'amélioration des procédés, l'éco-conception (selon ISO 14062), les déclarations environnementales produits (selon la série ISO 14020), et les revues critiques.

Il possède une compétence touchant à de nombreux secteurs, notamment celui du bâtiment (avec NF P01 010). Il a spécifié des logiciels d'ACV et encadré l'activité des sous-traitants en charge de leur développement. Il a assisté au développement d'une base de données multi-sectorielle.

Il est membre de la commission environnement X30U de l'AFNOR, et représente la France à l'ISO, notamment sur la future mise en place de groupes de travail concernant « le processus de revue critique » et « l'applicabilité de l'ACV aux organisations ».

Il est l'auteur, avec Laurent Grisel, de l'ouvrage *L'Analyse du Cycle de Vie d'un produit ou d'un service, applications et mise en pratique*, publié chez AFNOR Editions (<http://www.acvpratique.net>). Il est Président de Solinnen, dont il est le co-fondateur.

PALLUAU Magali

De formation ingénieur Agronome (1005, INA-PG) et ingénieur du Génie Rural, des Eaux et Forêts (1996, ENGREF), Magali Palluau bénéficie d'une longue expérience en accompagnement des entreprises dans l'intégration des enjeux du développement durable dans leurs activités et leur offre produits.

Elle accompagne depuis 15 ans des entreprises de tous secteurs dans la définition et le déploiement de leurs actions en matière de développement durable (par exemple, l'évaluation de l'empreinte environnementale de leur portefeuille produits, l'éco-conception, les critères achats responsables, l'intégration d'arguments environnementaux dans la politique *marketing*, des publications scientifiques et techniques, etc.).

Elle anime régulièrement des formations intra-entreprises sur des thématiques relevant du développement durable et co-anime avec Charlotte Hugrel un module dédié à l'Analyse du Cycle de Vie dans le cadre de la licence professionnelle Mairyc de l'IUT Lyon I.

Convaincue de l'importance de l'évaluation environnementale des produits et services en tant qu'outil d'amélioration et d'aide à la décision, elle a conduit ou participé à la réalisation de plusieurs études ACV et revues critiques d'ACV, notamment dans les domaines de la gestion des déchets, des emballages, de l'hôtellerie ou encore dans le secteur de la chimie.

Membre de la Commission X30U (management environnemental) de l'AFNOR, elle fera partie de la délégation française à l'ISO TC207, dont les prochaines réunions se tiendront en juin 2012.

Magali Palluau est co-fondatrice de Bleu Safran (m.palluau@bleu-safran.fr).

PAYET Jérôme

Pour favoriser l'appropriation par les entreprises des développements méthodologiques récents en Analyse du Cycle de Vie (ACV), le Dr Jérôme Payet (Chercheur en évaluation environnementale à l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne) a créé le bureau d'étude CYCLECO (www.cycleco.eu), qui est spécialisé en ACV, éco-conception et affichage environnemental.

Ainsi, CYCLECO intervient dans la réalisation d'études d'ACV, mais aussi dans des actions de formation et de sensibilisation et dans le développement de programmes informatiques pour la réalisation d'ACV simplifiées. Cette palette de prestations a pour l'heure suscitée l'intérêt de plusieurs petites et grandes entreprises qui ont sollicité la réalisation de prestations de la part de CYCLECO. Parmi ces entreprises peuvent être citées : Veolia, Suez-Environnement, EDF, Dassault aviation, Nexans et Rhodia.

Le Dr Payet participe activement à des projets de recherche nationaux et internationaux sur la méthodologie ACV et l'évaluation des impacts du cycle de vie. A titre d'illustration, il représente l'EPFL au sein de la plateforme Ecoinvent et est sollicité en tant qu'expert de l'évaluation des impacts en ACV par la plateforme européenne pour l'ACV de l'Union européenne ou par l'UNEP-SETAC Life Cycle Initiative de l'Organisation des Nations Unies.

RISCH Eva

Membre d'ELSA, Eva Risch est titulaire d'un diplôme d'ingénieur physico-chimiste, ainsi que d'un master Recherche en Chimie de l'Environnement de l'Ecole Nationale Supérieure de Physique Chimie de Bordeaux (septembre 2009). Elle a rejoint le pôle ELSA en qualité d'ingénieur de recherche à Irstea (UMR ITAP) pour travailler sur les problématiques méthodologiques en Analyse de Cycle de Vie (ACV). Elle s'intéresse aux filières d'assainissement (avec notamment la prise en compte de la présence des micropolluants et des agents pathogènes dans les eaux résiduaires) et à la convergence entre les approches Analyse de risque et ACV pour mieux évaluer les impacts en toxicologie/écotoxicologie des pollutions considérées.

ROUSSE Alain

Président de l'AFITE depuis 2009, Alain Rousse est ingénieur électricien et ancien élève de l'Institut du Commerce Extérieur et du Collège des Hautes Études de l'Environnement (Centrale Paris). Il a commencé sa carrière en 1965 au ministère chargé de l'Équipement à l'Aménagement du Territoire, aux côtés de Paul Delouvrier. Il est entré à la Générale des Eaux en 1968, où il a exercé plusieurs fonctions avant d'être nommé, en 1990, Directeur général adjoint d'OTV en charge des développements commerciaux du groupe Veolia, en France et en Europe. En

1998, il a créé MSE, une entreprise spécialisée dans la réalisation de petites stations d'épuration, dont il est le Président.

Alain Rousse est administrateur de la FNTP (Fédération Nationale des Travaux Publics), et il est, depuis 1995, à la tête de l'Union Nationale des Industries et Entreprises de l'Eau (UIE). Par ailleurs, il est membre fondateur de l'Observatoire des usagers de l'eau de l'Île-de-France et de la Commission européenne de l'eau à Bruxelles (WSSTP).

Il a créé au sein de l'UIE le Trophée Aquaplus décerné aux collectivités qui s'engagent dans une gestion d'excellence de leur patrimoine eau.

ROUX Philippe

Membre d'ELSA, Roux Philippe est ingénieur en mécanique et titulaire d'un DEA en Génie des procédés. Ingénieur de recherche dans l'unité ITAP d'Irstea, il est spécialiste en conception mécatronique. Depuis 4 ans, il a réorienté ses travaux sur l'analyse du cycle de vie et l'éco-conception, et co-anime le pôle ELSA. Participant à de nombreux projets de R&D impliquant des industriels, il représente la composante technologique et éco-conception de l'équipe ELSA. Il participe à l'animation scientifique du réseau européen PEER (*Partnership for European Environmental Research*) pour les éco-technologies. Historiquement impliqué dans des domaines comme la foresterie, la biomasse-bioénergie et les traitements phytosanitaires, il investit aujourd'hui les questions en lien avec les usages de l'eau, l'assainissement et les approches territoriales.

SCHIESSER Philippe

Philippe Schiesser est directeur du bureau d'études ECOEFF, Professeur associé à l'Université de Cergy-Pontoise et Président de l'APEDEC (Association des éco-concepteurs). Il

a été responsable de l'éco-conception des emballages du groupe Danone. Philippe Schiesser justifie de 15 années d'expérience dans le domaine de la qualité écologique des produits appliquée aux métiers de la conception et de l'achat.

Il est l'auteur de nombreux ouvrages, dont le plus récent *Eco-conception* est paru chez Dunod, en janvier de cette année.

VINCENT-SWEET Pénélope

Pénélope Vincent-Sweet est consultante en Environnement. Passionnée des problématiques touchant aux déchets organiques et au compostage, Pénélope Vincent-Sweet est pilote (bénévole) du réseau Déchets de l'association France Nature Environnement, qu'elle représente au Conseil Economique, Social et Environnemental. Diplômée de l'Université de Cambridge, Pénélope Vincent-Sweet a travaillé dans le développement en Afrique, avant de se tourner vers l'environnement, forte d'un Master of Science en Génie Industriel de l'Environnement, de l'EME (Bruz).

En 2000, c'est une invitation à participer à un comité critique en tant que représentante du Bureau européen de l'Environnement qui l'amène à plonger dans une ACV. L'étude en question, commanditée par la Commission européenne, portait sur les choix de gestion des déchets et le changement climatique (mars 2001). Forte de cette expérience, Pénélope Vincent-Sweet a réalisé pour FNE une critique du rapport Prévot sorti en 2001 (qui s'en souvient encore ?) et qui défendait une approche très réductrice de la question des déchets. En 2007, Pénélope Vincent-Sweet participe à la revue critique d'une ACV pour l'ADEME sur la valorisation du biogaz et le compostage. Pénélope Vincent-Sweet participe au comité de suivi de l'étude ADEME sur les leviers d'amélioration de la gestion des déchets.

For our English-speaking readers...

LIFE-CYCLE ASSESSMENTS (LCA), PROCEEDINGS OF THE SYMPOSIUM ORGANIZED BY AFITE ON 17 NOVEMBER 2011

Editorial

Pierre Couveinhes

Foreword

Alain Rousse

LCA's place in sustainable development policies

Analyzing the life cycle: Public authorities' viewpoint

Dominique Dron

A life-cycle assessment provides, above all, an overall view, based on multiple criteria, of the whole life cycle of products, whether goods or services. It relies on quantifying environmental impacts in functional units as a measure of the service or results obtained. The purpose is to make relevant comparisons among products, processes or services. LCA has gradually become a valuable tool whereby both private and public parties can undertake an environmental assessment for orienting and backing up the decisions they make.

Life-cycle assessment, a tool or drawback for a firm's competitiveness?

Sophie Costedoat

Taking account of the environment has become a full-fledged dimension in strategic corporate decisions. This calls for improving our understanding of how industrial activities affect the environment and human health. LCA is a tool that enables firms to better assess potential environmental impacts over the whole life cycle of their products or services, from cradle to grave. It should help manufacturers develop a green economy, what some pundits have called the third industrial revolution.

LCA: History, uses and prospects

Eco-efficiency, life-cycle analysis and eco-design: Interrelations, challenges and prospects

Philippe Schiesser

Eco-efficiency (doing more with less), life-cycle analysis (assessing the environmental impact of products and services) and ecodesign (reckoning with the environment when designing goods and services) refer to goals and fields of intervention for managing the life-cycle of goods and services. This provides a framework both for experiments with labeling so as to make people more aware of this environmental impact and for the wide diffusion of LCA in the corporate world, where some firms have adopted it as a slogan for their sales campaigns. Although environmental assessments now represent an achievement rather than a drawback, they are still more widely used in public policy-making (Several European and French legal texts refer to them) than in industry or when designing the objects around us.

Analyzing the life cycle of a product or service: Applications and practices

Philippe Osset

In November 2011, AFITE organized a symposium with the goal of helping environmental engineers appropriate and implement LCA. There is a growing need for this appropriation! Applications of LCA have been presented in *L'analyse du cycle de vie d'un produit ou d'un*

service: Applications et mise en pratique. Other uses are emerging thanks to eco-labels in both France and the EU. The objective herein is to present an inventory of LCA practices and provide an introduction to "starters", such as the AFITE engineers now discovering this approach. The key points made during the symposium are discussed and enlarged upon.

Environmental labels: Information for both consumers and manufacturers

Christine Cros

Products of current consumption will soon have to convey information about the impact that producing them has on the environment. Manufacturers will thus be able to differentiate their products as a function of the decisions they made when designing them; and consumers will be able to exercise responsibility when choosing and purchasing products. How to develop the methodology for guaranteeing that the information on these labels can be compared?

Applying LCA to complex biotechnical systems: At the frontier of science?

Véronique Bellon-Maurel, Cécile Bessou, Guillaume Junqua, Laurent Lardon, Eléonore Loiseau, Catherine Macombe, Eva Risch and Philippe Roux

During the past decade, LCA has become the methodological framework for quantitatively assessing the environmental impact of products or of a system of production. Even though LCA is already widely used in the economy (eco-design, corporate social responsibility, green labels), its tools are still a vast field of study for scientists. This frontier of science is described as well as the approach adopted by ELSA, a French pole of research.

The issues and perils of ecolabels

Dr Jérôme Payet

A key measure proposed by the Grenelle of the Environment, which assembled French officials and organizations for a wide-ranging discussion of environmental issues, was ecolabeling, which is now deeply changing communications about products for mass consumption. Its aim is to provide consumers with quantitative information about how products impact the environment over their whole life cycle. This information must enable consumers to use "environmental performance" as a criterion for making decisions about whether or not to purchase a product. In the firms with higher standards for this performance, ecolabels are no longer seen as a regulatory nuisance but as a competitive advantage in the long run.

Testimony from stakeholders: The uses and limits of LCA

Analyzing the life cycle of processes for recycling used tires: Feedback from experience and added value

Catherine Clauzade, Charlotte Hugrel, Magali Palluau and Philippe Osset

Under the principle of the manufacturer's "enlarged responsibility", the parties that place products on the market have full or partial, financial and/or operational liability for managing their products at the end of the life cycle. The major organization in France that implements this obligation for tire manufacturers is Aliapur. Since it was set up, it has endeavored to support an industrial economy that creates environmental, economic and societal "value" — an economy shaped around the many potentials of recycling used and no longer usable tires. This takes on special importance given the increasing scarcity of raw materials.

LCA and recycling worn-out products — Attribution of the environmental impacts of up- and downstream life cycles

Philippe Osset, Catherine Clauzade, Charlotte Hugrel and Magali Palluau

By applying the method set down in ISO standards 14040 and 14044, the environmental benefits can be quantified of reusing used tires, in particular for manufacturing new products, such as floor and ground coverings for use in sports. The methodological alternatives are presented for attributing the so-called benefits among a product's many life cycles; and attention is paid to their implications for industry. These alternatives involve switching from an inventory analysis to calculations (which now seem better suited) that extend to the system's boundaries.

An original approach to integrating ecodesign in the supply chain: CORINE, a European research project

Pierre Garçon

European aeronautics is under mounting pressure from environmental regulations. The regulations Reach and RoHS on chemicals and DEEE on electrical and electronic equipment impose new obligations. CORINE's objective with respect to the helicopter industry is to improve the latter's environmental performance by orienting the choice of materials and processes from the initial phase of design onwards. CORINE also seeks to better integrate ecodesign throughout the industry's supply chain by developing software in collaboration with buyers and suppliers. In this sense, small businesses are the core of this project.

Innovative solutions for reducing environmental footprints: Total's Ecosolutions program

Yves Germain

Launched in 2009, Total's Ecosolutions program calls for developing innovative products and services that consume less and/or have a lower impact on the environment. To bear this ecolabel, products or services with an equivalent result must present an environmental performance that is significantly higher than market standards. LCA lies at the center of Total's evaluation of requests for this ecolabel.

The "Score LCA" research project: Objectives and organization

Denis Le-Boulch

Life-cycle assessment in firms

Pierre-Marie Guineheuc

This article presents feedback from the experience acquired during a program for stimulating and following up on the practices of small-

and mid-sized businesses in the Midi-Pyrénées Region of France with regard to LCA and value analysis. This program, called "Sustainable development and eco-socio-conception, 'Innovating differently'" was conducted under Christine Schoendorf from AGATE (Tarn Department). The firms involved wanted to implement LCA and eco-design so as to assess their environmental vulnerability and the opportunities opened to them.

Analyzing a product's life cycle and protecting the environment: LCA's pertinence and limits — an association's viewpoint

Penelope Vincent-Sweet

The battle for improving the awareness of how human activities impact the environment has been waged for a long time now. Tools have been designed for measuring this impact and making it intelligible: carbon footprints, "ecological rucksacks"... and LCA. The LCA studies published to date tend to present findings partial to the parties that commissioned them. LCA has improved, becoming more complicated, complex and expensive. It risks, therefore, becoming a tool that allows big firms to increase even more their advantage over small companies. Can we hope, sooner or later, for a neutral but efficient tool that will help with decision-making? First of all, questions having to do with governance and democracy must be settled, and then the LCA tools must be sharpened and put to relevant uses. Above all, LCA's critical spirit must be preserved.

Twenty years of life-cycle assessment: A user's experience and thoughts

Rémi Guillet

Engineers have always needed a single statistic that presents the immaterial contents of a unit of material, insofar as it has a pertinent parameter. LCA holds this promise. To its advantage when applied to waste management, LCA shows that the actual place of the phase corresponding to the end of a product's life is often a small proportion of its global environmental cost. Manufacturing is usually the most important phase. Several examples are cited to show how necessary it is — if we want to avoid going astray or even making errors (too often left undetected) — to subject LCA's findings to an evaluation by competent experts in the fields corresponding to a product's life cycle from cradle to grave.

Issue editors: Myriam Merad and Rémi Guillet

An unsere deutschsprachigen Leser...

ZUR ÖKOBILANZ

BEITRÄGE ZUM KOLLOQUIUM, DAS AM 17. NOVEMBER 2011 VOM FRANZÖSISCHEN VERBAND DER INGENIEURE UND TECHNIKER DES UMWELTBEREICHS, AFITE, ABGEHALTEN WURDE

Leitartikel

Pierre Couveinhes

Vorwort

Alain Rousse

A – Die Bedeutung der Ökobilanz in der Nachhaltigkeitspolitik

Die Ökobilanz : der Standpunkt der öffentlichen Behörden

Dominique Dron

Es ist die wesentliche Eigenschaft der Ökobilanz, eine globale und auf unterschiedlichen Kriterien fußende Vision der Gesamtheit der Lebenswege der Produkte zu bieten, gleich ob es sich um Güter oder Dienstleistungen handelt.

Die Ökobilanz beruht auf einer Quantifizierung der Umweltwirkungen, die auf eine funktionelle Einheit bezogen sind (Maßeinheit des geleisteten Dienstes oder des erreichten Ergebnisses), um sachdienliche Vergleiche zwischen Produkten, Verfahren oder Dienstleistungen zu ermöglichen. Im Laufe der Zeit ist die Ökobilanz zu einem wertvollen Instrument der Beurteilung der Umweltverträglichkeit geworden, das sowohl den privaten als auch öffentlichen Akteuren dazu dienen kann, ihre Entscheidungen zu orientieren und zu begründen.

Die Ökobilanz : Instrument oder Zwang für die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen ?

Sophie Costedoat

Die Berücksichtigung der Umwelt ist zu einer vollwertigen Dimension der strategischen Unternehmensentscheidungen geworden. Sie beruht auf einer fundierten Kenntnis der Auswirkungen industrieller Tätigkeiten auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit. Die Ökobilanz ist ein Instrument, das den Unternehmen zur Verfügung gestellt wird, damit sie die potenziellen Auswirkungen ihrer Produkte (oder Dienstleistungen) auf die Umwelt besser einschätzen können, und zwar für den gesamten Lebensweg derselben Produkte (von der Herstellung bis zur Entsorgung). Dieses Instrument soll es den Herstellern ermöglichen, aktiv an der Entwicklung einer grünen Wirtschaft mitzuwirken, die nicht selten als die dritte industrielle Revolution bezeichnet wird.

B – Ökobilanz : Geschichte, Verwendung und Aussichten

Öko-Effizienz, Ökobilanz und Öko-Konzeption : Zusammenhänge, Herausforderungen und Aussichten

Philippe Schiesser

Die Öko-Effizienz (mehr mit weniger erreichen), die Ökobilanz (Einschätzung der Auswirkungen der Produkte und Dienstleistungen

auf die Umwelt) und die Öko-Konzeption (Integration der Umwelt in die Konzeption der Güter und Dienstleistungen) stellen jeweils die Ziele und Einsatzbereiche des mit dem Lebensweg von Gütern und Dienstleistungen befassten Managements dar.

Auf der Grundlage dieser Prinzipien soll ein Versuch mit der Umweltkennzeichnung durchgeführt werden, die das Bewusstsein dafür erhöhen kann, wie sich die Produkte auf die Umwelt auswirken. Außerdem soll er dazu beitragen, dass die Ökobilanz in der Welt der Unternehmen eine stärkere Verbreitung findet, nachdem einige Firmen sie bereits zu einem wahren Markenzeichen ihrer Handelsstrategie gemacht haben. Wenn die Bilanzierung der Umweltverträglichkeit heute eher als eine Errungenschaft angesehen wird und weniger als Zwang, so bleibt doch festzustellen, dass sie in den öffentlichen Politiken eine größere Rolle spielt (zahlreiche europäische Texte nehmen Bezug darauf) als in den Industriepolitiken und in der Konzeption der Gegenstände, die uns umgeben.

Die Ökobilanz eines Produktes oder einer Dienstleistung : Anwendungen und Umsetzung

Philippe Osset

Der französische Verband der Ingenieure und Techniker des Umweltbereichs, Afite, hielt im November 2011 eine Konferenz ab, die insbesondere dem Vorhaben gewidmet war, Ingenieuren im Umweltbereich die Möglichkeit zu verschaffen, sich die Prinzipien der Ökobilanz anzueignen und sie umzusetzen. Tatsächlich wird der Bedarf danach immer spürbarer ! Die Nutzungsweisen, die in dem Werk, *L'Analyse du Cycle de Vie d'un produit ou d'un service : application et mise en pratique*, dargestellt werden, sind von aktueller Bedeutung. Ergänzende Nutzungsweisen sind im Entstehen begriffen, beispielsweise die Umweltkennzeichnung, die sowohl in Frankreich als auch auf europäischer Ebene entwickelt wird.

Dieser Artikel zielt darauf ab, eine Bestandsaufnahme der Praxis der Ökobilanz vorzustellen, die als Einführung für einen Leser dienen kann, der auf diesem Gebiet ein „Anfänger“ ist, wie es ein Ingenieur der Afite sein könnte, der sie entdeckt. Der Autor stützt sich auf die zentralen Inhalte der Beiträge zu der oben erwähnten Konferenz der Afite und erläutert sie.

Die Umweltkennzeichnung der Produkte : eine Information, die sich sowohl an den Verbraucher als auch an die Hersteller richtet

Christine Cros

Die Güter des täglichen Bedarfs werden bald alle mit Informationen über die Umweltwirkungen versehen sein, die sich aus ihrer Herstellung ergeben. Die Hersteller werden also ihre Produkte entsprechend der jeweiligen Konzeptionsentscheidung differenzieren können, und die Verbraucher werden ihr Kaufverhalten und ihre Entscheidungen verantwortungsbewusster gestalten können. Heute ist es von entscheidender Bedeutung, eine methodologische Basis zu entwickeln, die eine Vergleichbarkeit dieser Informationen gewährleistet.

Die Anwendung der Ökobilanz auf die komplexen biotechnologischen Systeme : welche wissenschaftlichen Fronten ?

Véronique Bellon-Maurel, Cécile Bessou, Guillaume Junqua, Laurent Lardon, Eléonore Loiseau, Catherine Macombe, Eva Risch und Philippe Roux

Im letzten Jahrzehnt konnte sich die Ökobilanz als methodologischer Referenzrahmen für die quantitative Bewertung der Umweltwirkungen eines Produktes oder eines Produktionssystems durchsetzen. Obwohl sie in der Wirtschaft (Öko-Konzeption, gesellschaftliche Verantwortung der Unternehmen) und in politischen

Zusammenhängen (Öko-Warenauszeichnung) reichlich benutzt werden, sind der methodologische Rahmen und die Instrumente der Ökobilanz immer noch ein weites Studienfeld für die wissenschaftliche Gemeinschaft. Dieser Artikel beschreibt eine große Anzahl von wissenschaftlichen Fronten dieser Gemeinschaft und legt dar, wie die französische Forschungseinrichtung ELSA sie angeht.

Die Ziele der Umweltkennzeichnung und die Schwierigkeiten ihrer Umsetzung

Docteur Jérôme Payet

Eine der wichtigsten Maßnahmen des Umweltgipfeltreffens *Grenelle de l'Environnement*, die Umweltkennzeichnung, hat gute Aussichten, den Kontext der Umweltkommunikation der Güter des täglichen Bedarfs tiefgreifend zu verändern. Sie hat das ehrgeizige Ziel, dem Verbraucher eine Information über die Quantifizierung der Umweltwirkungen der Produkte zu liefern, die die Totalität der Lebensdauer der besagten Produkte abdeckt. Eine Information, die es dem Verbraucher ermöglicht, umweltbezogene Leistungen in die Entscheidungskriterien seines Kaufverhaltes zu integrieren.

Die Unternehmen, die hinsichtlich der umweltbezogenen Leistungen besonders anspruchsvoll sind, fassen die Umweltkennzeichnung nicht mehr als Regulierungszwang sondern als langfristigen Wettbewerbsvorteil auf.

C – Berichte Beteiligter Parteien : Anwendung und Grenzen der Ökobilanz

Analyse der Lebenswege verschiedener Verwertungsmöglichkeiten von nicht wiederverwendbaren Altreifen

Der Standpunkt des Kommanditisten : Erfahrungswissen und Mehrwert der Arbeiten

Catherine Clauzade, Charlotte Hugrel, Magali Palluau und Philippe Osset

Das Prinzip der erweiterten Verantwortung des Produzenten beinhaltet, dass die Kosten und/oder Leistungen für die Gesamtheit oder einen Teil der Entsorgung der Produkte, deren Lebensdauer abgelaufen ist, von den wirtschaftlichen Akteuren übernommen werden, die für ihre Markteinführung verantwortlich sind. Die wichtigste Dachorganisation, die mit der Umsetzung der Verpflichtungen für die Reifenhersteller befasst ist, Aliapur, hat es sich seit ihrer Gründung zur Aufgabe gemacht, die Entwicklung einer industriellen Wirtschaft zu fördern, die Wirtschafts-, Gesellschafts- und Umweltwerte schafft, eine Wirtschaft, deren Struktur auf vielfältigen Potenzialitäten basiert, die aus der Verwertung von nicht wiederverwendbaren Altreifen erwachsen. Eine Zielsetzung, die in einem Kontext der Verknappung der Rohstoffe von wachsender Bedeutung ist.

Ökobilanz und Verwertung von Produkten, deren Lebensdauer abgelaufen ist

Die Zuordnung der Umweltwirkungen der Lebenswegphasen von der Konzeption bis zur Entsorgung

Philippe Osset, Catherine Clauzade, Charlotte Hugrel und Magali Palluau

Die Anwendung der Methode, wie sie in den ISO-Normen 14 040 und 14 044 entwickelt wurde, hat es möglich gemacht, die Umweltvorteile zu quantifizieren, die mit der Verwertung der nicht wiederverwendbaren Altreifen verbunden sind, insbesondere wenn sie zu neuen Produkten verarbeitet werden (zum Beispiel zu Granulat für Sportanlagen).

In diesem Artikel prüfen wir die verschiedenen methodologischen Alternativen, die hinsichtlich der Zuordnung der besagten Umweltvorteile zu den Lebenswegabschnitten eines Produkts denkbar sind, und befassen uns insbesondere mit den industriellen Implikationen. Es sind methodologische Alternativen, die den Übergang von einer Bilanzierung der Verwertungsoperationen auf der

Basis der Bestandsmethode (historische Methode) zu einer Bilanzierung mittels einer Ausweitung der Grenzen des untersuchten Systems markieren (die heute als die geeignetste erscheint).

Eine originelle Methode der Öko-Konzeption, die in das Lieferkettenmanagement integriert ist : das europäische Forschungsprojekt CORINE

Pierre Garçon

Die europäischen Hersteller im Luftfahrtsektor sind mit einem zunehmenden Druck durch Umweltbestimmungen konfrontiert. Die Reach-Verordnungen und RoHS-Richtlinien über die chemischen Substanzen und die Bestimmungen über die Abfälle aus elektrischen und elektronischen Ausrüstungen beinhalten neue Vorschriften über ihre Werkstoffe und Produktionsverfahren.

Das Projekt CORINE (Optimierte Konzeption zur Reduzierung der Umweltwirkung und der ökologischen Belastung), das der Herstellung von Hubschraubern gewidmet ist, verfolgt das Ziel, die Ökobilanz dadurch zu verbessern, dass die Auswahl der Werkstoffe und Verfahren schon im Konzeptionsstadium nach Umweltkriterien ausgerichtet wird. Das Projekt CORINE zielt zudem darauf ab, eine bessere Berücksichtigung dieser Methode der Öko-Konzeption im gesamten Lieferkettenmanagement zu erreichen, indem es die Entwicklung einer Software befördert, die der Zusammenarbeit zwischen Auftraggebern und Lieferanten des Sektors dient. In diesem Sinne stehen die mittelständischen Unternehmen im Zentrum des Projekts.

Die Total-Gruppe : innovative Lösungen für die Reduktion des ökologischen Fußabdrucks

Das Programm „Total Ecosolutions“

Yves Germain

Das Programm „Total Ecosolutions“, das 2009 auf den Weg gebracht wurde, besteht darin, innovative Produkte und Dienstleistungen zu entwickeln, die es möglich machen, weniger zu verbrauchen und/oder die Umweltwirkungen zu verringern. Es geht um Produkte und Dienstleistungen, die für die Zuerkennung eines Umweltzeichens die Bedingung erfüllen müssen, für eine Einheit geleisteter Dienste eine Ökobilanz vorzuweisen, die weit über den Marktnormen liegt.

Die Ökobilanz bildet den Kern der von Total entwickelten Bewertungsverfahren für die Zuerkennung eines Umweltzeichens.

Projekt einer kooperativen Forschungsstruktur zum Thema Ökobilanz : Score LCA, Ziele und Organisation (Kasten im Artikel von Yves GERMAIN)

Denis Le-Boulch

Ökobilanz im Unternehmen

Pierre-Marie Guineheuc

Wir stellen in diesem Artikel eine Auswertung von Erfahrungen vor, die im Rahmen einer gemeinschaftlichen Aktion gewonnen wurden, die das Ziel hatte, mittelständische Unternehmen der Region Midi-Pyrénées in ihrer Ökobilanz-Praxis und in ihrer Wertanalyse anzuleiten und zu unterstützen. Diese gemeinschaftliche Aktion mit dem Titel „Développement durable et Eco-Socio-Conception, Innover autrement“ wurde von Madame Christine Schoendorf von der Agentur Agate (Agence de développement économique du Tarn) betreut.

Die betreffenden Unternehmen hatten den Wunsch, die Prinzipien der Ökobilanz und der Öko-Konzeption umzusetzen, um sowohl ihre Anfälligkeit für umweltbelastende Praktiken als auch die sich ihnen eröffnenden Chancen zu ermesen.

Ökobilanz und Umweltschutz : Nutzen und Grenzen des Instruments

Der Standpunkt einer Organisation

Pénélope Vincent-Sweet

Die beste Berücksichtigung der Auswirkungen menschlicher Tätigkeit auf die Umwelt ist ein Kampf, der schon lange begonnen hat. Wir

haben darauf hingewirkt, diese Auswirkungen besser zu erkennen. Um sie zu messen und zu verstehen, wurden Instrumente geschaffen : der ökologische Fußabdruck, der CO₂-Fußabdruck, der ökologische Rucksack ... und die Ökobilanz.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass die veröffentlichten Ökobilanzanalysen dazu tendierten, Ergebnisse zu präsentieren, die ihre Geldgeber oft in einem zu günstigen Licht erscheinen ließen. Da die Methoden sich verbesserten, wurde die Ökobilanz immer komplexer, aufwändiger und kostspieliger. So läuft sie Gefahr, zu einem Instrument im Dienst der größten Unternehmen zu werden, denn sie erlaubt es ihnen, ihren Vorteil im Vergleich zu den kleinen Betrieben noch zu vergrößern.

Können wir darauf hoffen, eines Tages über ein neutrales und wirksames Instrument zu verfügen, das uns hilft, Entscheidungen zu treffen ? Zuvor müssen jedoch Fragen der Regierungskunst und Demokratie gelöst werden, und dann muss das Instrument der Ökobilanz noch verfeinert und sachgerecht angewandt werden. Vor allem ist es notwendig, die kritische Stoßrichtung beizubehalten.

Zwanzig Jahre Ökobilanz : Erfahrungen und Überlegungen eines Anwenders

Rémi Guillet

Eine einzige bezifferte Größe zu erhalten, die das immaterielle Äquivalent einer materiellen Einheit darstellt, sofern diese auf einen

definierten Parameter bezogen ist, gehört seit jeher zu den Bestrebungen der Ingenieure und entspricht im Wesentlichen dem, was eine Ökobilanz ausmacht.

In ihrer Anwendung auf die Abfallentsorgung bietet die Ökobilanz den Vorteil, den wahren –oftmals bescheidenen – Stellenwert der letzten Phase des Lebenswegs eines Produkts hinsichtlich der globalen ökologischen Kosten genau gewichten zu können. Im Allgemeinen ist die wichtigste Etappe tatsächlich die Herstellung des Produkts.

Anhand von vielen Beispielen macht dieser Artikel bewusst, dass es zur Vermeidung gewisser Fehlentwicklungen oder Irrtümern, die zu selten aufgedeckt werden, notwendig ist, die Resultate der Analysen zur Ökobilanz von Gutachtern prüfen zu lassen, die auf den verschiedenen Gebieten der Lebenswegabschnitte der Produkte „von der Wiege bis zur Bahre“ kompetent sind.

Koordinierung der Beiträge von Myriam Merad und Rémi Guillet

A nuestros lectores de lengua española...

EL ACV (ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA)

ACTAS DEL COLOQUIO ORGANIZADO POR LA ASOCIACIÓN FRANCESA DE INGENIEROS Y TÉCNICOS DEL MEDIOAMBIENTE (AFITE) EL 17 DE NOVIEMBRE DE 2011

Editorial

Pierre Couveinhes

Prefacio

Alain Rousse

A – El lugar de los ACV en las políticas de desarrollo sostenible

El análisis del ciclo de vida, el punto de vista gubernamental

Dominique Dron

La característica principal del ACV (análisis del ciclo de vida) es proporcionar una visión global y multicriterios sobre todo el ciclo de vida de los productos, ya sean bienes o servicios.

El ACV se basa en la cuantificación de los impactos ambientales relacionados con una unidad funcional (medida del servicio prestado o del resultado obtenido) para hacer comparaciones significativas entre los productos, procesos o servicios.

Con el tiempo, el ACV se ha convertido en una valiosa herramienta para la evaluación ambiental que ayuda a los actores privados y públicos a orientar y sustentar sus decisiones.

El análisis del ciclo de vida (ACV), ¿herramientas o frenos para la competitividad de las empresas?

Sophie Costedoat

El medio ambiente se ha convertido en un elemento importante en la toma de decisiones estratégicas de las empresas, principalmente para entender mejor los impactos de las actividades industriales sobre el medio ambiente y la salud humana.

El análisis del ciclo de vida es una herramienta a disposición de las empresas para que puedan evaluar mejor los impactos potenciales de sus productos (o servicios) en el medio ambiente, a lo largo del ciclo de vida de dichos productos (desde su producción hasta el final de su vida útil).

Esta herramienta permite que los fabricantes contribuyan activamente al desarrollo de una economía verde, presentada por algunos como la tercera revolución industrial.

B – El ACV: historia, utilización y perspectivas

Eco-eficiencia, análisis de vida y ecodiseño, relaciones, desafíos y perspectivas

Philippe Schiesser

La eco-eficiencia (hacer más con menos), el análisis de ciclo de vida (evaluar los impactos ambientales de los productos y servicios) y el ecodiseño (la integración de consideraciones medioambientales en el diseño de bienes y servicios) son los objetivos y las áreas de la gestión de los ciclos de bienes y servicios.

En este contexto se enmarca la experimentación del etiquetado ecológico, que permite un mejor conocimiento de los impactos ambientales de los productos y una mayor difusión del ACV en el mundo empresarial. Algunas empresas incluso han hecho de él un verdadero estandarte de su estrategia comercial.

Si actualmente la evaluación ambiental representa más un hecho que una restricción, lo cierto es que está más presente en las políticas públicas (muchos de los textos europeos y franceses se refieren a ella) que en las políticas industriales y en el diseño de objetos que nos rodean.

El análisis del ciclo de vida de un producto o de un servicio, aplicación y puesta en práctica

Philippe Osset

La AFITE celebró en noviembre de 2011 una conferencia cuyo propósito era principalmente permitir que los ingenieros ambientales se apropiasen de esta práctica para poder ponerla en práctica. La necesidad de apropiársela parece cada vez más fuerte. Los usos presentados en el libro *L'Analyse du Cycle de Vie d'un produit ou d'un service : applications et mise en pratique* parecen de mucha actualidad. También aparecen usos adicionales con el desarrollo del etiquetado ambiental, tanto en Francia como a nivel europeo.

Nuestro objetivo en este artículo es presentar una visión general de la práctica del ACV, que permita a un lector "principiante" en la materia, como puede ser un ingeniero de la AFITE que la descubre, disponer de una introducción a la práctica. Retomaremos los elementos clave de la presentación que se hizo durante la conferencia de la AFITE, tratando de desarrollarlos un poco más.

El etiquetado ambiental de los productos, una información destinada a los consumidores y a los productores

Christine Cros

Los productos de consumo corriente muy pronto presentarán los impactos que han generado en el medio ambiente durante su producción. Los productores podrán diferenciar sus productos sobre la base de las decisiones de diseño que han tomado y los consumidores podrán hacer sus compras y tomar decisiones a conciencia. Hoy en día, el desafío es desarrollar la base metodológica que garantice la comparabilidad de esta información.

La aplicación del análisis del ciclo de vida (ACV) a los sistemas biotécnicos complejos. ¿Qué campos de la ciencia participan en ello?

Véronique Bellon-Maurel, Cécile Bessou, Guillaume Junqua, Laurent Lardon, Eléonore Loiseau, Catherine Macombe, Eva Risch y Philippe Roux

En la última década el análisis del ciclo de vida (ACV) se ha destacado como referencia metodológica para la evaluación cuantitativa de los impactos ambientales de un producto o un sistema de producción. Aunque ya se use ampliamente en los ámbitos económicos (ecodiseño, responsabilidad social empresarial) y políticos (ecoetiquetado), el marco metodológico y las herramientas de ACV siguen siendo un tema de estudio para la comunidad científica. En este artículo se describen muchos de los frentes de la ciencia de esta comunidad y cómo el grupo de investigación francés Elsa los ha abordado.

Problemas y errores del etiquetado ambiental de los productos

Dr. Jérôme Payet

Una medida clave del *Grenelle de l'Environnement*, el etiquetado ecológico, está a punto de cambiar drásticamente el contexto de la comunicación ambiental de los productos de consumo.

Su objetivo es proporcionar información al consumidor sobre los impactos ambientales de los productos, abarcando todo el ciclo de vida de estos productos. Esta información debe permitir a los consumidores incorporar el impacto ambiental a sus criterios de toma de decisión durante una compra.

A nivel de las empresas más exigentes en términos de desempeño ambiental, el etiquetado ecológico ya no es visto como una limitación reglamentaria, sino como una ventaja competitiva a largo plazo.

C – Opiniones de los diferentes actores. Usos y límites de los ACV

Análisis de los ciclos de vida de diferentes vías de recuperación de los neumáticos usados no reutilizables.

El punto de vista del comanditario. Retorno de experiencia y valor añadido de los trabajos

Catherine Clauzade, Charlotte Hugrel, Magali Palluau y Philippe Osset

El principio de responsabilidad extendida del productor (REP) establece el apoyo financiero y/o operativo de toda o parte de la gestión del producto al final de su vida útil por parte de los actores económicos responsables de su puesta en el mercado.

La Aliapur, principal organismo colectivo francés encargado de implementar las obligaciones de los productores de neumáticos, se ha esforzado desde su creación para fomentar la creación de una economía industrial creadora de valor ambiental, económico y social; una economía estructurada en torno a las múltiples oportunidades que ofrece la recuperación de neumáticos usados "no reutilizables". Una preocupación que se está volviendo cada vez más importante en un contexto de escasez de materias primas.

ACV y recuperación de los productos al final de su vida útil. ¿Cómo afectan los impactos ambientales de los ciclos de vida anterior y posterior?

Philippe Osset, Catherine Clauzade, Charlotte Hugrel y Magali Palluau

La aplicación del método desarrollado en las normas ISO 14040 y 14044 ha permitido cuantificar los beneficios ambientales asociados con la recuperación de los neumáticos usados no reutilizables, sobre todo en forma de nuevos productos (por ejemplo, los agregados para suelos de campos deportivos).

En este artículo, se hace un análisis de las posibles alternativas metodológicas para abordar la cuestión de la asignación de los beneficios entre los diferentes ciclos de vida de un producto, haciendo hincapié en las consecuencias industriales.

Estas alternativas metodológicas marcan el paso de una contabilidad de las operaciones de recuperación mediante el método de inventario (método histórico) a una contabilidad mediante la expansión de las fronteras del sistema estudiado (que parece más apropiada en la actualidad).

Proyecto de investigación europeo Corine, un enfoque original de ecodiseño integrado a la supply chain.

Pierre Garçon

La industria aeronáutica europea se enfrenta a una presión creciente en términos de regulaciones ambientales. Las regulaciones Reach y RoHS sobre las sustancias químicas y DEEE sobre los equipos eléctricos y electrónicos imponen nuevas restricciones en sus nuevos materiales y procesos.

El proyecto CORINE (Diseño optimizado para un menor impacto y daños ambientales), dedicado a la industria de los helicópteros, busca mejorar el desempeño ambiental orientando la elección de materiales y procesos, desde la etapa de diseño. El proyecto CORINE también tiene como objetivo trabajar en pro de una mejor consideración del ecodiseño a lo largo de la cadena de suministro, desarrollando un software participativo entre los fabricantes y proveedores del sector. En este sentido, las PYME son el núcleo del proyecto.

Grupo Total, soluciones innovadoras para reducir el impacto ambiental

El programa Total Ecosolutions

Yves Germain

Lanzado en 2009, el programa Total EcoSolutions desarrolla productos y servicios innovadores que consuman menos y/o reduzcan su impacto sobre el medio ambiente. Productos y servicios que, para poder recibir la etiqueta ecológica, deben presentar para un servicio prestado

equivalente un desempeño ambiental considerablemente superior a los estándares del mercado.

El análisis del ciclo de vida está en el centro del proceso de evaluación de los proyectos de etiquetado creados por Total.

Proyecto de estructura de investigación colaborativa en análisis de ciclo de vida Score LCA: objetivos y organización

Denis Le-Boulch

El análisis del ciclo de vida (ACV) en la empresa

Pierre-Marie Guineheuc

Vamos a exponer en este artículo un retorno de la experiencia adquirida durante una acción colectiva para estimular y ayudar a las PYME de la región de Midi-Pyrénées en su ejercicio del análisis del ciclo de vida y del análisis del valor.

Esta acción colectiva llamada Desarrollo Sostenible y Eco-socio-diseño, "Innovar de otra forma" fue dirigida por Christine Schoendorf, de la Agencia de Desarrollo Económico de Tarn (AGATE).

Las empresas beneficiarias querían implementar el ACV y el ecodiseño con el fin de evaluar tanto su vulnerabilidad ambiental como las oportunidades a su disposición.

Análisis del ciclo de vida y protección del medio ambiente. Pertinencia y límites de la herramienta

El punto de vista de una asociación

Pénélope Vincent-Sweet

Una mejor consideración de los impactos humanos sobre el medio ambiente es una batalla que se ha iniciado desde hace mucho tiempo. Hemos trabajado para mejorar el conocimiento de esos impactos. Se han creado herramientas para medirlos y hacerlos comprensibles: la huella ecológica, huella de carbono, la mochila ecológica... y los análisis del ciclo de vida (ACV).

La experiencia ha demostrado que los ACV publicados frecuentemente tienden a presentar resultados en favor de sus comanditarios. Al mejorarse, los ACV se han vuelto cada vez más complejos, engorrosos y costosos. Por ello, los ACV pueden convertirse en una herramienta para las grandes empresas que les permiten aumentar aún más su ventaja sobre las pequeñas empresas.

¿Es posible esperar que un día surja un instrumento neutro y eficaz que nos ayude a tomar decisiones? Antes de ello se deben abordar las cuestiones de gobernabilidad y democracia, y, a continuación, ajustar la herramienta de ACV y utilizarla de manera apropiada. Por último y sobre todo, se debe mantener un espíritu crítico.

20 años de análisis de ciclos de vida. Experiencias y reflexiones de un usuario

Rémi Guillet

Obtener un conjunto de datos numéricos, representativos del contenido intangible de una unidad de materia, siempre y cuando se refiera a un parámetro relevante, ha sido siempre parte de las necesidades de los ingenieros y representa en sí un interesante bosquejo del ACV.

Aplicados a la gestión de residuos, los análisis del ciclo de vida tienen la ventaja de proporcionar una buena luz sobre la verdadera importancia, a menudo ínfima, de la fase "final de la vida" de un bien en su costo ecológico global. La etapa más importante suele ser la fabricación de dicho bien.

A través de múltiples ejemplos, este artículo pone de relieve la necesidad, con el fin de evitar ciertas divagaciones o errores rara vez detectados, de presentar los resultados de los ACV a expertos de diversos campos que abarcan la vida útil del producto "desde la cuna hasta la tumba".

El dossier fue coordinado por Myriam Merad y Rémi Guillet

G É R E R & COMPRENDRE

SOMMAIRE

- INTRODUCTION À CE NUMÉRO SPÉCIAL
Par Jean-Baptiste SUQUET
- UNE « DÉVIANCE » À DOUBLE TRANCHANT, ENTRE DÉSORDRES ET INNOVATIONS. LE CAS DES AGENTS D'AMBIANCE DE LA SNCF
Par Damien COLLARD
- USAGE DÉVIANT ET DYNAMIQUE D'ÉVOLUTION D'UNE OFFRE DE SERVICE : LE CAS DE LA TÉLÉASSISTANCE POUR LES PERSONNES ÂGÉES
Par Florence CHARUE-DUBOC, Laure AMAR, Anne-France KOGAN et Nathalie RAULET-CROSET
- LE PILOTAGE DE LA RELATION DE SERVICE ENTRE RÉGULATION DES COMPORTEMENTS ET SATISFACTION DU CLIENT
Par Laurence BANCEL-CHARENSOL, Pénélope CODELLO-GUIJARRO et Muriel JOUGLEUX
- QUAND L'ORGANISATION CONSTITUE LES COMPORTEMENTS DÉVIANTS DE SES CLIENTS : LES TRANSFORMATIONS DE LA FRAUDE À LA RATP
Par Jean-Baptiste SUQUET
- LES ORGANISMES HLM EN LUTTE CONTRE LES DÉPÔTS INTEMPESTIFS D'ENCOMBRANTS ET LES LOCATAIRES QUI DÉGRADENT : UNE QUALITÉ DE SERVICE IMPOSSIBLE ?
Par Pascal UGHETTO
- QUAND LES CLIENTS SONT INCOHÉRENTS. CONSTRUCTEURS ET FOURNISSEURS AUTOMOBILES, ENTRE ATTENTES ÉCONOMIQUES ET LOGISTIQUES
Par Aurélien ROUQUET
- « ATTENTION : UN CLIENT PEUT EN CACHER UN AUTRE ! ». LA GESTION DES CLIENTS EN SITUATION PERTURBÉE
Par Marianne ABRAMOVICI
- MAIS OÙ SONT LES NEIGES D'ANTAN ? À propos du livre de Geoffroy de Lagasnerie, *Logique de la création*, coll. Histoire de la pensée, Paris, Fayard, 2011
Par Jean-Marc WELLER
- Hervé DUMEZ
À propos du Livre de Michèle Lamont, *How Professors Think. Inside the Curious World of Academic Judgment*, Cambridge (Mass), Harvard University Press, 2009, 336 p.



SEPTEMBRE 2011
ISSN 0295,4397
ISBN 978-2-7472-1851-1

BULLETIN DE COMMANDE

A retourner aux Éditions AGPA-ESKA, Muriel DUBOSQUET, 4, rue Camélinat, 42000 SAINT-ÉTIENNE

Tél. : 04 77 43 26 73 - Fax : 04 77 41 85 04 - muriel.dubosquet@eska.fr <http://www.eska.fr>

Je désire recevoir exemplaire(s) du numéro de **Gérer & Comprendre** Septembre 2011 - numéro 105 (ISBN 978-2-7472-1851-1) au prix unitaire de 23 € TTC.

Je joins un chèque bancaire à l'ordre des Éditions ESKA

un virement postal aux Éditions ESKA CCP PARIS 1667-494-Z

Nom Prénom

Adresse

Code postal Ville

RESPONSABILITÉ & ENVIRONNEMENT

recherches débats actions

SOMMAIRE

L'EAU POTABLE

Éditorial – Pierre Couveinhes

Avant-propos : Les perspectives mondiales pour l'eau potable (en matière d'accès et d'assainissement) – Pierre Roussel

Partie 1 : La distribution d'eau potable au début du XXI^e siècle

La nécessaire rationalisation des autorités organisatrices des services de l'eau en France – Sylvain Rotillon

Organisation de la distribution de l'eau potable. Le benchmarking européen : quelques constats – Mathias Galerne

La distribution d'eau potable : la situation dans les pays en développement – Ghislain de Marsily et Jacques Bertrand

Partie 2 : Qualité de l'eau distribuée

L'eau potable en France : Le dispositif de prévention et de gestion des risques sanitaires – Béatrice Jédon, Bérengère Ledunois et Aurélie Thouet

La qualité de l'eau potable en France : résultats et focus sur quelques paramètres – Laëtitia Guillotin, Béatrice Jédon et Charles Saout

L'ANSES : un des acteurs de la sécurité sanitaire de l'eau destinée à la consommation humaine en France – Pascale Panetier, Morgane Bachelot, Thomas Cartier, Juliette Hospitalier-Rivillon, Eléonore Ney, Anne Novelli et Gwenn Vo Van-Regnault

Peut-on parler d'une hiérarchie des critères de la qualité de l'eau potable ? – Pr Philippe Hartemann

« Eau potable » : jusqu'à quel point ? La transition vers une culture de la gestion des risques. Le point de vue du producteur d'eau – Dominique Gâtel

Partie 3 : L'eau potable, outil de développement durable

Préservation de l'alimentation en eau potable : un objectif et un levier pour la protection de la qualité des eaux – Odile Gauthier et Claire Grisez

Protection des eaux souterraines : exemples d'actions engagées dans le domaine agricole par Eau de Paris – Manon Zakeossian

Gestion durable de la ressource en eau : l'utilisation du paiement pour service environnemental au service de la protection des captages – Sarah Hernandez et Marc Benoît

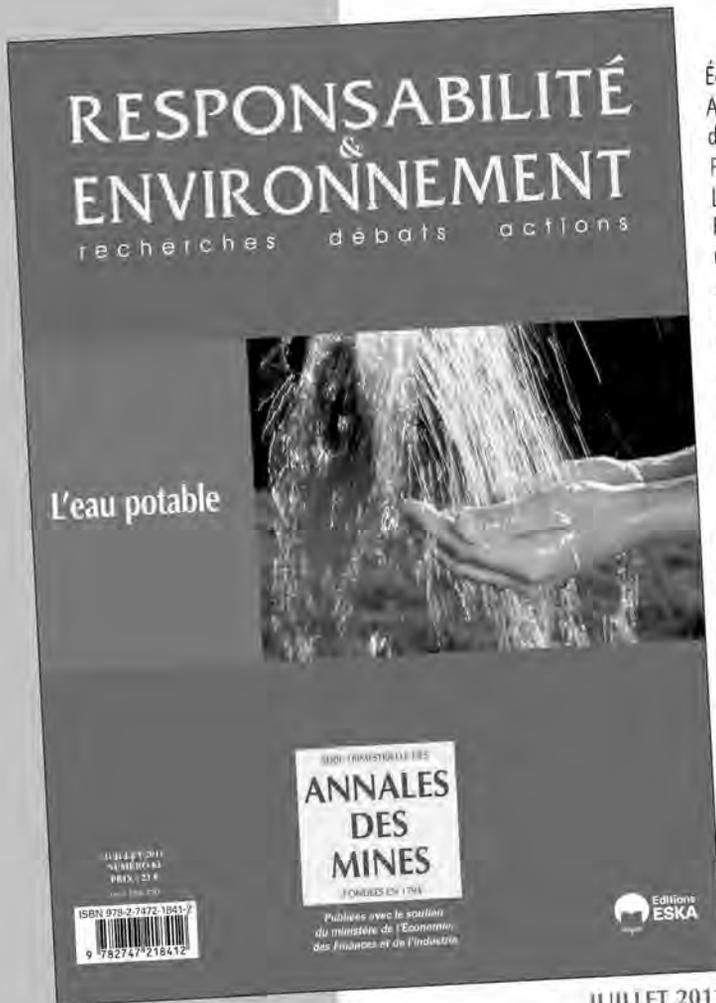
L'utilisation de l'eau de pluie à l'intérieur des bâtiments. Les enjeux d'une pratique appelée à se développer – Bernard de Gouvello

Baisse des consommations d'eau potable et développement durable – Bernard Barraqué, Laure Isnard, Marielle Montginoul, Jean-Daniel Rinaudo et Julien Souriau

L'eau du robinet : qualité et confiance du consommateur – Marillys Macé

Boire l'eau du robinet : quand réduction des déchets rime avec développement durable – Wiebke Winkler

Dossier coordonné par Rémi GUILLET



JUILLET 2011

ISSN 1268-4783

ISBN 978-2-7472-1841-2

BULLETIN DE COMMANDE

A retourner aux Éditions ESKA, 12, rue du Quatre-Septembre, 75002 PARIS

Tél. : 01 42 86 55 65 - Fax : 01 42 60 45 35 - <http://www.eska.fr>

Je désire recevoir exemplaire(s) du numéro de **Responsabilité & Environnement juillet 2011 - numéro 63** (ISBN 978-2-7472-1841-2) au prix unitaire de 23 € TTC.

Je joins un chèque bancaire à l'ordre des Éditions ESKA

un virement postal aux Éditions ESKA CCP PARIS 1667-494-Z

Nom Prénom

Adresse

Code postal Ville