

La naissance de l'éco-conception

Du cycle de vie du produit au management environnemental « produit »

**Ingénieurs et designers,
dans des démarches conjointes
et qui se sont progressivement enrichies,
ont défini une nouvelle approche
des problèmes environnementaux :
l'éco-conception. Reste maintenant,
au-delà des discours et de
la prolifération du marketing vert,
à intégrer cette nouvelle notion
dans les entreprises
pour créer un véritable
management
environnemental produit.**

**par Christophe Abrassart,
Franck Aggeri**

*Centre de gestion scientifique
de l'Ecole des Mines de Paris*

*Article accepté par le comité de lecture
du 7 février 2002*

En matière d'environnement industriel, l'action régaliennne et celle des entreprises, ont d'abord porté sur les pollutions générées par les sites industriels et l'optimisation des procédés. Cette « approche site », confi-

née et locale, est à la fois la plus ancienne et la mieux connue (1). A côté de cette première approche, émergent un ensemble de pratiques d'entreprise comme l'éco-conception, le marketing et comptabilité « verte » qui sont souvent désignées sous le vocable « d'approche produit ». Stimulées par des mesures incitatives et réglementaires (écolabels, fiscalité, gestion à la source des pollutions, etc.), mais aussi par la perspective de nouveaux marchés, ces pratiques s'appuient sur de nouvelles techniques de diagnostic — comme l'analyse de cycle de vie — et sur de nouveaux savoirs (en ingénierie, design

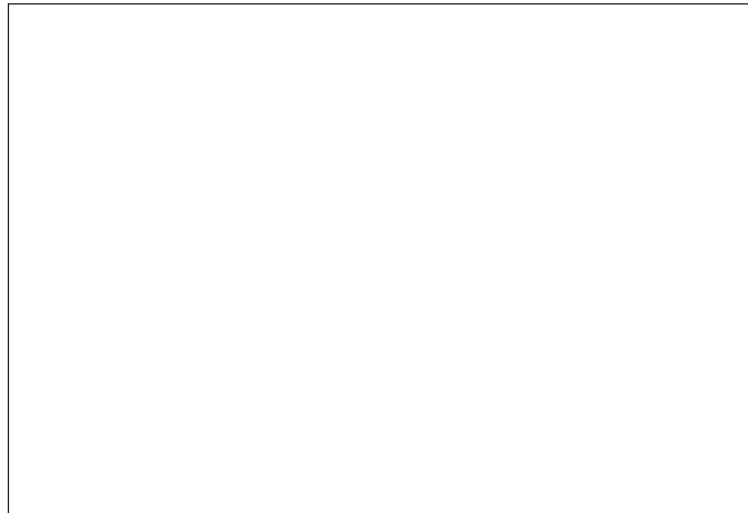
ou gestion). Cependant, plus qu'un ensemble cohérent de démarches et d'instruments, cette deuxième approche recouvre davantage un champ d'action ouvert dont le produit — depuis sa conception, jusqu'à sa mise sur le marché et sa fin de vie — est le dénominateur commun.

Afin de donner un nouvel élan à ces pratiques, mais aussi pour éviter les effets pervers de réglementations sectorielles plus ou moins cohérentes, la commission européenne a récemment publié un livre vert sur « la Politique intégrée des produits » (PIP) (2), dont l'objectif est de favoriser l'émergence d'un marché européen

de produits « verts ». Celle-ci se compose de différents volets : des actions sur la demande par la promotion de dispositifs d'information sur la qualité environnementale des produits comme les écolabels, la stimulation de l'offre via des mesures fiscales, l'accompagnement des entreprises à un stade précompétitif par la diffusion de techniques d'éco-conception et de bases de données.

L'adoption de pratiques d'éco-conception par les entreprises apparaît en particulier comme l'une des conditions de réussite de cette politique. Le livre vert propose sur ce point un nouveau référentiel pour le management de l'éco-conception : le POEMS (*Product Oriented Environmental Management System*). Il s'agit en fait d'un système d'assurance qualité environnementale qui s'inspire des systèmes de management environnementaux « site » (Iso 14001 et Emas). Dans la perspective de directives PIP qui obligeront les entreprises à ne mettre sur le marché européen que des produits éco-conçus, la mise en oeuvre d'un POEMS chez un industriel est actuellement envisagée comme l'un des trois modes de preuve de conformité possible (3).

Or il nous semble que ce concept de POEMS, qui s'ap-



Ziegler J.L. et F/BIOS

L'environnement produit connaît, à son tour, un succès croissant. Il suffit pour cela d'observer la multiplication des postes de responsable environnement produit ainsi que la prolifération du « marketing vert ». Cet engouement des entreprises s'explique par l'effet conjugué d'une pression réglementaire croissante, d'une attention récente des marchés financiers et de l'émergence d'une demande sociale pour des « produits verts ».

puie sur l'idée d'amélioration continue, constitue aujourd'hui une « coquille vide » sans véritable référence à des pratiques réelles, et qu'il gagnerait à s'enrichir d'une analyse plus précise des expériences d'éco-conception. Par ailleurs, la floraison de discours normatifs sur l'approche produit ne doit pas masquer l'écart qui peut exister entre ces discours et les pratiques des entreprises. En particulier, au-delà des stratégies de communication et du « marketing vert » que les entreprises maîtrisent parfaitement, jusqu'à quel point les questions d'environnement sont-elles réellement prises en compte dans les processus de conception ? Autrement dit, dans quelle

mesure peut-on parler aujourd'hui d'éco-conception dans les entreprises ?

Poser le problème ainsi, c'est considérer l'éco-conception non pas comme un ensemble de procédures à prescrire, ni comme une notion recouvrant un ensemble de processus stabilisés qu'il suffirait de décrire, mais comme une notion en cours d'élaboration, dont il faut expliquer la genèse, identifier les acteurs, les démarches, les outils et leurs effets. Pour cela, nous présenterons, dans une première partie, la façon dont les recherches et les expérimentations d'ingénieurs et de designers sur des nouvelles techniques de diagnostic environ-

nemental ont conduit, avec « l'approche produit », à une nouvelle façon de rendre visible et de gérer les problèmes environnementaux. Puis, en partant de plusieurs expériences de management de l'éco-conception que nous avons étudiées, nous essayerons, dans une seconde partie, de mieux préciser la nature des processus de conception et, ce faisant, d'identifier les conditions et les démarches d'un déploiement effectif de l'éco-conception dans les entreprises. Ce détour par les pratiques concrètes nous permettra de revenir, en conclusion, sur la notion d'éco-conception en montrant ses spécificités, et de préciser ce que peut être un système de management environnemental « produit ».

L'ingénieur et le designer : deux nouvelles approches du diagnostic environnemental « produit »

Depuis plus de deux siècles notre regard s'est accoutumé à considérer les problèmes environnementaux sous la forme d'interactions situées sur un territoire : riverains exposés

aux odeurs incommodes, aux risques d'incendie et d'explosion des manufactures dès le XVIII^e siècle (4), problèmes d'hygiène et d'insalubrité puis de dégradation de la qualité de l'air dans les agglomérations urbaines, pollutions des rivières et des nappes phréatiques par les rejets industriels et les engrais agricoles, flux de déchets sans cesse croissants dans les lieux de production et de consommation. Dans ce cadre, la gestion préventive de l'environnement a longtemps été pensée comme une question de planification territoriale permettant de concilier le développement économique local et la protection de l'environnement. Celle-ci a été rendue possible par l'intervention d'ingénieurs, de gestionnaires ou d'urbanistes dotés de techniques reposant sur un type particulier de visibilité, de spatialisation et de découpage des problèmes environnementaux. Ainsi, les politiques hygiénistes du XIX^e siècle pour contenir les épidémies reposèrent sur un quadrillage territorial (5), les procédures d'autorisation s'appuient depuis deux siècles (6) sur un examen des interactions potentielles entre l'activité industrielle et son environnement local (riverains, nappe phréatique, rivière, rejets atmosphériques). La gestion intégrée de la ressource en eau se fait au

sein de l'espace délimité par le bassin versant (7) et, à moins grande échelle, les Sage (Schémas d'aménagement et de gestion des eaux) fournissent aux acteurs partageant un même cours d'eau un espace de coopération local.

Au début des années 1990, deux communautés professionnelles, celle des ingénieurs et celle des designers, vont formaliser des méthodes de diagnostic environnemental qui adoptent un point de vue différent. Ces méthodes reposent en effet sur le cycle de vie physique du produit, qui représente la chaîne des activités allant de l'extraction des matières premières au traitement des produits en fin de vie, en passant par les étapes de production, de transport et de consommation (8). Désormais, diagnostics, symptômes, actions correctives ou préventives pourront aussi se penser et se déployer dans le cadre de cette nouvelle géographie de l'environnement qui connecte entre eux, autour de l'unité du produit, de multiples territoires. Le concept de cycle de vie comme nouveau cadre de visibilité des relations entre la société industrielle et l'environnement n'est cependant pas apparu soudainement. La conjoncture d'une double impulsion semble avoir conduit à cette innovation. La

première impulsion, extérieure à ces communautés, est liée au premier choc pétrolier de 1973, aux débats sur les limites de la croissance et les dommages irréparables subis par l'environnement (rapport Meadows, conférence de Stockholm, 1972) et à une demande de critères standardisés permettant de définir ce qu'est un « produit vert » afin de constituer un dispositif rigoureux d'écolabel (9). La seconde impulsion est plus interne : les ingénieurs comme les designers ont en effet expérimenté de nouvelles techniques de diagnostic à partir de leurs champs de compétences et de leur espace de prescription respectif.

Or ces espaces de prescriptions sont différents. L'ingénieur conçoit des systèmes techniques dont il cherche à assurer la maîtrise, et le designer conçoit les relations fonctionnelles, physiques et symboliques entre usagers et objets. Par ailleurs, ces nouvelles méthodes de diagnostic, parce qu'elles visent une action visible et contrôlable (A. Hatchuel, 2000), doivent être compatibles avec l'action de chacun. Tout en se situant dans le cadre du cycle de vie, elles reposent donc sur différentes techniques de visibilité, sur des manières distinctes de spatialiser, de découper, de

mesurer, de cartographier la relation entre la société industrielle et l'environnement. L'ingénieur invente l'analyse de cycle de vie (ACV), et le designer une approche plus qualitative du diagnostic environnemental centrée sur les scénarios d'usage et guidée par les concepts tels que la dématérialisation, la réutilisation, l'usage partagé ou le passage du produit au service.

L'analyse du cycle de vie (ACV) : une nouvelle technique de l'ingénieur

L'ACV est une méthode de comptabilité des impacts environnementaux. Elle vise à prendre en compte pour un produit l'ensemble des impacts « du berceau à la tombe », depuis l'extraction des matières premières à la fin de vie, en passant par toutes les étapes intermédiaires : production, transport, consommation. L'ACV apparaît rapidement comme une nouvelle technique de l'ingénieur : il s'agit en effet de synthétiser des savoirs scientifiques abstraits dans un outil pour l'action. Comme technique de comptabilité, elle consiste à rendre visible les impacts environnementaux liés aux activités, en particulier industrielles, concourant à la réalisation d'un bien ou d'un service.

ACV et concept de cycle de vie physique du produit : une émergence conjointe

Les premières études environnementales sur le cycle de vie des produits se sont développées à partir de 1969 aux Etats-Unis sous le nom de *Resource and environmental profile analysis* (REPA) (10). Ces études, qui portaient sur des aspects limités comme les déchets, puis l'énergie après le premier choc pétrolier de 1973, ont d'abord été réalisées sur les emballages. Toutefois, à quelques exceptions près, l'intérêt pour ce type d'études semble être resté limité jusqu'à la fin des années 1980. L'essor des études ACV débute réellement à partir de 1990 (11). C'est à cette date que commencent aux Etats-Unis, puis en Europe, les premières grandes réunions méthodologiques sur l'ACV avec la SEYAC (12). En France, le développement des ACV a lieu avec l'apparition de nouveaux consultants comme la société Ecobilan. Dans d'autres pays comme la Suède les universités joueront un rôle plus important. En 1996, le réseau international regroupant les spécialistes de l'ACV crée sa revue, « *International Journal of LCA* ». A partir de 1998, un jeu complet de normes (la série Iso 14040) précisant les conventions de calcul des ACV est publié.

La réalisation et la validation d'une ACV se déroule classiquement en quatre étapes qui se succèdent de façon itérative. Une ACV débute par la détermination des objectifs et du périmètre de l'étude : le choix de l'unité fonctionnelle est un préalable à toute étude d'ACV. Pour un emballage l'unité fonctionnelle pourra être par exemple : « conditionner 1 litre d'une boisson ». On pourra alors comparer une bouteille en verre, une autre en plastique PET ou trois canettes de 33 cl en acier. C'est à cette étape que d'autres éléments doivent être fixés comme le choix du scénario de référence, les étapes du cycle de vie qui doivent être considérées ou encore le choix des indicateurs environnementaux retenus. L'ACV se poursuit ensuite par la collecte des données et la réalisation de l'inventaire du cycle de vie (ICV) : pour chaque solution répondant à l'unité fonctionnelle, un bilan quantifié des entrées (matières premières et énergie), et des sorties (émissions dans l'eau, l'air, le sols, déchets) sur l'ensemble du cycle de vie est établi. Ces flux (des grammes de CO₂, de CH₄, de CFC11, de NH₄⁺, de DCO, des MJ, des kg de déchets etc.) sont comptabilisés et agrégés.

Dans un troisième temps, le calcul des indicateurs d'impact

est réalisé. Ce calcul passe par les opérations de classification (quels flux participent à quel indicateur ?), et de caractérisation (13) (quelle est la contribution d'un flux à un indicateur ?) (14). Différents indicateurs sont calculés comme par exemple l'effet de serre, la destruction de la couche d'ozone, la toxicité des substances, l'épuisement des ressources naturelles : l'analyse est multicritère. L'ACV se termine par la réalisation de simulations et l'interprétation des résultats, pour répondre à la question posée à la première étape, tout en testant la robustesse des résultats à l'aide d'études de sensibilité. L'analyse des résultats passe souvent par l'identification des étapes du cycle de vie ou les composants du produit les plus contributeurs au cycle de vie. La validation d'une ACV se fait à l'aide d'une revue par les pairs (*peer review*), en se basant sur le référentiel constitué par la série des normes Iso 14040.

Le développement de la méthodologie des ACV a permis des apports certains. Tout d'abord, le fait de ne pas raisonner par profil de matériaux en général, mais à partir d'une unité fonctionnelle, en fonction de scénarios d'utilisation et en prenant en compte la diversité des technologies, permet de mettre en évidence

des résultats inattendus. Par exemple, une étude sur les emballages peut indiquer que la bouteille en verre n'est pas toujours gagnante - bien que recyclable sa masse relative plus élevée peut conduire à des émissions supplémentaires au cours des étapes de transport. Ensuite, la modélisation des interdépendances entre secteurs industriels permet d'identifier les risques de transfert des impacts environnementaux entre les différentes étapes du cycle de vie. Par exemple, les études sur les « biocarburants » comme le diester montrent que ceux-ci contribuent à la diminution des émissions des véhicules mais qu'ils peuvent simultanément engendrer davantage de pollutions agricoles.

L'ACV permet également la réalisation d'exercices de prospective industrielle. C'est le cas pour étudier les impacts environnementaux des filières de valorisation des produits en fin de vie (véhicules, produits électroniques, emballages). Cette technique permet enfin d'identifier les grandes sources d'impact d'un système technique. Par exemple, pour une automobile ou un bâtiment, l'ACV montre que plus de 80 % des émissions de gaz à effet de serre proviennent de la phase d'utilisation. Les axes d'éco-

conception devront donc porter de façon prioritaire sur ces étapes. Par ailleurs, lorsque les produits comparés constituent des composants d'un système plus global (par exemple le pare choc d'une voiture ou les fenêtres d'une maison), il peut être judicieux de comparer les impacts de ces composants par rapport à ceux du système dans lequel ils s'insèrent, et de cibler les objectifs d'amélioration là où il existe de fortes contributions. Dans cette perspective, le bilan environnemental d'un double vitrage doit s'apprécier davantage du point de vue du « système bâtiment » que du point du « composant fenêtre ».

L'ACV : une technique pour décider ou pour apprendre ?

Cependant cette nouvelle technique, comme outil d'aide à la décision, n'est pas sans difficultés. Les délais de réalisation du bilan comptable ont constitué dans un premier temps un inconvénient important. Depuis, le développement d'outils informatiques et de nombreuses bases de données a permis de réduire considérablement ces délais et de construire des scénarios paramétrés. Toutefois, les bases de données sont encore insuffisantes ou restent parfois

difficilement accessibles, et toutes les activités industrielles ne sont pas couvertes par des ACV. Pour beaucoup de procédés, seuls des écobilans sur des données moyennes existent. Par ailleurs, les modalités d'échange entre des bases de données développées dans différents pays doivent encore être améliorées (formats informatiques, nomenclatures de flux, etc.).

Une autre difficulté résulte du fait que l'ACV ne calcule pas des impacts réels mais des impacts potentiels. Qu'il s'agisse d'impacts globaux (ex : effet de serre), d'impacts régionaux (ex : acidification atmosphérique) ou d'impacts locaux (ex : rejet de métaux lourds), l'évaluation des effets réels sous forme de dommages localisés est assez problématique. Par exemple, la nocivité réelle des substances toxiques dépend fortement du milieu dans lequel elles sont rejetées. C'est pour cette raison que l'on parle d'indicateurs d'impacts potentiels. L'ACV se restreint en outre aux indicateurs quantifiables. Comme technique comptable, l'ACV peut potentiellement intégrer de multiples indicateurs, à condition qu'ils soient calculables à partir d'une comptabilité de flux. Les grandeurs qualitatives, souvent locales, comme par exemple le paysage ou la bio-

diversité, ne sont donc pas intégrées aujourd'hui dans l'ACV. Certains indicateurs d'ACV sont cependant à la limite du qualitatif. Par exemple, l'indicateur donnant une intensité d'occupation des sols par les activités de production qui peut varier d'une occupation neutre et complètement réversible (catégorie I) à une occupation très polluante pour les sols (catégorie IV). Par ailleurs, l'ACV présente une ambition totalisatrice. Le temporel et le local, ainsi que les différentes connaissances scientifiques sur les impacts sont cependant progressivement intégrées dans l'ACV. La recherche actuelle tente en particulier d'intégrer les impacts locaux qui ne sont, jusqu'à présent, pas pris en compte.

L'ACV présente enfin des difficultés au cours de la phase d'interprétation. Le résultat d'une ACV comporte en effet plusieurs indicateurs : effet de serre, destruction de la couche d'ozone, toxicité de l'eau et de l'air, épuisement des ressources naturelles, etc. Pour un décideur, chaque prise de décision suppose donc une hiérarchisation préalable de ses préférences. Pour résoudre ces difficultés, certains proposent d'agréger l'ensemble des résultats dans une note environnementale unique. Mais

cette opération, qui repose sur un jeu de pondérations entre indicateurs, relève d'un choix politique. L'analyse multicritères permet d'éviter d'avoir à définir une pondération initiale des critères mais le résultat obtenu peut alors déboucher sur une situation indécidable dès lors qu'aucune solution n'est dominante par rapport à l'autre sur tous les critères.

Compte tenu de ces difficultés, on peut considérer l'ACV davantage comme un outil d'investigation et d'exploration permettant d'initier un apprentissage collectif sur le cycle de vie que comme un outil d'aide à la décision.

Le designer et le diagnostic environnement produit

L'ingénieur n'est pas le seul professionnel à avoir développé des techniques formalisées de diagnostic environnemental. Le designer a également construit une approche originale du diagnostic environnemental des produits et de l'éco-conception. Les nouvelles techniques formalisées qu'il développe reposent, comme chez l'ingénieur, sur des raisonnements intégrant le cycle de vie et permettant de juger de la cohérence globale d'un diagnostic.

Victor Papanek : un précurseur du design environnemental

L'ouvrage « Design pour un monde réel » de Victor Papanek (1970) a joué un rôle précurseur dans la communauté des designers qui se sont intéressés aux questions d'environnement, en particulier à la *Domus Academy* à Milan à la fin des années 80. S'opposant à une approche faisant du design un outil de marketing au service d'un hedonisme superflu et ostentatoire, Papanek propose dans son livre un véritable manifeste pour un design responsable et soucieux de ce qu'il considère comme les besoins authentiques de l'humanité : « Le design récent s'est, en général, contenté de satisfaire des exigences et des désirs éphémères, alors que les besoins authentiques de l'homme étaient négligés ».

Un chapitre de cet ouvrage porte sur le rôle du designer face aux problèmes d'environnement. « Le designer est concerné au premier chef » nous dit l'auteur. Sa formation à l'analyse des systèmes doit en effet lui permettre d'émettre quelques « conjectures inspirées », et surtout de travailler de façon responsable en sachant évaluer les conséquences sociales et environnementales de ses choix.

Papanek présente ensuite une série d'exemples où les designers se sont fourvoyés et pourraient améliorer la situation : les designers doivent choisir les bons matériaux pour les emballages pour éviter le gâchis de millions de tonnes de matière première irremplaçables, et l'apparition de déchets non biodégradables. Ils doivent également recréer le système de transports (équipements, habitudes, urbanisme), qui est polluant et absurde pour les courtes distances, repenser la relation entre la maison et le mode de vie pour bannir les immeubles d'habitation froids, inhumains et stériles. Par cet ouvrage très critique Papanek a entrepris une véritable interpellation de la communauté des designers en lui proposant un programme de travail radicalement nouveau. C'est dans cette perspective qu'il constitue un pionnier de l'approche environnementale du design.

L'approche fonctionnelle et l'approche esthétique du design

Dubuisson et Hennion (1996, p 2) distinguent deux types de discours publics parmi les designers : « l'un insistant sur le caractère créatif et artistique de leur travail de mise en forme (ligne, stylisation etc.)

des objets à partir de leur « concept » (de leur sens, de ce qu'ils symbolisent), l'autre insistant sur la réalisation dans les objets de contraintes venant de l'usage au sens large (cahier des charges fonctionnel, adéquation au marketing, prise en compte de l'usage réel, etc.) Les auteurs suggèrent qu'on aurait ainsi, dans le discours des designers, d'un côté les « artistes », plus attentifs à la forme ou au symbole, et de l'autre les « fonctionnalistes », plus tournés vers l'usage et la réalité technique. Cette distinction est particulièrement utile pour analyser les discours des designers sur l'éco-conception. D'une part on assiste au développement d'un style concrétisant des concepts comme le « vert », le « *lightweight* », le « recyclé », le « bio », qui se traduit par des aspects de matière, des formes, la recherche d'une signature visuelle et d'une esthétique particulière. D'autre part, on assiste à une approche fondée sur la reconception des interactions entre l'utilisateur et le produit : dématérialisation, réutilisation, source d'énergie manuelle (une radio sans pile avec une manivelle), passage du produit au service avec des modules réutilisés (expérience de Rank Xerox sur ses photocopieurs). Cette seconde approche se retrouve bien dans le jeu fré-

quent de questionnement et de redéfinition de la fonction par le designer. Alors que l'ingénieur considère souvent la fonction comme une donnée pour son ACV, le designer n'hésite pas à la reconcevoir.

L'approche « Questions / concepts / exemples » du designer

Dans cette approche proposée par l'UNEP à partir de l'expérience hollandaise, et reprise et complétée par l'agence de design environnementale O2 France (15), le diagnostic environnement produit se réalise à partir de trois éléments : une liste de questions classées par thème (une *check-list*), qui renvoie à une liste de concepts de design environnemental (rapport entre usagers et objets, bon sens) ; ces concepts étant illustrés par des exemples innovants.

Le raisonnement suivi par le designer pour formuler son diagnostic englobe plusieurs éléments. Tout d'abord il mène une réflexion approfondie sur les besoins et les fonctions. Un premier symptôme peut apparaître dans les modes d'usages (produit inadapté, gaspillages). Cette approche peut être comparée à l'analyse de la valeur, mais elle entend aller au-delà en explorant les questions du style, les relations

symboliques à l'objet, les scénarios sociaux associés (passage du produit au service, dématérialisation). Pour les étapes techniques, le designer part du « bon sens » : ce qui est lourd, ce qui consomme des matières, de l'énergie ou de l'eau implique forcément des impacts environnementaux en amont ou en aval du cycle de vie. Ceci n'empêche pas certains designers de s'appuyer sur des connaissances scientifiques (en toxicologie par exemple) ou sur des résultats très généraux d'ACV.

Finalement, le diagnostic du designer est déjà une conception. Il s'effectue en effet par une comparaison entre un système existant sur le cycle de vie pour remplir une certaine fonction et un système plus favorable qu'il conçoit à l'aide de la *check-list*, et qu'il associe de façon cohérente (monde, style, esthétique, acceptabilité sociale) à une fonction qu'il redéfinit également. Ce processus itératif conduit à l'identification de pistes d'amélioration sur le système existant, là où les écarts avec un système futur conçu de façon structurée par la *check-list* sont les plus grands. La *check-list* permet également une capitalisation des connaissances et des expériences. Elle peut être très générale ou au contraire être très contextualisée à une entreprise particulière, mais

Etape du cycle de vie	Questions	Stratégies d'éco-conception/ Concepts	Exemples innovants
Besoins, fonction	Comment le système du produit remplit-il actuellement les besoins sociaux ?	Développement d'un nouveau concept : <ul style="list-style-type: none"> • innovation par la dématérialisation, • usage partagé du produit 	Photocopieur modulaire Flotte de véhicule en libre service Praxitèle
Matériaux	Quelle quantité d'énergie et quels types matériaux sont utilisés ?	Sélection de matériaux présentant peu d'impact (renouvelable, recyclé etc.)	Pull en fibre polaire Patagonia fabriqué à partir de bouteilles en PET
Fabrication	Quels types de procédés sont utilisés ?	L'optimisation des techniques de production (moins d'énergie et de déchets, « énergie verte »)	Exemples d'éco-procédés
Transport	Quels types d'emballages, quels moyens de transport sont utilisés ?	Réduction d'utilisation des matériaux d'emballage (poids, volumes, rotations) et mode de transport efficient en énergie	Eco- recharges pour lessives ou shampoing. Logistique de 3 Suisses : camions au GNV, transport combiné rail-route.
Utilisation	Quelle quantité d'énergie, quelle maintenance, et quels types de consommables sont requis pour l'utilisation ?	Moins de consommation d'énergie, « énergie verte », moins de consommables, durabilité, structure modulaire du produit pour la réparabilité et la maintenabilité	Radio à énergie manuelle (manivelle) et solaire Freeplay. Relations clients fournisseur où on répare le produit au lieu de le jeter s'il est défaillant
Fin de vie	Que devient le produit en fin de vie (réutilisation, recyclage etc.) ? Les matériaux et substances sont-ils identifiables?	Réutilisation du produit ou de composants, refabrication, démontage, recyclage des matériaux, incinération sûre.	Exemple de refabrication des appareils photo de Kodak

L'approche « Questions / concepts / exemples » du designer

elle ne constitue qu'une aide à la créativité et ne remplace pas une réflexion sur la cohérence des nouveaux scénarios envisagés.

Les designers ont également développé des méthodes d'analyse formalisées. L'approche « *Design Orienting Scenarios* » (DOS) (16) conçue dans le cadre d'un projet européen (Sustainable Household) sur les activités ménagères durables

(soin des vêtements, confort et nutrition), constitue un bon exemple. Cette recherche a débouché sur une méthodologie originale, basée sur des ateliers de créativité, où les participants (entreprises, consommateurs, designers etc.) créent collectivement des nouveaux scénarios combinant des changements techniques (diffusion des technologies de l'information), culturels (styles

de vie, vieillissement de la population, déstructuration de la famille traditionnelle) et structurels (organisation de la production et des services, type urbanisation croissante). Pour organiser la réflexion des participants, les variables de choix des ménages sont présentées sous la forme de polarités : « comportements communautaires ou individuels », « à l'intérieur ou à l'extérieur

du ménage », « rendre capable ou bien soulager », « services ou produits », « faire soi-même ou acheter ». L'évaluation environnementale est réalisée à l'aide d'indicateurs de « bon sens ». Pour la fonction soin des vêtements par exemple, le nombre d'habits, leur fréquence d'utilisation, la consommation de détergents, d'eau, d'énergie et les distances parcourues pour cette fonction ont été évalués. Les DOS ainsi construits sont finalement composés de propositions concrètes et cohérentes de produits et de services.

Designer et ingénieur : des savoirs différents

Quelle est la nature des nouveaux savoirs de diagnostic développés par l'ingénieur et le designer ? Peuvent-ils se résumer à l'application de règles et au recours à des bases de faits donnés d'avance, comme le ferait une recette de cuisine ou la notice de montage d'une étagère ? Ou bien reposent-ils sur des raisonnements plus ouverts passant par la production de nouvelles connaissances et la révision des objectifs, la réalisation d'arbitrages et la recherche de compromis ? Pour l'ingénieur, le référentiel Iso 14040 permet une diversité

d'approches parmi les praticiens (examen critique de la qualité des données, conventions d'allocation, interprétation des résultats, analyses de sensibilité), et il n'est pas aisé de définir *a priori* ce qu'est une bonne ACV. La formation des ingénieurs chargés de réaliser des ACV constitue par ailleurs un véritable apprentissage qui ne peut se résumer à la mémorisation d'une simple liste de règles et de faits. La réalisation d'une ACV revient à piloter une démarche itérative qui passe par la définition d'un premier objectif, la recherche d'informations qui génère des apprentissages sur le cycle de vie, la révision de l'objectif en fonction des connaissances acquises au cours de la réalisation de l'inventaire ou des analyses de sensibilité.

De la même manière, le raisonnement du designer qui cherche à construire des systèmes techniques et sociaux cohérents ne peut se résumer à l'exécution d'une liste de règles indépendantes. Les axes proposés doivent absolument être recombinaisonnés autour d'un cas concret pour former un système cohérent et éviter les contradictions. Deux exemples illustrent ce point. Tout d'abord, l'application du concept de durabilité du produit peut avoir des conséquences négatives en retardant l'introduction d'innova-

tions qui auraient permis de réduire les pollutions pendant la phase d'utilisation. Dans l'automobile, une solution consiste à distinguer la durabilité des pièces qui peuvent être réutilisées d'une obsolescence programmée sur les moteurs pour introduire des innovations favorables à l'environnement. Ce scénario nécessite des relations de service particulières entre le constructeur et ses clients. De la même manière, l'application du principe de minimisation systématique des emballages n'a pas toujours des effets bénéfiques sur l'environnement. C'est le cas pour les denrées périssables (exemple du pain de mie) où il peut être préférable d'accroître le nombre d'emballages dès lors que l'on peut éviter de jeter une partie des denrées.

Il semble donc que ces nouveaux savoirs de diagnostic, par leur dimension itérative, par la nécessité de construire pour chaque étude une certaine cohérence à l'aide d'arbitrages et de compromis, constituent davantage des « savoir combiner » que des « savoir faire » — l'analyse dépasse la simple application d'une liste d'instructions — ou que des « savoir comprendre » — celui du réparateur ou du médecin — (voir Hatchuel et Weil, 1992, pour cette typologie des savoirs).

Des épistémologies différentes

Les approches du diagnostic environnement « produit » de l'ingénieur et du designer relèvent cependant d'épistémologies différentes. Le tableau suivant résume les différences que l'on peut repérer dans les démarches suivies pour la réalisation d'un diagnostic.

Le diagnostic environnemental « produit » n'apparaît donc pas comme un objet naturel, mais comme le résultat de deux démarches qui se sont progressivement enrichies. Chacun de ces métiers exerçait déjà un rapport de prescription particulier dans l'entreprise.

L'ingénieur considère surtout ce qui est calculable et privilégie la modélisation des systèmes techniques, le designer met l'accent sur les dimensions qualitatives et considère avant tout ce qui a trait aux usages en s'appuyant sur le « bon sens » pour la partie fabrication.

Des diagnostics compatibles et complémentaires ?

La compatibilité des diagnostics du designer et de l'ingénieur n'a rien d'évidente *a priori*. Des divergences de vue peuvent en effet apparaître. Ainsi un produit en « éco-matériaux » pour le designer

ne sera pas forcément performant du point de vue de l'ACV. Inversement une technologie jugée préférable du point de vue de l'ACV peut être jugée néfaste du point de vue de ses conséquences sociales ou esthétiques par un designer. Pourtant, leur complémentarité serait utile. Ainsi, en matière de recyclage, le designer cherche à concevoir des systèmes socio-techniques nouveaux que l'ingénieur ACV pourrait évaluer de façon approfondie si le « bon sens » ne suffit pas. Dans tous les cas, si la coopération entre ces deux métiers sur un même projet est très souhaitable en terme d'innovation, celle-ci reste à construire.

Thèmes	Ingénieur environnement	Designer environnement
Déroulement du diagnostic	a) diagnostic ACV : identification de points significatifs (en terme de % de contribution au cycle de vie, à un système etc.) b) proposition de pistes d'amélioration	a) conception d'un nouveau scénario pour répondre à une fonction reconçue b) évaluation des écarts et identification d'opportunités d'amélioration
Cohérence du diagnostic	Révision de l'objectif de l'étude, et des frontières du système analysé en fonction des connaissances acquises au cours de la réalisation de l'inventaire et des analyses de sensibilité	Révision du scénario imaginé et reconception de la fonction suite à l'acquisition de nouvelles connaissances, selon un principe de cohérence sociale.
Connaissances utilisées au cours du diagnostic	Données d'inventaires du cycle de vie, coefficients d'impacts, expérience pratique de la méthodologie de l'ACV	Check-lists : liens « questions, concepts, exemples innovants » ; variables de choix socio- culturelles sous forme de polarités. Connaissances générales en environnement et activités industrielles
Organisation du diagnostic	Enquêtes et calculs menés par un seul expert	Processus de créativité structurée. Ateliers de créativité avec toutes les parties intéressées

Les différences dans les démarches suivies par l'ingénieur et le designer dans la réalisation d'un diagnostic environnement « produit ».

L'intervention en entreprise : des outils d'aide à la décision aux approches de la conception

Le concept de cycle de vie du produit a permis à l'ingénieur et au designer de développer des nouvelles connaissances, principalement sous la forme de techniques de diagnostic environnemental. Il reste à voir comment ces approches ont été reçues et mises en œuvre dans les entreprises.

Remarquons d'abord qu'à la suite de la diffusion de pratiques de management environnemental dans les sites de production — lié aux démarches de certification Iso 14000 et Emas — l'environnement produit connaît, à son tour, un succès croissant. Il suffit pour cela d'observer la multiplication des postes de responsable environnement produit ainsi que la prolifération du « marketing vert ». Cet engouement des entreprises s'explique par l'effet conjugué d'une pression réglementaire croissante, d'une attention récente des marchés financiers (17) et de l'émergence d'une demande sociale pour des « produits verts ». Concernant le premier facteur, il est à noter que la pression des pouvoirs

publics s'exerce de moins en moins par la contrainte mais de plus en plus par l'incitation, en organisant une véritable compétition sur les normes, dont l'objectif est de stimuler l'innovation au sein des firmes (Aggeri, 2000). Ainsi, l'enjeu de l'éco-conception n'est pas seulement de fournir des produits répondant à des aspirations nouvelles de la part d'une frange croissante de la population, mais également de produire les connaissances nécessaires à l'élaboration d'un ensemble de normes qui serviront à préciser le contenu de réglementations ou de directives à venir (18).

Si les enjeux stratégiques sont clairs, si les moyens mis en œuvre sont réels, quels sont les effets concrets de cette prise en compte sur la conception des produits ? Dans quelle mesure les messages publicitaires correspondent-ils réellement à des changements significatifs en matière de conception ? En quoi les approches développées plus haut ont-elles réellement pénétré les bureaux d'étude ?

L'intervention des ingénieurs et des designers spécialistes de l'environnement produit dans les entreprises a pris successivement trois formes. Ces nouveaux prescripteurs sont, dans un premier temps, intervenus ponctuellement sans rentrer dans le cœur des pro-

cessus de conception. Puis, dans un second temps, pour accompagner le développement des services environnement des entreprises industrielles, ils ont développé des outils informatiques et des méthodes permettant à ces nouveaux services d'organiser leurs relations avec les projets de développement. Les premiers instruments, qui reposaient sur une représentation très simplifiée des organisations et de la dynamique des savoirs en conception, ont été construits comme des outils d'aide à la décision. Enfin, nous présenterons les expériences les plus récentes qui conduisent à des dispositifs de management plus complets et qui reposent sur une perspective que l'on peut qualifier d'approche de la conception.

Les limites de l'intervention ponctuelle

L'ingénieur conseil en ACV ou les limites de la prestation externe

A la demande des entreprises, les ingénieurs réalisent des études d'ACV sur des produits et services. Ces études visent, comme nous l'avons vu, à éclairer les décisions des managers. Pour des produits ou des systèmes spécifiques et complexes, cette modalité de fonctionnement s'avère assez

pertinente. Cependant, au milieu des années 1990, des industriels des secteurs manufacturiers (automobile, bâtiment, équipements électriques et électroniques, produits de grande consommation) déplorent le caractère « rigide » des études d'ACV réalisées par des experts externes : durée trop longue des études par rapport au rythme des décisions industrielles, rapports volumineux difficiles à interpréter pour un concepteur, simulations supplémentaires difficiles sans le recours à une nouvelle étude. Dans les entreprises appartenant à ces secteurs, plusieurs projets sont en effet développés chaque année, et ils ne sauraient réaliser autant d'ACV en faisant appel à un expert externe.

Le designer. Le diagnostic et le co-développement de solutions écologiques

Les agences de design écologique fonctionnent également sur un schéma séquentiel. Des industriels présentent à ces agences un projet de développement de produit plus ou moins spécifié. A partir de cette demande l'agence initie séparément une phase de créativité et de développement (plusieurs semaines ou mois) qui aboutit à la réalisation d'un prototype « vert » qui est

présenté à l'entreprise cliente. La fin du développement (définition et réalisation des outillages de production, pré-séries, etc.) peut ensuite être réalisée en commun. Ce modèle de fonctionnement, séquentiel et assez informel, est parfaitement approprié pour des projets d'innovation ponctuels. Il s'avère toutefois plus difficile à utiliser de façon systématique au sein d'une grande entreprise manufacturière qui connaît de multiples projets avec un déroulement très formalisé (procédures détaillées pour coordonner de multiples acteurs fonctionnant en ingénierie concourante par exemple).

Des boîtes à outils pour l'entreprise

Cette période (milieu des années 1990) est également marquée par la profusion de discours et de publications sur ce que devrait être l'éco-conception. Les approches de type « boîte à outils pour l'entreprise », où toutes les méthodes sont présentées pêle-mêle et proposées sans ordre se multiplient également. Cependant, les premières tentatives d'intervention concrètes dans les processus de décision s'avèrent plus complexes que prévu ou bien se déroulent à la périphérie

des organisations : c'est le temps des « prototypes verts ». Des experts développent des concepts verts « pour voir » (concept-cars, maisons écologiques, etc.), sans véritables contraintes de coûts ou de délais. Parfois même, les évaluations de type ACV sont utilisées comme « outil plaidoyer » pour renforcer la position d'un produit existant en se fondant sur les indicateurs les plus favorables, mais sans qu'il soit question de modifier le produit lui-même.

De l'intervention ponctuelle à la définition d'outils d'aide à la décision pour l'entreprise

Pour dépasser les limites de l'intervention ponctuelle par des prestataires extérieurs, ces prescripteurs vont développer pour les nouveaux services environnement des entreprises manufacturières des outils informatiques et des méthodologies permettant d'instrumenter la relation entre ces services et les projets de l'entreprise. Trois catégories d'expériences peuvent être distinguées : celles de l'ingénieur sur l'ACV, celles des designers, et celles portant sur des lignes directrices d'éco-conception comme la conception en vue de la valorisation en fin de vie (démontage, recyclage, etc.).

(1) De l'ACV à l'éco-conception : tentatives d'évolution

Pour permettre au « concepteur » de mieux intégrer le diagnostic ACV dans son activité, des logiciels d'éco-conception devant être connectés aux outils informatiques de conception (CAO) sont développés (19). Ces outils permettent à un expert en ACV de mettre à disposition de concepteurs répartis dans l'entreprise (20), des données ACV validées pour qu'il les intègre dans sa « prise de décision ».

(2) Le designer : les axes d'éco-conception innovants sur Intranet

De la même manière, pour permettre au concepteur d'intégrer l'environnement en conception, des designers ont proposé leur approche « questions / concepts / exemples innovants » sur les réseaux Intranet des entreprises. L'objectif visé ici est différent de celui des outils ACV : il s'agit davantage d'aider le concepteur à penser autrement, à devenir plus créatif, à briser ses routines en l'invitant, en fonction des situations de conception rencontrées (un problème, un objet à concevoir), à s'intéresser à des axes d'éco-conception inédits illus-

trés par des exemples innovants.

(3) Les outils d'éco-conception ad-hoc : l'exemple de l'automobile

Le secteur automobile fait l'objet, depuis une dizaine d'années, de pressions réglementaires croissantes sur les produits : réglementations sur les émissions des véhicules, accord cadre entre constructeurs et la Commission européenne sur les émissions de gaz à effet de serre signé en 1998, directive sur la valorisation des véhicules hors d'usage, qui comporte également des mesures sur l'élimination et la traçabilité de certaines substances. Ce contexte a conduit les constructeurs à engager des actions très tôt sur ces thèmes. Depuis deux ou trois ans, les équipementiers automobile ont également pris un certain nombre d'initiatives. Travaillant pour de multiples constructeurs, qui ont des stratégies environnementales spécifiques, et recherchant une réelle autonomie dans la conception d'équipements, voire de modules complets (bloc avant, cockpit, etc.), ces équipementiers ont rapidement évalué l'intérêt d'une démarche proactive. C'est, en particulier, le cas pour les membres du projet EDIT

(Eco Design Interactive Tool), coordonnés par la Fédération française de la plasturgie, qui se sont regroupés pour développer ensemble des outils d'éco-conception spécifiques au secteur automobile, tels qu'un outil informatique permettant d'effectuer une traçabilité des substances sur le cycle de vie et qu'un outil permettant de concevoir les équipements en vue de leur valorisation en fin de vie. Là encore, l'idée initiale était de diffuser ces outils dans les bureaux d'études une fois ceux-ci mis au point.

Mais suffit-il de rendre disponibles de nouvelles informations pour que les pratiques soient transformées ? La mise en place de ces outils, aussi ingénieux soient-ils, n'a pas toujours conduit aux changements attendus dans les entreprises.

Les premières raisons avancées par les acteurs des entreprises pour expliquer ce déficit de mise en œuvre ont été de deux ordres. La première, d'ordre stratégique, souligne le manque d'implication et l'absence d'une ligne directrice claire de la part des directions générales sur le thème de « l'environnement produit » qui aurait permis de créer les conditions d'une intervention légitime dans les processus de conception. La deuxième, d'ordre technique, impute l'absence de changement en

conception à la faible compatibilité informatique entre les logiciels d'éco-conception et ceux de CAO. Ces deux explications nous semblent insuffisantes. En effet, comme nous le verrons plus loin le problème ne provient pas tant du manque d'implication de la direction ou de problèmes informatiques, que d'une représentation des processus de conception en décalage avec les pratiques réelles.

**Les limites des outils d'aide à la décision :
qu'est-ce qu'un processus de conception ?**

Un outil informatique d'éco-conception destiné à être intégré dans une organisation peut être considéré comme une technique managériale. Cette notion a été proposée par Hatchuel et Weil (1992) pour décrire des processus de rationalisation industrielle comme la mise en place du management scientifique, l'introduction d'outils de GPAO ou le développement de systèmes experts. Selon ces auteurs, une technique managériale est constituée de trois éléments qui doivent avoir une cohérence d'ensemble : un espace de progrès, un substrat technique et une représentation simplifiée de l'organisation. Les différents cas présentés

précédemment peuvent être interprétés selon ce schéma.

La philosophie managériale décrit les cibles de la rationalisation, l'espace de progrès considéré. Dans les premiers outils informatiques d'éco-conception, le but consiste à aider les concepteurs à sélectionner « rationnellement » les meilleurs « profils environnementaux sur le cycle de vie » parmi différentes solutions techniques en compétition, à l'aide d'une base de données environnementales contrôlée par un expert.

Le substrat technique regroupe les éléments de connaissance formalisée utilisés dans la technique managériale. Pour l'ingénieur, la connaissance est constituée d'inventaires du cycle de vie et d'autres attributs environnementaux des matériaux et procédés (substances dangereuses ou visées par la réglementation, etc.), et d'indicateurs sur la fin de vie (recyclabilité, etc.). Pour le designer, il s'agit de concepts illustrés par des expériences innovantes issues de l'industrie en général. Dans les expériences étudiées, ces éléments (inventaires, programmes de calcul, indicateurs) sont établis de manière rigoureuse, mais il s'agit de concepts et de savoirs construits préalablement, et donc séparément de l'activité

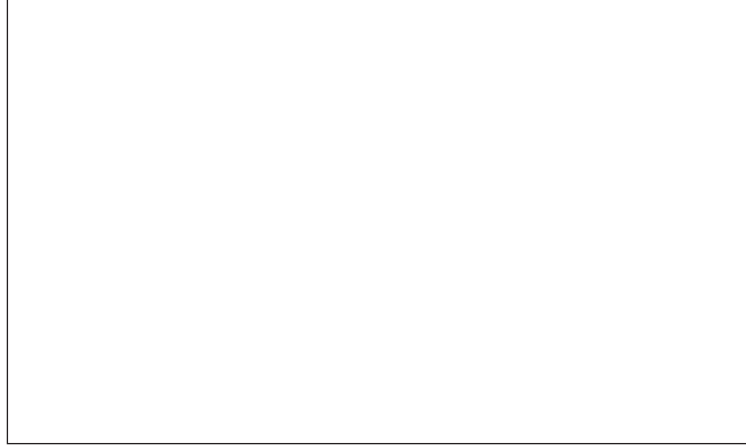
de conception de l'entreprise qui doit les recevoir. Ainsi, les données d'inventaire agrégées d'un matériau ou d'un composant apparaissent comme une « boîte noire ». Pour améliorer la performance d'un produit, les concepteurs seront donc davantage incités à changer de matériaux qu'à déclencher un projet d'amélioration en coopération avec des fournisseurs. Par ailleurs, ces savoirs sont simplifiés dans la mesure où ils n'incluent pas les « savoir combiner » des experts ingénieurs ou designers, qui permettraient la recherche itérative d'une certaine cohérence à l'aide d'arbitrages et de compromis. La représentation simplifiée de l'organisation utilisée dans cette première génération d'outils informatiques d'éco-conception est rudimentaire. Elle est en effet fondée sur une stricte division du travail entre l'expert environnement et le concepteur. L'expert doit préparer toutes les connaissances nécessaires à la prise de décision du concepteur et les lui envoyer par Intranet. Séparément dans l'organisation et séquentiellement dans le temps, le concepteur — qui n'est pas un expert environnement — doit utiliser ces informations pour déterminer les profils environnementaux des solutions techniques en compétition (ACV, recyclabilité,

substances dangereuses, etc.) et prendre une décision.

Une représentation implicite de la conception trop simplifiée

Cette approche, qui réduit l'éco-conception à l'intervention séparée et séquentielle de deux acteurs est également réductrice. C'est ce qu'ont montré différents travaux sur la conception qui mettent en avant six caractéristiques principales des processus de conception.

La première caractéristique a trait à la nature de l'activité de conception. Il s'agit non pas d'un processus décentralisé où chaque concepteur aurait une série limitée de tâches à effectuer, mais d'un processus d'exploration collectif qui intègre de nombreux acteurs allant du marketing à la production, en passant par la qualité, l'architecture, le design, les études, les fournisseurs voire les clients, etc. Ce processus collectif tend désormais à être structuré dans le cadre d'une gestion de projet incluant un planning et des jalons, un système d'objectifs, des tests de validation ainsi qu'une instance de pilotage dirigée par un chef ou un directeur de projet. L'intégration de l'environnement dans les processus de conception ne peut qu'élargir



Ziegler J.L. et F/BIOS

Le secteur automobile fait l'objet, depuis une dizaine d'années, de pressions réglementaires croissantes sur les produits : réglementations sur les émissions des véhicules, directive sur la valorisation des véhicules hors d'usage qui comporte également des mesures sur l'élimination et la traçabilité de certaines substances. Ce contexte a conduit les constructeurs à engager des actions très tôt sur ces thèmes.

ce collectif en y incluant des acteurs (ou des représentants) du cycle de vie : fabricants de matières premières, usagers ou bien filières de la fin de vie. Deuxièmement, l'activité de conception n'est pas assimilable à un problème de décision que pourrait conduire une personne unique à partir de connaissances identifiées dont on pourrait faire la liste *a priori*. Inversement, il ne s'agit pas non plus d'un processus de pure créativité informelle fondé uniquement sur l'intuition, comme pourrait le suggérer l'observation rapide de l'activité des designers. Il s'agit davantage d'un processus d'exploration orienté, au sein duquel les différents acteurs coopèrent en définissant leurs contraintes réciproques et en

explicitant leurs raisonnements respectifs. En d'autres termes, il s'agit d'inventer à chaque fois des compromis qui satisfassent différentes cibles fonctionnelles potentiellement contradictoires (prix, qualité, délais, style, sécurité, compatibilité avec les procédés existants ou maîtrisés par l'entreprise, environnement, etc.). Dans cette perspective, les processus de décision sont difficilement séparables de l'exploration de nouveaux concepts et de nouvelles solutions et des savoirs progressivement accumulés (Hatchuel et Weil, 2001). La troisième caractéristique porte sur la nature des relations entre l'expert environnement et les concepteurs. F. Aggeri et A. Hatchuel (1998)

ont montré, à partir d'une intervention sur le recyclage chez Renault, que la diffusion de spécifications environnementales complexes auprès des concepteurs pouvait n'avoir aucun effet si elle ne s'accompagnait pas d'une intervention active auprès des concepteurs d'un projet. D'une part, face à l'accumulation des contraintes à prendre en compte, les concepteurs font face à un engorgement qui fragilise leurs capacités d'apprentissage. D'autre part, l'intercompréhension des experts environnement et des concepteurs n'a rien d'évidente *a priori* dans la mesure où les prescriptions des premiers ne sont pas exprimées dans un langage intelligible par ces derniers. Ces deux raisons ont conduit le projet recyclage de Renault à proposer au directeur du projet Clio d'être le premier projet pilote sur lequel serait testée en grande nature, une instrumentation du recyclage. L'intervention s'est déroulée en deux temps : après avoir fait le tour des équipes de conception pour leur expliquer la nature des objectifs et des contraintes qu'ils devaient remplir, des solutions furent explorées en commun. Après cette phase de sensibilisation, des indicateurs de recyclabilité et des procédures de reporting furent mis au point et intégrés

dans le système de pilotage du projet afin d'introduire les incitations adéquates. Enfin, après hiérarchisation des problèmes à résoudre, de nouveaux compromis technico-économiques furent développés pour améliorer la démontabilité des pièces, réduire l'utilisation de substances dangereuses et standardiser les plastiques utilisés. Ce déploiement progressif se poursuit encore aujourd'hui par un enrichissement permanent des dispositifs, des indicateurs et des solutions utilisés.

La quatrième caractéristique souligne le fait que chaque projet de conception s'inscrit dans une trajectoire technologique particulière. Chaque entreprise développe des apprentissages spécifiques qui lui permettent de maîtriser de mieux en mieux certaines technologies, de diminuer les risques de défaillance et d'obtenir des gains de productivité. Ces dynamiques se traduisent concrètement par la spécialisation des compétences et des équipements dans les unités de production. Cette situation conduit à court terme à une flexibilité restreinte pour les entreprises. L'éco-conception ne peut donc se penser comme une pratique complètement flexible dans laquelle les équipes projets pourraient librement choisir tous les

types de matériaux, de composants ou de procédés.

La cinquième caractéristique de la conception a trait au nombre et à la taille des projets de développement qui peuvent varier fortement d'un secteur industriel à l'autre. Au-delà d'un certain nombre de projets, si chaque équipe travaille séparément pour développer des solutions plus écologiques, nécessitant par ailleurs des apprentissages complexes sur le cycle de vie, des risques de redondance, de surcoûts liés à une diversité non souhaitée, voire d'abandon par manque de moyen peuvent survenir. Il est par conséquent souhaitable de déployer l'éco-conception, selon une logique transversale s'appuyant sur une gestion multi-projets (voir Cusumano and Nobeoka, 1998) et une capitalisation des connaissances.

Enfin, la sixième caractéristique est relative au rapport entre la stratégie et la conception. Loin d'être un rapport de subordination — la stratégie dictant à la conception les valeurs et les concepts qu'elle doit explorer —, il s'agit davantage d'un rapport interactif. En effet, c'est au cours du processus de conception, jalonné d'épreuves de validation, que s'éprouvent et se redéfinissent les concepts produits et les outils imaginés par

la direction générale ou les experts. C'est au cours de cette exploration collective, qui réserve inévitablement des surprises, qu'apparaîtront les limites de tel concept (la voiture électrique par exemple), qu'émergeront de nouvelles idées (la planche de bord monomatériaux par exemple) et que s'appréciera le bien-fondé de nouvelles normes pour les politiques publiques (le calcul d'un indicateur de recyclabilité par exemple). En d'autres termes, l'éco-conception n'est donc pas seulement une affaire de mise en œuvre, mais elle invite à opérer un retour sur la stratégie d'entreprise pour en préciser le contenu.

**Des outils d'aide
à la décision aux approches
de la conception : vers
une approche managériale
de l'éco-conception**

Certaines expériences récentes s'éloignent du paradigme de la décision pour s'inscrire dans l'approche de la conception que nous venons d'esquisser. Nous évoquerons ici deux expériences que nous étudions actuellement.

Dans les entreprises ayant un rythme d'innovation rapide et de multiples projets en parallèle, il est essentiel d'accélérer

les processus d'éco-conception, c'est-à-dire d'éviter d'avoir à réaliser à chaque fois des diagnostics complets et de pouvoir rebondir sur des expériences conduites par les autres. Le problème porte alors moins sur la réalisation de diagnostics environnementaux — les points à améliorer étant rapidement identifiés — que sur la production de nouveaux compromis technico-économiques innovants. Dans cette perspective la capitalisation des connaissances devient centrale. Celle-ci ne s'arrête pas au recueil après coup des connaissances obtenues çà et là, mais vise au contraire à intensifier les apprentissages croisés entre les projets et les métiers pour identifier le plus tôt possible les points durs et organiser en conséquence la production de nouvelles connaissances par le déclenchement de projets *ad hoc*.

La diffusion auprès des concepteurs de méthodologies et de connaissances relatives à l'éco-conception s'effectue traditionnellement soit par des sessions de formation assez théoriques, soit par la diffusion d'outils (cahiers de préconisation et outils d'aide à la décision) qu'ils doivent s'approprier de façon autonome. Nous avons montré les limites d'une telle approche où les concepteurs ne sont pas en

situation d'action, ce qui limite considérablement leurs possibilités d'apprentissage. Nous avons souligné, à travers l'exemple de Renault, l'intérêt d'une intervention directe des experts environnementaux dans les projets afin de favoriser ces apprentissages collectifs. Néanmoins, une telle approche a, elle aussi, ses limites : le temps et les ressources nécessaires font qu'il faudrait pratiquement autant d'experts en matière d'environnement que de projets dans l'entreprise. Or, ce qui est acceptable pour de grandes entreprises gérant un petit nombre de projets, ne l'est plus pour des entreprises où le portefeuille de projets devient trop important. Partant de ce constat, des équipementiers de l'industrie automobile, réunis au sein du projet Edit animé par la fédération de la plasturgie, expérimentent actuellement un nouveau dispositif d'apprentissage fondé sur le principe d'un jeu d'éco-conception où il s'agit de simuler la conception d'un produit spécifique à chaque entreprise intégrant, à partir d'un cahier des charges simplifié et à côté d'exigences traditionnelles, un certain nombre de spécifications environnementales. Ce dispositif original permet, dans un temps très court, d'organiser la confrontation des experts environne-

ment et de concepteurs, de comprendre les spécificités des contraintes environnementales, de s'approprier les outils à manipuler, d'identifier certains points durs et d'imaginer de nouveaux compromis technico-économiques.

Conclusion

Au cours de ce parcours, nous avons montré comment a pu naître le concept de cycle de vie du produit comme nouvelle technique de visibilité. Ce concept a permis à l'ingénieur et au designer de développer, à la fin des années 1980, des nouvelles connaissances formalisées, principalement sous la forme de techniques de diagnostic environnemental. Depuis la fin des années 1990, le cycle de vie fournit également un cadre d'action et conduit à de nouvelles pratiques managériales dans les entreprises.

Dans les exemples que nous avons développés, nous avons analysé l'éco-conception comme l'intégration simultanée de nouvelles expertises et de nouveaux critères de performance en matière d'environnement dans un processus de conception — défini par un ensemble de contraintes et de critères de performance — au cours duquel les participants

doivent rechercher, à travers des apprentissages croisés, des compromis répondant aux différentes exigences du cahier des charges du produit. Dans cette perspective, l'éco-conception ne se réduit pas un simple « problème de décision » entre des alternatives techniques déjà disponibles et par rapport à des cibles externes données d'avance, mais implique des processus d'exploration et d'apprentissages collectifs sur le cycle de vie requérant des dispositifs de pilotage spécifiques.

Cette définition assez générique ne doit pas occulter ce qui constitue, de notre point de vue, les trois spécificités de l'éco-conception. Tout d'abord, le raisonnement sur l'ensemble du cycle de vie du produit conduit à des questions inédites depuis l'irruption de problèmes de coordination intertemporels, avec l'incertitude qui en découle, jusqu'à l'émergence de nouveaux espaces de compétition et de coopération entre les entreprises. En particulier, la coordination intertemporelle pose la question de la récursivité des raisonnements de conception. Ainsi, l'existence de filières de valorisation des déchets dépend-elle étroitement de la conception des produits, qui elle-même doit intégrer des préconisations sur le choix des filières pérennes pour le traite-

ment de ces produits en fin de vie. De même, l'effort à conduire pour réduire la contribution à l'effet de serre d'une automobile dépend-il du niveau de concentration en gaz à effet de serre qui, lui-même dépend des actions qui auront été menées d'ici là pour le stabiliser. Deuxièmement, à l'instar de la sécurité, les objectifs environnementaux pour un produit ne sont pas toujours facilement décentralisables par sous-systèmes. Ainsi, on ne pourra pas calculer un indicateur pour l'effet de serre ou un indicateur de recyclabilité au niveau d'un composant d'un véhicule compte tenu des interdépendances entre ces composants. Troisièmement, la qualité environnementale d'un produit (son bilan sur l'effet de serre, sa recyclabilité) est généralement invérifiable par le consommateur, ce qui justifie le recours à des écolabels ou à des normes pour garantir cette qualité.

La prise en compte de ces différentes caractéristiques nous semble importante à intégrer dans le débat sur la Politique intégrée des produits (PIP). En effet, dès lors que l'on s'intéresse aux objets et au contenu de l'éco-conception, le parallèle entre l'approche produit et l'approche site, que suggère la notion de POEMS, est assez peu pertinent : l'enjeu n'est pas tant de déployer des outils

et des procédures d'assurance qualité qui ont de bonnes chances d'être sans effet car universels et désincarnés, que de conduire des processus d'exploration et d'apprentissages collectifs, dont nous avons montré les difficultés et les exigences. L'adoption de mesures incitatives ne peut qu'être favorable au déploiement de démarches d'éco-conception, cependant elles ne règlent pas pour autant la question du « comment », c'est-à-dire des formes et des principes d'un management de l'éco-conception. Cette dernière question renvoie d'ailleurs, nous semble-t-il, à l'organisation de clubs d'échanges entre industriels, à la mise en œuvre de dispositifs de capitalisation fondés sur des retours d'expérience critiques, que pourraient encourager les pouvoirs publics.

Notes

(1) Voir Lascoumes, 1994, Reverdy, 1998.

(2) Voir A. Strebelle, 2000, et C. London, 2001.

(2) La DG Entreprise de la Commission européenne a pris une initiative dans ce sens, en proposant en 2000 un projet de directive nouvelle approche sur l'éco-conception des équipements électriques et élec-

troniques, la « directive EEE ». Tous les produits de ce secteur mis sur le marché seront présumés éco-conçus (c'est-à-dire remplir les exigences essentielles d'éco-conception définies dans la directive). Les autorités pourront procéder à des contrôles de conformité, et les industriels auront trois modes de preuve possibles : soit présenter le certificat d'écolabel du produit (écolabel de type I), soit présenter des dossiers d'éco-conception du produit (étude analyse de cycle de vie, application des lignes directrices d'éco-conception selon les normes définies par le CEN), soit démontrer le bon fonctionnement d'un POEMS. Cette proposition a reçu un accueil favorable de la part des industriels qui sont attachés à l'idée de progrès continu à un rythme autonome.

(4) Lascoumes P., *L'éco-pouvoir*, 1994, chapitre 4.

(5) Torny D. (1999), Foucault M. (1976).

(6) Depuis le décret-loi du 15 octobre 1810 jusqu'à la loi sur les Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) de juillet 1976 qui constitue la référence légale pour les études d'impact aujourd'hui en France. Voir Lascoumes P., *L'éco-pouvoir*, 1994, chapitre 4.

(7) Depuis la loi sur l'eau de 1964 en France qui a conduit à la création des Agences de bassin.

(8) L'utilisation du concept de cycle de vie n'est pas spécifique au produit. Il a été également formalisé et éprouvé à travers les expériences et les réflexions autour de l'écologie industrielle dont l'idée est de transposer le concept d'écosystème à un ensemble d'activités industrielles en symbiose sur un territoire (voir, S.Erkman, 2001).

(9) A la suite des premières batailles de marketing vert sur des produits de grande consommation à la fin des années 1980, avec par exemple le cas des couches culotte jetables contre les couches lavables, relaté par Blouet et Rivoire (1995).

(10) Voir Blouet et Rivoire (1995), Hunt et Franklin (1996).

(11) Une étude de l'*Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung* recensait plus de 600 études ACV réalisées entre 1990 et 1996 en Allemagne, Italie, Suède et Suisse.

(12) Society of Environmental Toxicology and Chemistry.

(13) Ces informations sont fournies par des groupes d'experts. Pour l'effet de serre il s'agit du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC).

(14) Par exemple, les données du GIEC utilisées dans l'ACV considèrent qu'un g de CH₄ contribue 24 fois plus à l'indicateur d'effet de serre (à 100 ans) qu'un gramme de CO₂. Si l'inventaire du cycle de vie d'une solution donne 3 kg de CO₂ et 100g de CH₄, l'indicateur effet de serre (à 100 ans) sera alors le suivant : ES = 3x1 + 0,1x24 = 5,4 équivalent kg CO₂.

(15) Voir dans le manuel UNEP (1997) : « The Ecodesign Check-list » (pp 77-78) et « Ecodesign strategies » (pp 139-162). Voir également l'ouvrage Conception de produits et environnement de l'Ademe (1999).

(16) Voir Manzini et Jegou (2000) et Vezzoli (1999).

(17) Voir par exemple le classement international des firmes les plus « durables » du Dow Jones Sustainability Index (DJSI) réalisé par la société d'analystes financiers SAM (Sustainable Asset Management). L'existence de pratique d'éco-conception dans les entreprises évaluées constitue un des critères de classement.

(18) L'exemple le plus célèbre d'un tel processus est celui de la négociation du protocole de Montréal sur la protection de la couche d'ozone. L'agence américaine de l'environnement (l'EPA) organisa une course à l'innovation en annonçant que, dès qu'une entreprise démontrerait qu'elle avait trouvé des substituts aux CFC, une réglementation serait prise. Ce qui fut effectivement le cas après l'annonce de Du Pont de Nemours (voir L. Gabel, 1995).

(19) Une piste, consistant à simplifier le diagnostic ACV, est proposée en France avec la méthode ESQCV (voir l'article de J.P. Ventère (2000)). Une autre piste, plus controversée, suivie aux Pays-Bas consiste à réduire l'ensemble des indicateurs environnementaux dans une note unique (voir le projet Eco-indicateurs aux Pays-Bas).

(20) Les entreprises qui ont mis en place ce type d'outils sont souvent des firmes multinationales ayant des centres de développement dans plusieurs pays. L'expert environnement ne connaît donc pas forcément les conditions d'utilisation de ces données environnementales.

Bibliographie

- Ademe (Agence française de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie), *Conception de produits et environnement. 90 exemples d'éco-conception*, Paris, 1999.
- Ademe, *Analyse du cycle de vie des caisses en bois, carton ondulé et plastique pour pommes*, Octobre 2000.
- Aggeri F., « *Les politiques d'environnement comme politiques de l'innovation* », *Gérer et Comprendre*, Annales des Mines, Paris, Juin 2000.
- Aggeri F. et Hatchuel A., « *Les instruments de l'apprentissage. Construction et diffusion d'une expertise recyclage dans la conception automobile* », in Moisdon J.-C., *Du mode d'existence des outils de gestion*, Seli Arslan, Paris, 1998.
- Blouet A. et Rivoire E., *L'écobilan. Les produits et leurs impacts sur l'environnement*, Dunod, Paris, 1995.
- Commission européenne, *Livre vert sur la Politique Intégrée des Produits (PIP)*, 2001.
- Cusumano M.A. and Nobeoka K., *Le management multi-projets. Optimiser le développement de produits*, Dunod, Paris 1999.
- Drabbe N. (Ed.), *Journal accompagnant l'exposition « re(f)use. Le design d'aujourd'hui pour l'environnement de demain »*, du 22 septembre-22 octobre 2000 à Institut néerlandais de Paris, et la conférence associée « *Will eco-design survive ?* » du 22 septembre 2000 à l'Unesco à Paris.
- Domus n° 789, Numéro thématique « *Progettare la sostenibilità. Designing sustainability* », *Revue internationale d'architecture, de design, d'art et de communication*, Milan, Janvier 1997.
- Dubuisson S. et Hennion A., *Le design : l'objet dans l'usage. La relation objet-usager dans le travail de trois agences*, Les presses de l'Ecole des Mines, Paris, 1996.
- EPA (United States Environmental Protection Agency), *Life Cycle Design Guidance Manual. Environmental Requirements and The Product System*, Washington, Janvier 1993.
- Erkman S., *Vers une écologie industrielle*, Editions Charles Léopold Mayer, Paris, 1998.
- Gabel L.H., « *Environmental management as a competitive strategy : the case of CFCs* », 1995.
- Hatchuel A., « *Apprentissages collectifs et activités de conception* », *Revue Française de Gestion*, Juin - Juillet - Août 1994.
- Hatchuel A., « *Prospective et gouvernance : quelle théorie de l'action collective ?* », in Heurgon E. et Landrieu J., *Prospective pour une gouvernance démocratique. Colloque de Cerisy*, Editions de l'Aube, 2000.
- Hatchuel A. et Weil B., *L'expert et le système*, Economica, 1992.
- Hunt R.G. and Franklin W.E., « *LCA-How it came about ? Personal Reflections on the Origin and the Development of the LCA in the USA* », in *International Journal of LCA* vol. 1 (1), pp 4-7, 1996.
- ISO (International Standard Organisation), *Série des Normes Iso 14040 portant sur l'Analyse de cycle de vie*.
- Lascoumes P., *L'éco-pouvoir*, La Découverte, 1994.
- London C., *La Politique Intégrée des Produits*, Responsabilité et Environnement, 2001.
- Manzini E. et Jegou F., *The construction of Design Orienting Scenario. Final Report, The SusHouse project (Strategies towards the Sustainable Household. Site internet)*, 2000.
- McKeown Philip J. et Laurent D., « *Implementation of a web-based LCM solution in Unilever* », in *LCM 2001 Conference Abstract book*, pp 333-335, Copenhagen, 27-29 août 2001.
- Nadaï A., « *Les conditions de développement d'un écolabel de produit* », *Responsabilité et Environnement*, Annales des Mines, Juillet 1997.
- Papanek V., *Design pour un monde réel*, Mercure de France, Paris, 1974.
- Reverdy, T. (2001), « *L'invention du management environnemental* », *Gérer et Comprendre*, Annales des Mines, mars, n° 63, pp 31 à 42.
- A. Strebelle, *La politique intégrée des produits. Historique et état des lieux*, Responsabilité et Environnement, Annales des Mines, juillet 2000.
- Torny D., « *La traçabilité comme technique de gouvernement des hommes et des choses* », *Les Cahiers de la Sécurité intérieure*, 38, 4^e trimestre 1999, pp 157-183.
- UNEP (Programme des Nations Unies pour l'Environnement), *Ecodesign. A promising approach to sustainable production and consumption*, 1997.
- Ventère J.-P., « *L'éco-conception : une démarche préventive* », *Responsabilité et environnement*, Annales des Mines, Octobre 2000.
- Vezzoli C., « *Design orienting scenario and system innovation for sustainable clothing care* », *The SusHouse project, 8th Greening of Industry Conference*, 1999.