

Analyse de cycle de vie et éco-conception : les clés d'une chimie nouvelle

Les processus d'innovation de l'industrie (et en particulier de l'industrie chimique) sont aujourd'hui en mutation. Ils doivent désormais intégrer l'éco-conception du produit ou du procédé. Dans cette approche, l'ACV (Analyse de Cycle de Vie), outil jusqu'à maintenant utilisé pour identifier les impacts environnementaux, ne suffit plus. Il faut désormais un nouvel outil, intégré au processus d'innovation, un outil de pilotage de l'éco-conception qui soit utilisable par les PME.

par **Sylvain CAILLOL***

LA CHIMIE MOBILISÉE FACE À DES BOULEVERSEMENTS

Notre société a pris conscience tout récemment – à l'échelle de l'humanité – qu'elle hypothéquait son avenir collectif pour satisfaire son appétit de richesses individuelles. Tant que nous n'étions que quelques centaines de millions d'habitants sur Terre à nous partager la majorité des richesses (et à générer, par voie de conséquence, la majeure partie des pollutions anthropiques), l'équilibre – critiquable, certes – se maintenait – les lois de Pareto sont ainsi faites. Mais avec l'arrivée dans les dernières années de près de trois milliards d'individus (Indiens, Chinois...) qui prétendent – fort justement – à un niveau de consommation élevée, la communauté internationale en appelle au développement durable pour permettre d'instaurer un nouvel équilibre, durable celui-là. En effet, quel sens cela a-t-il, de compter en nombre de « Terres » nécessaires dans l'avenir pour répondre aux niveaux de consommation actuels ? Si

tous les habitants de la Planète avaient le même niveau de consommation que les Occidentaux, il nous faudrait donc disposer de trois Terres ? De cinq Terres ? Davantage ? Alors que nous faisons, depuis très récemment le constat que nous ne « disposons » même pas de l'unique Terre qui nous porte.

Les leçons de l'Île de Pâques

La dramatique histoire du peuple Pascuan est aujourd'hui plus que jamais d'actualité. Colonisée initialement par une petite trentaine de Polynésiens, l'Île de Pâques connut une population de plus de sept mille habitants à l'apogée de sa civilisation, dans les années

* PhD – Chef de Projet CNRS Environnement et Développement Durable
Délégué Général de la Chaire de Chimie Nouvelle pour un Développement Durable – ChemSuD
Chef de Projet Fédération Française pour les Sciences de la Chimie – FFC
Sylvain.caillol@enscm.fr

1500. Les Pascuans tiraient des arbres de leurs forêts la majeure partie de leurs ressources : énergie (chauffage et cuisine), construction (habitations et bateaux), armes et filets pour la chasse et la pêche, amendement organique pour l'agriculture. L'essor de la population les conduisit à réduire les surfaces forestières pour les convertir en lieux d'habitation et en sols cultivables. L'arbre est certes une ressource renouvelable, mais l'échelle de temps n'est pas négligeable... En quelques décennies, l'accroissement des cultures agricoles appauvrit la terre, la réduction de la surface forestière conduisit à l'érosion des sols, la ressource forestière se raréfia. Par ailleurs,

sur la vie quotidienne de la population. Ainsi la pénurie d'arbres contraignit bien des gens à ne plus construire des maisons en planches mais à vivre dans des grottes et, quand environ un siècle plus tard le bois finit par manquer totalement, tout le monde dut se rabattre sur des habitations troglodytes creusées au flanc des collines ou de frêles huttes en roseaux taillés dans la végétation qui poussait en bordure des lacs de cratère. Plus question de bâtir des canoës : les embarcations en roseau ne permettaient pas d'entreprendre de longs voyages. La pêche devint aussi plus difficile car le bois de mûrier avec lequel on fabriquait les filets n'existait



© Daniel Frasnay/AKG-images

Ile de Pâques – Statues monolithiques.

nombre d'arbres furent coupés pour ériger les quelque six-cents colosses de pierre qui devinrent les témoins de l'extinction de cette civilisation.

En effet, la pénurie d'arbres se poursuivit jusqu'à la disparition complète de cette ressource. L'impact social et culturel du déboisement fut très important. L'impossibilité d'ériger de nouvelles statues dut avoir un effet dévastateur sur les systèmes de croyances et d'organisation sociale et remettre en question les fondations-mêmes sur lesquelles s'était édifiée cette société complexe. Mais la déforestation de l'île ne sonna pas seulement le glas de toute vie sociale ou religieuse un peu élaborée : elle eut également des effets dramatiques

plus. La disparition de la couverture boisée appauvrit encore le sol de l'île, qui souffrait déjà d'un manque d'engrais animaux convenables pour remplacer les éléments nutritifs absorbés par les cultures. L'exposition accrue aux intempéries aggrava l'érosion et fit rapidement chuter le rendement des cultures. Les poulets devinrent la principale source de ravitaillement. A mesure que leur nombre augmentait, il fallut les protéger du vol. Mais ils ne pouvaient suffire à faire vivre sept mille habitants, et la population déclina rapidement. A partir de 1600, la société décadente de l'Île de Pâques régressa vers un niveau de vie toujours plus primitif. Privés d'arbres et donc de canoës, les insulaires se

retrouvaient prisonniers, à des milliers de kilomètres de leur patrie natale, incapables d'échapper aux conséquences de la débâcle de leur environnement, dont ils étaient eux-mêmes responsables.

Ainsi, quand l'amiral hollandais Roggeveen débarqua sur cette île – le premier Européen à y poser le pied le dimanche de Pâques 1722 –, il découvrit une société primitive de quelque trois mille individus qui vivaient dans de misérables huttes de roseau ou dans des grottes, en état de guerre quasi permanent et contraints de pratiquer le cannibalisme pour améliorer les maigres ressources alimentaires disponibles.

Cet exemple historique nous permet d'insister sur l'importance de l'utilisation raisonnée de nos ressources, quelles qu'elles soient, dans la mesure où la notion de capacité de renouvellement de toute ressource est intimement assujettie à la vitesse de sa consommation.

Les nouvelles contraintes qui pèsent sur la chimie

Actuellement, notre société est fondée sur l'utilisation quasi exclusive de ressources fossiles, en particulier pour son approvisionnement énergétique. La question n'est pas de savoir s'il y aura un pic de production, mais plutôt *quand* celui-ci aura lieu. En effet, pratiquement tous les experts s'accordent sur la quantité et la durée de nos réserves globales en pétrole, charbon, gaz... en fonction de notre vitesse de consommation actuelle. Ainsi, à la fin de ce siècle, nous aurons épuisé la totalité des réserves terrestres que la nature a mis des millions d'années à constituer. Or, cette exploitation de ressources énergétiques fossiles – de carbone fossile – s'accompagne d'un transfert de matière, d'un transfert de carbone, qui par oxydation (la combustion) se retrouve sous forme de CO₂ dans notre atmosphère, s'accumule et contribue à l'élévation de la concentration des fameux gaz à effet de serre, responsables de l'élévation des températures moyennes à la surface du globe.

De même, la pollution atmosphérique et le volume de nos déchets (industriels et ménagers) continuent d'augmenter, à l'échelle planétaire. Enfin, la population mondiale, forte de 6 milliards d'individus, poursuit sa révolution démographique : les prospectives de l'Unesco montrent qu'elle atteindra 8 milliards d'ici 30 ans, 9 milliards d'ici 40 ans, avec deux-tiers d'urbains (pour seulement un tiers aujourd'hui). Cela signifie qu'entre 2000 et 2050, la population des habitants des villes de la Terre aura doublé. Avec des besoins énergétiques qui vont, eux aussi, s'accroître considérablement. Que l'on pense simplement à l'évolution depuis les années 50 : la population globale a doublé en cinquante ans et ses besoins énergétiques ont quadruplé ! Les estimations de l'AIE laissent ainsi envisager plusieurs *scenarii* inquiétants à l'horizon 2050 : d'un doublement à un triplement de la consommation énergétique !

Ces questions s'érigent comme autant de contraintes qui pèsent sur l'industrie. Et à travers ces contraintes, l'industrie et en particulier l'industrie chimique subit une révolution, elle doit ainsi faire face à :

- l'augmentation des prix des matières premières issues du pétrole ainsi qu'à l'anticipation de l'épuisement de ces ressources. Ce phénomène complexe est notamment relié à la demande élevée de matières premières associée au fort développement industriel de la Chine et de l'Inde et à la raréfaction des réserves de pétrole et de gaz naturel ;
- une obligation de réduction drastique des émissions polluantes des procédés chimiques et en particulier de la libération des gaz à effet de serre (CO₂, NOx...);
- Une pression réglementaire forte concernant l'utilisation des matières premières, des intermédiaires de synthèses et des produits de l'industrie chimiques, avec le règlement REACH en phase d'enregistrement, mais également avec plusieurs directives européennes concernant la fin de vie des matériaux (directives VHU [véhicules hors d'usage], DEEE [déchets d'équipements électriques et électroniques], COV [vernis, peintures et produits de retouche de véhicules], etc.).

Ainsi, couvrir les besoins de l'humanité (nourriture, énergie, soins...) en respectant notre environnement est le challenge qui nous attend et que la chimie va devoir relever dans les années futures. La chimie a déjà réussi à remporter des batailles au siècle dernier – lutter contre les épidémies, augmenter la productivité agricole, agroalimentaire et industrielle pour répondre aux besoins croissants en nourriture et en biens de consommation... Aujourd'hui, la demande est différente, mais **c'est encore la chimie qui détient les clefs du développement durable.**

L'ÉCO-CONCEPTION AU SERVICE DE LA CHIMIE – QUELQUES RAPPELS ET PRÉCISIONS

Les productions de biens et de services sont désormais sous contrainte. Il ne va donc plus suffire de répondre à un cahier des charges par une voie technique dans le respect des coûts impartis, il va falloir dorénavant intégrer le respect de l'homme et de l'environnement, limiter les impacts environnementaux. Or, la prise en compte de tous les impacts environnementaux au cours du processus de fabrication, et pas seulement l'empreinte carbone ou les émissions de CO₂, revient à intégrer l'éco-conception aux processus d'innovation. C'est ainsi que le processus d'innovation subit, lui aussi, d'importantes mutations. On n'attend plus simplement de lui une réponse rapide, mais on se donne le temps de la réflexion pour apporter une réponse exhaustive concernant l'environnement, une réponse éco-conçue.

L'éco-conception est ainsi une démarche globale centrée sur le produit. Dans son principe, elle consiste à prendre en compte les critères environnementaux et humains, dès la phase de conception d'un produit. Ces

critères concernent généralement l'ensemble des phases du cycle de vie du produit, à savoir sa production, sa distribution, son utilisation et sa fin de vie.

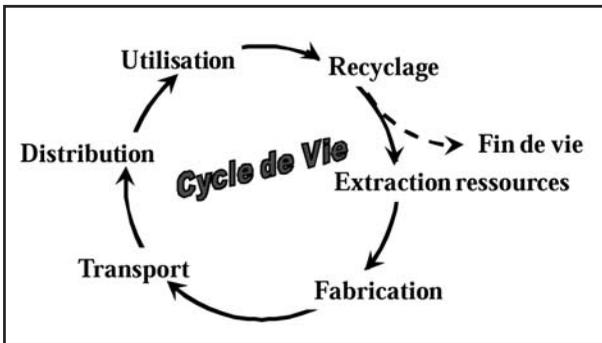


Figure 1 : Le cycle de vie.

Cette démarche est préventive et elle permet d'identifier à la source les impacts sur l'environnement, en vue de pouvoir les réduire. Ce concept s'appuie pour cela sur un outil puissant : l'Analyse de Cycle de Vie – ACV.

L'ACV : L'OUTIL DE L'ÉCOCONCEPTION

L'analyse du cycle de vie s'articule autour de quatre phases :

- Définition des objectifs et du cadre de l'analyse de cycle de vie ;
- Inventaire du cycle de vie ;
- Évaluation de l'impact du cycle de vie ;
- Interprétation du cycle de vie.

Définition des objectifs et cadre de l'analyse de cycle de vie

La définition des objectifs de l'analyse de cycle de vie fait l'objet d'un document de référence, qui est mis à jour à chaque étape de l'analyse de cycle de vie. En général, les études d'analyse de cycle de vie sont effectuées pour répondre à des questions spécifiques. Elles peuvent être réalisées pour répondre à des questions différentes. Pour définir les objectifs de l'étude, on doit définir les impacts potentiels, en relation avec le projet proposé. Pour cela, on peut s'appuyer sur une liste de références environnementales. Dans un deuxième temps, l'analyse de cette liste permettra d'éliminer les catégories d'impacts non nécessaires, de ranger les catégories ayant des impacts insignifiants à un faible niveau d'analyse, et d'identifier les impacts critiques.

Inventaire du cycle de vie

Cette phase est celle qui, au niveau méthodologique, a été la plus développée. Elle a bénéficié des

méthodes issues des bilans matières premières/énergie des années 1970. La définition de l'analyse de l'inventaire du cycle de vie selon la normalisation internationale est la suivante : « Phase de l'analyse de cycle de vie impliquant la compilation et la quantification des entrants et des sortants pour un système de produits donné au cours de son cycle de vie ». L'inventaire est la base objective de l'ACV, parce qu'il est constitué de processus élémentaires qui obéissent aux lois physiques de conservation de la masse et de l'énergie. Ce type d'inventaire n'est cependant pas absolu. En effet, cette démarche implique une phase de collecte de données liée à la réalisation d'hypothèses de travail. Les données peuvent, en effet, être collectées sur les sites de production, mais aussi auprès de données globales de syndicats professionnels ou d'organismes.

Il s'agit ici de recueillir les données ou de rassembler les données existantes, et de faire les calculs selon un déroulement précis : diagramme des flux, description de chaque processus élémentaire, recueil et validation des données. Les données quantitatives d'entrée et de sortie de chaque processus élémentaire, calculées par rapport au flux de référence, sont mises en rapport avec l'unité fonctionnelle.

Évaluation de l'impact du cycle de vie

La phase d'évaluation des impacts consiste à expliciter et interpréter les résultats obtenus au cours de l'inventaire, en termes d'impacts sur l'environnement, sous une forme suffisamment synthétique pour être compréhensible par un non-spécialiste. Cette phase doit permettre de préparer la communication des éléments relatifs à l'impact environnemental du produit. Elle est particulièrement sensible.

Les deux phases précédentes sont celles qui sont le plus liées à la chimie, tout le processus de fabrication étant décomposé en bilan matière et bilan énergétique et analysé en intrants primaires : pétrole, gaz, électricité... A chacune des étapes de ce processus, les sous-produits, les effluents... sont identifiés et leur devenir est évalué en termes de pollution éventuelle, directe ou indirecte.

Interprétation du cycle de vie

Les deux phases précédentes – inventaire et évaluation des impacts – représentent le domaine d'expertise de l'analyse de cycle de vie. En effet, l'approche y est technique et les données y sont nombreuses. Dans la phase d'interprétation de l'analyse de cycle de vie, c'est l'utilisateur, le responsable, le décideur qui vont utiliser les résultats de l'analyse d'impacts, afin de dégager les principales actions qui devront intégrer la prise en considération des autres dimensions

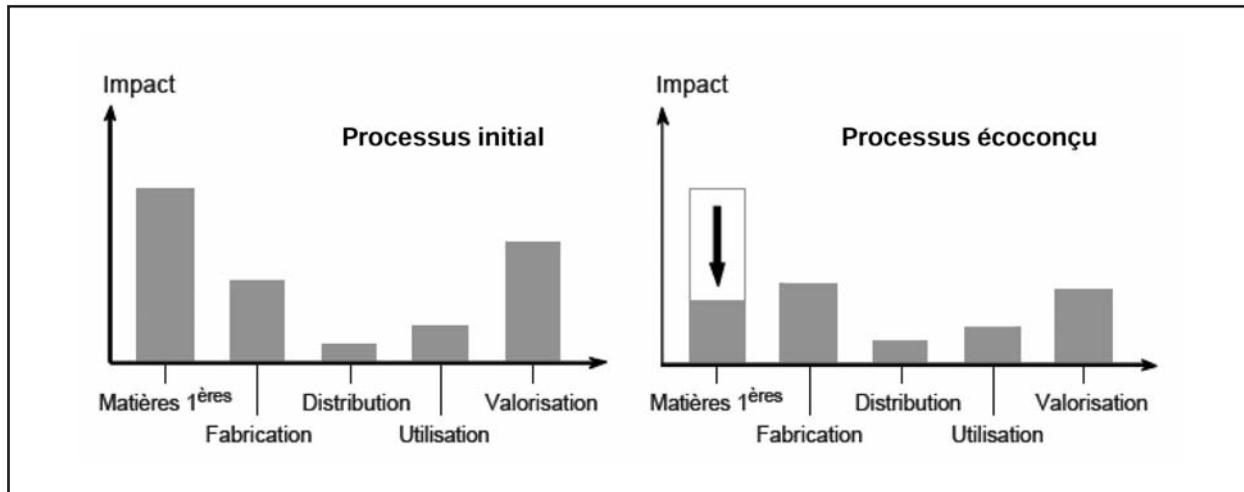


Figure 2 : Limitation des impacts environnementaux par l'éco-conception.

(recherche et développement, marketing, production, service financier, etc.). La phase essentielle de la phase d'interprétation est celle de la rédaction du rapport qui doit contenir les éléments principaux de l'analyse de cycle de vie : rappel du contexte et des objectifs de l'analyse de cycle de vie, définition argumentée de l'unité fonctionnelle choisie, méthodologie de l'analyse de cycle de vie, sources et bases documentaires utilisées et leurs limites, difficultés techniques, méthodologiques et scientifiques rencontrées. La recherche des améliorations est la composante de l'analyse de cycle de vie dans laquelle les options pour réduire les impacts environnementaux du système sont identifiées et évaluées. Cette étape comprend l'identification, l'évaluation et la sélection des options pour l'amélioration de la charge environnementale des produits ou des procédés.

Tout ce processus d'analyse de cycle de vie est régi par un ensemble de normes iso. La norme iso 14040 cadre la définition de l'étude et du champ de l'étude. La norme iso 14041 cadre l'analyse de l'inventaire. Les normes iso 14042 et 14043 fixent, respectivement, les exigences liées à l'évaluation des impacts et à l'interprétation. Quant à la norme iso 14044, elle détermine les exigences et les lignes directrices de l'étude.

Actuellement, les analyses de cycle de vie sont le plus souvent utilisées pour répondre à certains besoins comme l'analyse des performances environnementales d'un procédé industriel, l'argumentaire publicitaire environnemental, la comparaison des impacts environnementaux de deux produits (ou plus), le calcul de bilans environnementaux.

Par ailleurs, les caractéristiques initiales du produit déterminent en général les possibilités de valorisation en fin de vie. Enfin, cette démarche présente un intérêt stratégique, en termes de communication. En effet, les résultats obtenus au cours de ce type d'approche peuvent être communiqués aux clients et apporter un avantage concurrentiel, qui permet de différencier le produit des produits concurrents.

LES LIMITES DES OUTILS DE L'ÉCO-CONCEPTION

L'Analyse de Cycle de Vie est donc un outil d'aide à l'éco-conception. Cet outil peut s'avérer très puissant, mais il présente également des limites, en particulier du fait de la complexité de sa mise en œuvre. En effet, le recours à des logiciels d'experts et à des bases de données souvent coûteuses réduit son utilisation à quelques multinationales et circonscrit son apport à l'analyse de produits et procédés déjà existants.

Par ailleurs, si l'ACV permet l'identification au cours d'un processus donné des étapes générant les impacts environnementaux les plus élevés – par exemple les étapes d'extraction des matières premières – l'ACV donne une vision *a posteriori*, mais elle n'intervient pas au cours du processus d'innovation. L'ACV est en effet une étude réalisée sur un produit déjà industrialisé ou commercialisé et elle permet d'identifier les étapes ayant le plus d'impact sur l'environnement au cours de la fabrication de ce produit. L'objectif d'un processus éco-conçu est d'apporter, dans une deuxième phase, des solutions afin de réduire les impacts les plus importants au cours des étapes précédemment identifiées. L'innovation naît ainsi de la recherche de solutions lors de la deuxième génération, ou de l'amélioration du procédé de fabrication du produit (cf. figure 2).

C'est pourquoi l'objectif premier de ces analyses de cycles de vie est plutôt la compilation de données, la réalisation d'un bilan environnemental, la production de résultats en vue de la communication sur la fabrication d'un produit, mais pas l'aide à l'éco-conception. Cela tient en particulier au fait que l'outil ACV n'est pas adapté pour orienter la conception d'un produit, mais plutôt pour évaluer son impact final.

Ainsi, ce processus d'analyse de cycle de vie est réalisé *a posteriori* sur un produit ou un procédé existant et il permet d'analyser les impacts environnementaux de ce produit ou de ce procédé. Les résultats de cette ACV mettent donc en évidence les étapes qui ont le plus d'impact sur l'environnement. Ce sont ces étapes sur

lesquelles il faudra dès lors travailler pour réduire l'impact environnemental, mais ce, uniquement lors d'une phase d'amélioration du produit ou lors de la phase de conception de la « deuxième génération » de ce produit. En première approche, l'analyse de cycle de vie ne permet que de comparer l'impact environnemental de deux produits, pour trouver le meilleur compromis.

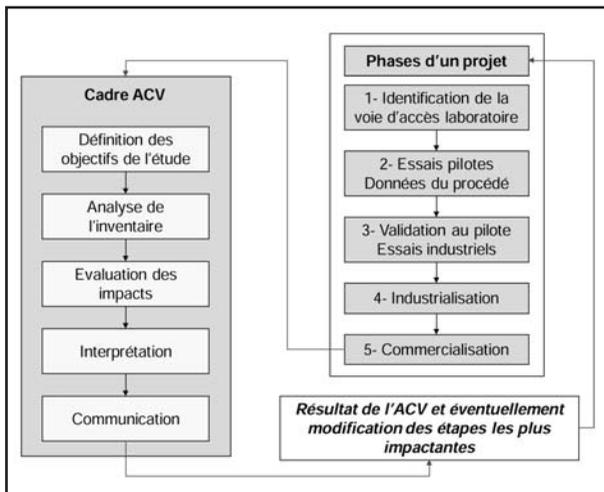


Figure 3 : L'ACV.

Par ailleurs, cet outil souffre de nombreuses limites. En effet, les impacts calculés sont des impacts potentiels ne reflétant pas la réalité locale.

De plus, il n'est pas dynamique. En effet, les données, même lorsqu'elles sont issues de mesures réalisées, ne sont valables que pour une durée limitée et sont rarement actualisées. En outre, leur qualité peut être discutable. Ainsi, si elles sont issues de bases de données, elles ne sont pas forcément représentatives des réalités locales et elles pèchent aussi par une faible fréquence de mise à jour. Dans tous les cas, les résultats obtenus ne sont que rarement actualisés. Mais surtout, l'ACV ne permet pas de prendre en compte la marge de progrès des technologies qu'elle compare. En effet si l'on compare une technologie très mature et très optimisée à une nouvelle technologie, on peut conclure que la première provoque moins d'impacts sur l'environnement, sans se rendre compte que l'on dispose de marges de progrès bien supérieures avec la nouvelle technologie. Et on peut décider de ne pas développer cette nouvelle technologie, alors même qu'elle provoquerait moins d'impacts après quelques optimisations. L'ACV, aplanissant tout, ne permet pas d'utiliser le temps comme variable dimensionnelle.

L'ACV, un outil à double tranchant

Enfin, il faut être extrêmement prudent dans les étapes de définition des hypothèses et de l'unité fonctionnelle, et dans l'allocation des déchets et coproduits du procédé. De faibles variations dans ces étapes peuvent avoir des conséquences considérables sur les

impacts environnementaux et sur les résultats de l'ACV.

Ainsi, dans une étude de cas, Jolliet et col. dressent une critique d'une ACV comparée entre un ordinateur portable et un ordinateur de bureau. Les résultats de l'ACV montrent que l'ordinateur de bureau présente près de 40 % d'impacts environnementaux en plus que l'ordinateur portable et que près de 50 % de ces impacts sont dus à l'écran. Cependant, les hypothèses retenues pour cette étude sont critiquables. En effet, les écrans envisagés sont différents pour les deux ordinateurs : cathodique (pour l'ordinateur de bureau) et LCD (pour l'ordinateur portable). La durée de vie estimée est identique pour les deux ordinateurs, alors qu'il est évident que celle de l'ordinateur portable est inférieure, en raison des conditions de transport et des possibilités de réutiliser certains composants de l'ordinateur de bureau. Et enfin, la batterie de l'ordinateur portable n'est pas prise en compte dans l'ACV – composant pourtant crucial dans la gestion de la fin de vie d'un déchet d'équipement électrique ou électronique (DEEE).

Les résultats de l'ACV peuvent aussi être liés à l'allocation des déchets, ce qu'illustre la comparaison de deux études réalisées sur le bioéthanol de blé, l'une à l'initiative de l'Ademe, l'autre d'EDEN (Energie Développement ENvironnement). En effet, les rendements énergétiques (énergie restituée / énergie renouvelable mobilisée) varient du simple au double, entre les deux études : 1,10 pour EDEN ; 2,05 pour l'Ademe. Ces différences peuvent notamment s'expliquer par les différences dans les choix réalisés pour les allocations des déchets de la filière bioéthanol : déchets en totalité supportés par la filière, pour l'étude EDEN, qui utilise une approche systémique ; déchets supportés à 43 % par l'éthanol, pour l'étude Ademe qui a fait le choix de l'allocation massique (le bioéthanol représentant 43 % de la matière sèche mobilisée). Ces deux options peuvent être choisies, mais il importe de bien comprendre que les résultats peuvent en être radicalement modifiés.

Enfin, un dernier exemple de l'importance des hypothèses et des frontières des ACV nous est donné dans l'étude des impacts environnementaux du polyhydroxyalkanoate (PHA) par Kim *et al.* En effet, dans leur étude, sont comparées les contributions à l'effet de serre du polystyrène et du PHA issu de la fermentation des grains de maïs, il contribue plus à l'effet de serre que le polystyrène (PHA : 4,4 kg CO₂eq/kg et PS : 2,9 kg CO₂eq/kg), alors que si le PHA est issu de la fermentation des grains et de la paille de maïs, c'est le polystyrène qui a le plus d'impact sur l'effet de serre (PHA : -1,9kg CO₂eq/kg).

Tous ces exemples nous montrent que l'outil ACV est extrêmement efficace, mais qu'il doit être manié avec prudence et par des mains expertes, sous peine de produire des résultats biaisés, voire des contre-résultats !

VERS DE NOUVEAUX OUTILS D'AIDE À L'INNOVATION

Ainsi, pour répondre aux nouvelles contraintes des processus d'innovation, pour se situer très en amont dans les phases des projets, pour accompagner la conception des produits et procédés de l'industrie chimique, et prendre en compte les nouveaux aspects réglementaires, nous avons besoin de nouveaux outils donnant des orientations à suivre pour guider les choix des chercheurs et des chimistes. Il devient plus important d'assister le processus d'innovation avec un outil d'aide au pilotage, plutôt que de le conclure d'une analyse exhaustive *a posteriori*. Si la comparaison était permise, nous pourrions avancer que l'industrie chimique a plus besoin d'un « GPS » pour ses voies d'accès que d'un « chronomètre officiel ».

Il est en effet capital de donner une réalité à l'éco-conception dans l'industrie chimique et d'étendre cette conception environnementale à l'ensemble de ses projets. Pour cela, les concepteurs de produits et de procédés de l'industrie chimique ont besoin d'un outil adapté, facile d'utilisation et non uniquement réservé à des experts des bilans environnementaux, d'un outil qui puisse les orienter dès le choix des voies d'accès sur l'impact environnemental final.

Par ailleurs, il est crucial de relier les bases de données d'inventaire à celles de la classification des substances dangereuses. Comment imaginer aujourd'hui l'identification d'une voie d'accès chimique sans anticiper les contraintes imposées par la réglementation, et en particulier le règlement Reach ? Il est dès lors important d'inclure dans les bases d'inventaires toutes les mises à jour des ATP [Adaptation to Technical Progress] successives de l'annexe 1 de la directive 67/548, ainsi que les différentes classifications des produits dans les annexes IV, V « exemptions de l'obligation d'enregistrement conformément à l'article 2, paragraphe 7, point a) et b) » et XIV « liste des substances soumises à autorisation » de Reach.

Il est par ailleurs capital de pouvoir généraliser l'utilisation d'un tel outil à des entreprises de taille plus modeste, pour accroître leur compétitivité. Il faut pour cela leur donner un outil utilisable à toutes les étapes du projet, très tôt dans les phases d'innovation, y compris pour orienter les choix de la R&D. Les outils existants ne répondent pas forcément à cet objectif, notamment pour les PME de l'industrie chimique, à la recherche d'un référentiel simplifié leur permettant d'intégrer la notion de Développement Durable dans la conception de leurs produits.

Un outil de pilotage de l'éco-conception, permettant, dans une première approche, d'évaluer chacune des contributions à chacune des étapes du projet, est une réponse à ce besoin.

CONCLUSION

Les processus d'innovation de l'industrie (et en particulier de l'industrie chimique) sont aujourd'hui en mutation. Ils doivent désormais répondre à un effort de réduction des impacts environnementaux à chacune des étapes du processus de fabrication, ils doivent intégrer l'éco-conception du produit (ou du procédé). Dans cette approche, l'ACV, outil jusqu'à maintenant utilisé pour identifier les impacts d'un cycle de vie, ne suffit plus. Il faut désormais un nouvel outil, intégré au processus d'innovation, un outil de pilotage de l'éco-conception.

Ce nouvel outil, nécessaire à l'industrie, des grands groupes aux PME, doit être fondé sur des bases d'inventaire prenant en compte les réglementations pesant sur la chimie – telles que le règlement Reach – et assorti de bases d'évaluation simplifiées.

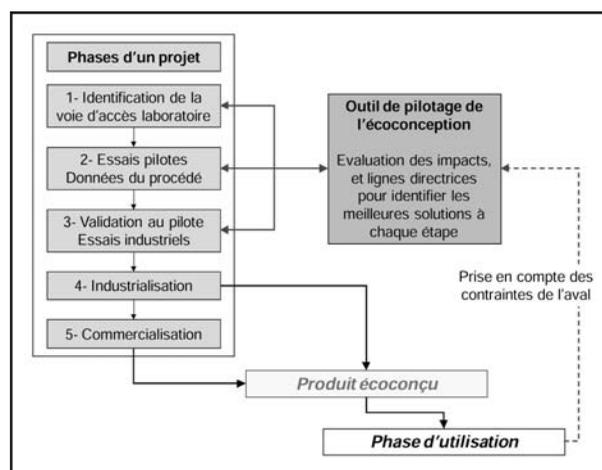


Figure 4 : Un nouvel outil.

L'originalité de ce type d'outil est d'être accessible aux chercheurs et aux développeurs de l'industrie chimique, et non pas seulement aux experts environnementaux. Ce choix est un réel positionnement en faveur d'une implication et d'une réactivité accrues de la R&D en lui donnant les moyens d'agir, de disposer d'un processus d'innovation, inscrit dans le cadre d'une chimie durable. Un tel outil permettra, de plus, une diffusion considérable des pratiques de l'éco-conception, et ce, non seulement au sein des grands groupes mais aussi au sein des PME et PMI, dont les services Responsible Care sont souvent sous-dimensionnés. Ainsi, si le management de la qualité a commencé vers 1992 pour les grands groupes, ces actions n'ont démarré que vers 2004-2006 pour les plus petites structures. Aujourd'hui, dans le secteur industriel, seulement un quart des entreprises prévoit la fin de vie de ses produits et des pratiques d'éco-conception n'existent que pour 40 % d'entre elles.

BIBLIOGRAPHIE

Académie des Technologies – Les Analyses de Cycle de Vie, Ouvrage Collectif, 2005.

(M.) Azémar, Communication « Les Sciences chimiques au service de l'environnement », Pollutec, Paris, 2007.

(N.) Boeglin & (D.) Veillet, Introduction à l'Analyse de Cycle de Vie (ACV), Ademe, 2005.

Directive 2000/53/CE Journal officiel L269, 21/10/2000, 34-43.

Directive 2002/96/CE (modifiée 2003/108/CE) Journal officiel de l'Union Européenne L345, 31/12/2003, 106-107.

Directive 2004/42/CE Journal officiel de l'Union Européenne L143, 30/04/2004, 87-96.

(M.) Dohy & (E.) Poitrat, Bilan énergétique et émissions de GES des carburants et biocarburants conventionnels, Ademe Ecobilan, 2006.

(O.) Jolliet, (M.) Saadé & (P.) Crettaz, Analyse du cycle de vie – Comprendre et réaliser un écobilan, Presses Polytechniques et universitaires romandes, 2005.

(S.) Kim & (B.) Dale, Int. J. LCA, 2005, 10(3), 200-10.

(E.) Legrand, les ACV, AEDE, 2003.

(C.) Ponting, Le Viol de la Terre, Nil Editions, 2000.

(P.) Sadones, les Agrocarburants, rapport EDEN 2006 REACH, Règlement (CE) n° 1907/2006 du parlement européen et du conseil du 18 décembre 2006.

(T.) Reyes, Intégration de l'environnement dans la conception des produits, UTT, 2008.