

Introduction à l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) :

Ce document a pour objet de présenter les points essentiels à connaître en préalable au lancement d'une ACV, à la participation à un comité de pilotage de travaux ACV ou à l'interprétation et à l'utilisation de résultats ACV publiés par d'autres.

Plus généralement, il peut également intéresser toute personne souhaitant se familiariser avec cet outil d'évaluation.

Remarque : Si vous n'êtes que ponctuellement confronté à des résultats d'ACV publiés par d'autres et que vous ne souhaitez pas lire cette note de synthèse, alors, ne retenez qu'une seule chose : « La conformité à la série des normes ISO 14040 est aujourd'hui indispensable ». Si les travaux qui vous sont présentés ne s'y réfèrent pas explicitement, alors, inutile d'aller plus loin dans leur lecture : vous ne pourrez vous appuyer dessus pour approfondir votre expertise et encore moins vous référer publiquement à leurs résultats.

La série des normes ISO 14040 décrit la méthodologie et la déontologie que doivent suivre les études ACV. Il ne vous incombe bien entendu pas de connaître précisément leur contenu (au même titre, par exemple, qu'il n'est pas nécessaire de connaître dans le détail le plan comptable pour exiger que les bilans qui vous sont présentés le respectent). L'important est que la personne (consultant, universitaire, ...) qui réalise l'étude écrive dans tous les documents, rapports et communications que « l'étude a été réalisée conformément à la série des normes ISO 14040 ». Il s'agit de le faire explicitement s'engager sur les bonnes pratiques et la déontologie dont il fait preuve : ceci garantit, d'une part, un certain niveau de qualité et de transparence au niveau de l'étude et, d'autre part, porte plus particulièrement sur le réalisateur la responsabilité de la qualité des résultats des travaux. A ce titre, ne vous contentez pas d'une vague déclaration du type « s'inspire de » ou « s'appuie sur », l'étude doit avoir été réalisée « conformément à » la série des normes ISO 14040.

En pratique, il est recommandé de mentionner, dans toutes les pièces (appel d'offres, contrat, rapports, synthèse, présentations, communications diverses...) qu'il s'agit d'« une analyse de cycle de vie réalisée conformément à la série des normes ISO 14040 ».

CONTENU DU DOCUMENT :

- Les débuts : « de l'écobilan à l'ACV »	p. 1
- Qu'est-ce qu'une ACV ?	p. 2
- A quoi sert une ACV ?	p. 3
- Les étapes d'une ACV et les exigences liées à la communication des résultats	p. 4
- Un outil normalisé au niveau international (ISO)	p. 5
- L'importance de la définition de l'objectif et du champ de l'étude	p. 6
- Où trouve-t-on les données d'inventaire de base ?	p. 7
- L'interprétation et la valorisation des résultats : les écoprofiles, la « normation » et la monétarisation	p. 7
- Le cas particulier de l'ACV de services de traitement des déchets	p. 10
- Coût et durée d'une ACV	p. 11
- A noter	p. 12

Les débuts : « de l'écobilan à l'ACV »

La prise en compte de l'environnement a été traditionnellement déclinée soit par impact environnemental (déchets, pollutions, consommation d'énergie...), soit par secteur d'activités (industries, transports...), approches qui se sont souvent révélées trop parcellaires pour justifier du bien fondé environnemental des efforts à réaliser. La diminution de tel ou tel impact modifiait les autres caractéristiques des systèmes considérés, sans que l'on puisse évaluer la pertinence globale de ces modifications : par exemple un changement de matériau permettant de diminuer les consommations d'énergie et de matières mais modifiant la recyclabilité finale des produits, le choix d'une filière de valorisation permettant de diminuer le recours à la mise en décharge mais affectant la qualité de l'air...

Au début des années 90, est apparue la nécessité de mettre en œuvre des approches multi-critères (consommation de matières et d'énergies, émissions dans l'air et dans l'eau, déchets), prenant en compte l'ensemble des étapes du cycle de vie des produits, de leur fabrication à leur élimination finale en passant par leur phase d'utilisation : les écobilans.

A leurs débuts, ces approches ont pu être qualifiées d'expérimentales voire partiales (écobilans menés à des fins exclusives de marketing ou de lobby). Par la suite, le développement de la normalisation internationale (famille des normes ISO 14040) a fixé des bases méthodologiques et déontologiques et retenu le terme « Analyse de cycle de vie » (ACV) en lieu et place d'« écobilan » (nom d'une société commerciale, française à l'origine). Depuis 1997, les pratiques se sont donc progressivement harmonisées et les résultats sont ainsi devenus plus robustes et fiables tandis que leur communication se faisait de manière plus formalisée que celle des premiers écobilans.

Dans le domaine de l'évaluation globale et multicritères des impacts environnementaux, l'ACV est l'outil le plus abouti. Sa pratique et sa diffusion actuelles contribuent à en faire un instrument de plus en plus performant et reconnu. Il peut être utilisé au sein de démarches de développement durable,

notamment celles orientées sur les produits. Néanmoins, il ne traite que de la dimension environnementale (voire, dans certains cas rares, économique) et non de l'axe social ou sociétal du développement durable.

Qu'est-ce qu'une ACV ?

L'ACV permet de quantifier les impacts d'un « produit » (qu'il s'agisse d'un bien, d'un service voire d'un procédé), depuis l'extraction des matières premières qui le composent jusqu'à son élimination en fin de vie, en passant par les phases de distribution et d'utilisation, soit « du berceau à la tombe ».

En pratique, les **flux de matières et d'énergies entrants et sortants** à chaque étape du cycle de vie sont inventoriés (inventaire du cycle de vie : ICV) puis on procède à une évaluation des impacts environnementaux à partir de ces données grâce à des coefficients préétablis permettant de calculer la contribution de chaque flux aux divers impacts environnementaux étudiés¹. En fonction de l'objet de l'étude, les impacts couramment retenus sont l'effet de serre, l'acidification, l'épuisement des ressources naturelles, l'eutrophisation... Généralement, on retient également la somme de certains flux issue de l'inventaire : la quantité d'énergie, la quantité de déchets,....

La complexité des phénomènes en jeu et de leurs interactions est source d'incertitude sur la valeur réelle des impacts sur l'environnement (ex : non prise en compte des effets de synergie ou d'antagonisme entre polluants, des caractéristiques particulières du milieu local, des effets de cinétique, ... etc.) : C'est à ce titre que le qualificatif « potentiel » est utilisé et on parle donc d'« **impacts potentiels** ». Du fait que leurs conséquences réelles dépendent fortement des caractéristiques du milieu récepteur, le caractère « potentiel » du calcul des impacts locaux (eutrophisation par exemple) est plus marqué que celui des impacts globaux (effet de serre par exemple), dont les conséquences ne dépendent pas ou peu du milieu récepteur.

Les résultats d'une ACV sont ainsi exprimés sous forme d'une série de résultats qui présente à la fois des impacts potentiels (du type « X kg de d'équivalents CO₂ pour l'effet de serre », « Y kg d'équivalents H⁺ pour l'acidification », ...) et des flux physiques (« Z MJ d'énergies non renouvelables », « W kg de déchets banals », ...). Certains consultants ou logiciels vont jusqu'à pondérer les différents résultats obtenus afin d'obtenir une note unique, mais cette pratique est aujourd'hui rejetée par la majorité des acteurs français du fait de l'absence de consensus sur des coefficients permettant notamment d'additionner en les pondérant des impacts de nature différente (effet de serre, acidification, déchets...).

Pour exprimer les résultats de l'analyse et comparer le comparable (c'est-à-dire raisonner à service rendu identique), on définit l'**unité fonctionnelle**. C'est un élément de mesure qui permet de quantifier la fonction remplie par le produit étudié. Par exemple, pour de la peinture, l'unité fonctionnelle pourra être la quantité de peinture nécessaire pour couvrir un mètre carré de mur avec un degré d'opacité défini et pour une durée de dix ans. En effet, la comparaison directe des impacts

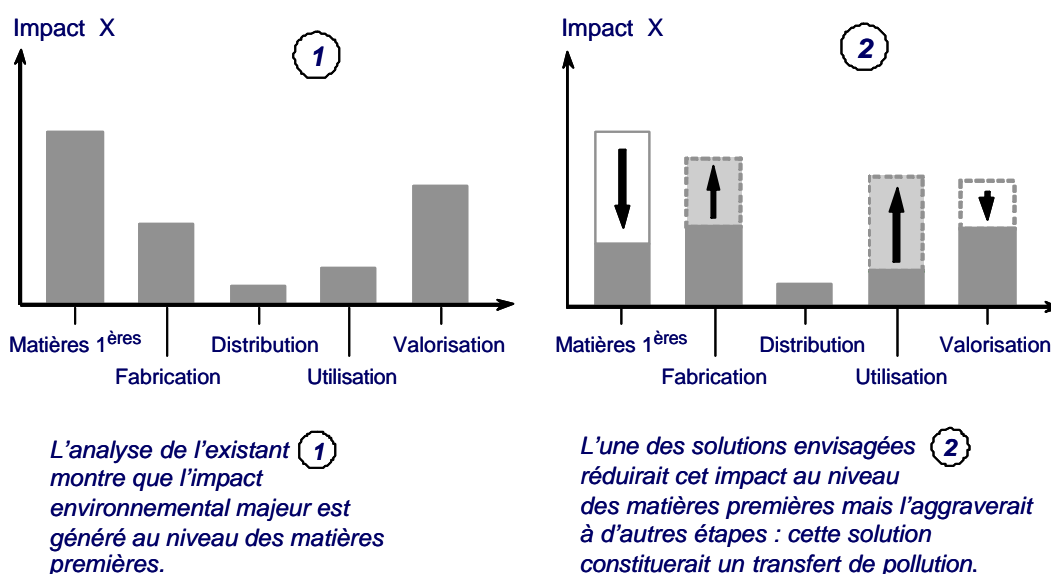
¹ Les coefficients de calcul des impacts potentiels sont déterminés par les scientifiques de chaque domaine : ainsi, par exemple, les coefficients de calcul de l'effet de serre proviennent de l'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Les spécialistes de l'ACV sont donc, pour chaque impact, tributaires de l'état des connaissances du domaine considéré. Selon les impacts, ces connaissances sont plus ou moins stabilisées : ainsi, par exemple, si le calcul de l'impact effet de serre fait l'objet d'un large consensus, celui de l'impact écotoxicologique souffre encore du déficit de connaissances en matière de caractérisation des molécules.

d'un litre de peinture A à ceux d'un litre de peinture B n'aurait aucun sens et pourrait même conduire à des résultats complètement faux (ex : au litre, la peinture A est 30 % moins polluante que la peinture B... mais, lors de l'application, A nécessite 2 couches là où une suffit pour B : une comparaison litre à litre conduirait à préconiser l'usage de la peinture A alors même que cela n'aurait aucun intérêt ni pour l'environnement, ni pour l'utilisateur). Si l'analyse porte sur la comparaison de procédés ou de filières de traitement des déchets (stockage, incinération, recyclage), l'unité fonctionnelle pourra être par exemple, le traitement d'une tonne de déchets.

Dans certains cas bien déterminés, on peut décider de démarrer l'analyse à une étape donnée, ou encore analyser deux procédés différents de fabrication d'un même produit. L'essentiel reste de toujours raisonner à service rendu identique. Ainsi, pour évaluer les performances environnementales de 2 procédés de traitement des déchets, on partira d'une situation initiale commune (une tonne de déchets à traiter) et on ne s'intéressera qu'aux différentes étapes du procédé de traitement (cycle de vie des consommables inclus). On estimera que la tonne de déchets à traiter est identique dans les différents scénarios et n'est donc pas un facteur différenciant entre procédés, c'est-à-dire que les impacts liés à la production et à l'utilisation des produits avant qu'ils ne deviennent des déchets n'entrent pas dans le champ de l'étude (voir la partie «Le cas particulier de l'ACV de procédés de traitement des déchets »).

A quoi sert une ACV ?

L'enjeu majeur de l'utilisation de l'ACV est d'identifier les principales sources d'impacts environnementaux et d'éviter ou, le cas échéant, d'arbitrer les déplacements de pollutions liés aux différentes alternatives envisagées. Le schéma ci-dessous illustre cette notion de transfert de pollution d'une étape du cycle de vie à une autre, transfert qui peut être révélé par une telle analyse. Dans ce cas de figure, en diminuant un impact environnemental au niveau des matières premières, on l'augmente au niveau des étapes de la fabrication et de l'utilisation :



Les transferts de pollution peuvent également concerner des impacts différents : par exemple, un changement de matériau qui permettrait une diminution de la consommation de ressources non

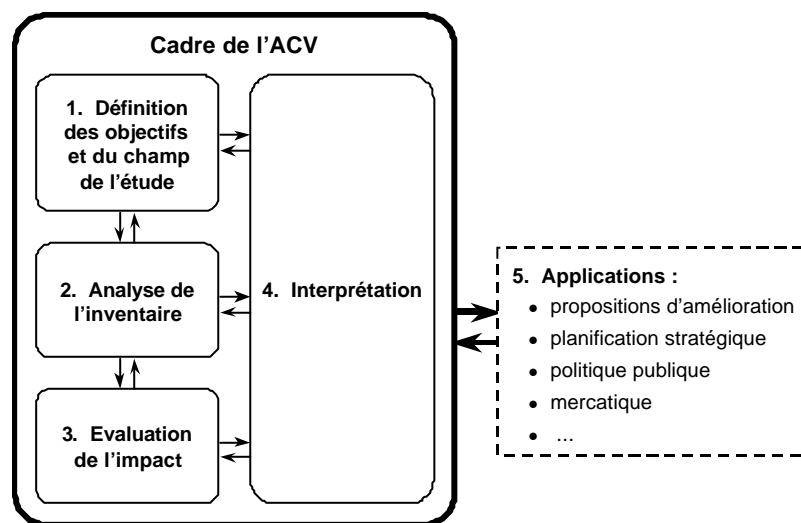
renouvelables lors de la production mais qui causerait une augmentation de la pollution des eaux lors de l'élimination des produits.

L'objectif de l'ACV est de présenter une vision globale des impacts générés par les produits (biens, services ou procédés), déclinée selon différentes simulations², fournissant ainsi des éléments d'aide à la décision aux politiques industrielles (choix de conception et d'amélioration de produits, choix de procédés,...) ou publiques (choix de filières de valorisation, critères d'écolabellisation des produits...).

La pratique, le développement voire la maturité naissante de l'ACV la replacent aujourd'hui à son juste niveau, à savoir : un outil puissant et attrayant tant du point de vue de sa construction que de ses applications en terme d'aide à la décision, d'informations et de communications diverses, ... mais dont les résultats reflètent la complexité des systèmes réels étudiés. Ainsi la finesse de l'outil peut de temps en temps paraître handicapante en terme de conclusions opérationnelles : il décrit les systèmes étudiés, permettant d'identifier leurs points forts et leurs faiblesses, sans pour autant autoriser une hiérarchisation absolue des produits, filières ou procédés (outil d'aide à la décision et non outil de décision). Mais c'est souvent déjà une avancée significative que de pouvoir déceler et quantifier les points faibles d'un système et ses paramètres déterminants voire même, dans certains cas, simplement visualiser le champs de nos connaissances sur les rejets liés au système étudié de manière à initier les recherches nécessaires pour combler d'éventuelles lacunes...

Les étapes d'une ACV et les exigences liées à la communication des résultats

L'analyse de cycle de vie est articulée en quatre étapes :



(rq : les applications ne rentrent pas dans le champ d'application des normes)

- **étape 1** : Définition des objectifs et du champ de l'étude,

² les simulations peuvent porter :

- sur l'identification des paramètres déterminant les résultats ou sur la comparaison de situations qui se différencient par un paramètre particulier (ex : le pourcentage de contenu en recyclé d'un produit),
- sur les données incertaines (ex : **des analyses de sensibilité** recalculent les bilans sur de larges plages de variation des données incertaines, pour voir si la variation de ces données a ou n'a pas d'incidences sur les résultats finaux) et les paramètres dont on veut évaluer l'importance (ex : distances de transport),
- sur des scénarii prospectifs (ex : imaginons que les progrès permettent dans 3 ans de fabriquer le même produit avec 10 % de matières de moins, quel serait son bilan écologique par rapport au produit actuel ?), ...

- **étape 2** : Inventaire des flux matières et énergies associés aux étapes du cycle de vie rapporté à l'unité fonctionnelle retenue,
- **étape 3** : Evaluation des impacts potentiels à partir des flux matières et énergies recensés,
- **étape 4** : Interprétation des résultats obtenus en fonction des objectifs retenus : cette étape est itérative avec les 3 précédentes de manière à toujours valider que les résultats obtenus permettent de répondre aux objectifs de l'étude (par exemple, il arrive que la non disponibilité de certaines données puisse conduire, en cours d'étude, à restreindre le champ de l'étude). C'est également ici que l'on tentera d'évaluer la robustesse des résultats (en réalisant par exemple des analyses de sensibilité), notamment pour s'assurer que les incertitudes et variabilités qui y sont liées sont bien d'un ordre inférieur à celui des différences constatées entre les performances environnementales des différents systèmes étudiés.

Pour communiquer les résultats d'une étude ACV, les conditions de réalisation et les résultats doivent être présentés de manière détaillée et transparente. Lorsque les résultats de l'étude sont destinés à être communiqués, un rapport de synthèse présentant clairement les objectifs et le champ de l'étude, les principales limites et hypothèses..., doit être élaboré et mis à disposition de tous. Dans le cas de résultats amenant à comparer des produits ou procédés, ce rapport doit nécessairement comprendre une revue critique, c'est-à-dire l'examen de l'étude par un expert indépendant de sa réalisation. Cet expert peut agir seul ou au sein d'un comité de revue critique associant des spécialistes du secteur étudié et les principales parties intéressées : l'essentiel est de garantir la double compétence ACV – secteur étudié du comité (ou le cas échéant de l'expert unique) et, bien sûr, son impartialité. Commentaires et réponses aux recommandations issues de la revue critique doivent être inclus dans le rapport de synthèse diffusé.

Un outil normalisé au niveau international (ISO)

Si initialement les bases méthodologiques de l'ACV ont été posées à la SETAC³, l'ACV est aujourd'hui définie par les normes internationales ISO 14040 (1997) à 14043 (2000), qui spécifient le cadre, les principes généraux ainsi que les exigences pour la réalisation d'ACV, et la communication relative à ces études.

La norme ISO 14040 « Management environnemental - Analyse du cycle de vie - Principes et cadres » décrit les caractéristiques essentielles de l'ACV et les bonnes pratiques de conduite d'une telle étude. Il s'agit d'une sorte de document « chapeau » dont la lecture est relativement aisée (les normes ISO 14041 à 14043 s'adressent plus aux experts réalisant l'ACV).

La norme 14040 étant la principale, les trois autres normes décrivent plus précisément chaque étape d'une ACV. La norme 14041 porte plus particulièrement sur la définition de l'objectif, du champ de l'étude et sur l'analyse de l'inventaire. La norme 14042 précise les principales caractéristiques de la phase d'évaluation de l'impact du cycle de vie. La norme 14043 enfin, fournit des exigences et des recommandations pour mener l'interprétation du cycle de vie. Une révision en cours au niveau de

³ **SETAC** : *Society of environmental toxicology and chemistry* : Cette association, regroupant à la fois des universitaires et des industriels, a posé les bases de l'ACV et constitue encore aujourd'hui l'instance de référence pour de nouveaux développements (<http://www.setac.org/lca.html>) : c'est donc une sorte d'enceinte de réflexions R&D, en amont de la normalisation internationale ISO (<http://www.iso.org>)

l'ISO devrait fusionner ces 4 normes dans un document unique, sans en modifier les contenus (révision éditoriale se limitant à homogénéiser forme et vocabulaire).

D'autres développements normatifs décrivent des points plus spécifiques, plus particulièrement destinés à des bureaux d'études réalisant ce type d'études (ISO 14047 : Exemples d'applications de l'ISO 14042 ; ISO 14048 : Format de documentation des données du cycle de vie).

Cette famille de normes constitue une sorte de guide de bonnes pratiques qui insiste plus sur la rigueur (cohérence entre l'objectif de l'étude et sa réalisation, transparence et justification des hypothèses...) que sur la précision ou l'exhaustivité de l'analyse. Par contre, sur la base de ces normes peuvent être développés des documents spécifiques qui eux ont vocation à être plus précis car se limitant à un secteur ou un type de produit. C'est ainsi le cas, au niveau national, pour les produits de construction : Dans ce domaine, il existe une norme française⁴, qui, appliquant les normes de la série ISO 14040 et de l'ISO 14025 (communication de résultats d'ACV : éco-profil), fixe des règles précises pour la réalisation d'une ACV de produit de construction (liste d'impacts à prendre en compte, modèles énergétiques et de transport à utiliser, flux de matières et d'énergies obligatoires et flux négligeables, ...). Ainsi, par exemple, cette norme indique qu'il faut prendre en compte dans la réalisation de l'inventaire au moins 98 % en masse de l'ensemble des flux⁵ et, conjointement, ne négliger aucune substance classée comme très toxique (T+), toxique (T), nocive (Xn) ou dangereuse pour l'environnement (N) et ce quelle que soit sa quantité.

L'importance de la définition de l'objectif et du champ de l'étude

Dès le début de l'étude, les objectifs et les utilisations des résultats de l'ACV envisagée doivent être clairement explicités. On qualifie les ACV de « **goal dependant** » : le résultat dépend de l'objectif (mais normalement pas du commanditaire !). Ainsi, une ACV d'une canette d'aluminium d'un fabricant particulier, connaissant avec précision les distances de transport de ses produits ainsi que la composition et les différents modes de production de l'énergie qu'il emploie, ne donnera pas les mêmes résultats qu'une ACV de la canette d'aluminium européenne réalisée sur la base de moyennes représentatives de la production européenne. En conséquence, pour éviter des interprétations inappropriées ou des généralisations abusives ultérieures dans l'utilisation des résultats, l'objectif et le champ de l'étude doivent expliciter clairement la problématique étudiée. La sélection des données nécessaires à l'étude se fera par rapport à cet objectif : facteurs temporels, technologies, sources, précision et représentativité des données, pertinence des méthodes de collecte utilisées... Règle

⁴ **Norme NF P 01-010 (2004) : Qualité environnementale des produits de construction : Déclaration des caractéristiques environnementales et sanitaires des produits de construction et de leur contribution aux impacts environnementaux d'un ouvrage donné**

⁵ **Négligeabilité des flux** : Il est souvent impossible de prendre en compte tous les composés constituant un produit complexe. Le réalisateur de l'ACV est donc amené à fixer des règles de négligeabilité dont le principe est généralement le suivant : sont négligés tous les composants représentant moins de X % de la masse totale du produit puis on vérifie que la somme de ce qui est pris en compte reste supérieure à un pourcentage fixé, toujours proche de 100 % (dans le cas des produits de construction : 98 %) et, qualitativement, que les composés négligés ne présentent pas de caractéristiques de dangerosité particulière (ex : substances toxiques, déchets radioactifs, ...) ou d'autres problèmes spécifiques établis (ex : composé dont l'obtention est connue comme particulièrement polluante ou consommatrice d'énergie) : dans la négative, ces composés seront réintégrés dans l'analyse, quelle que soit leur quantité.

importante : les choix et les hypothèses retenus doivent impérativement être effectués dans la transparence et exposés avec des éléments de justification.

Dans certains cas particuliers, l'analyse peut être limitée à un impact donné, l'effet de serre par exemple. Il faudra alors bien s'assurer que l'impact retenu est pertinent par rapport à la finalité des travaux. Par exemple, il peut être intéressant de réaliser des bilans énergétiques et effet de serre sur les biocarburants pour les comparer avec les carburants traditionnels. Par contre, si une étude centrée sur les consommations énergétiques pourra montrer l'intérêt de telle ou telle filière de traitement des déchets par rapport à la lutte contre le changement climatique, elle n'apportera pas d'éléments sur les problèmes sanitaires potentiels... Si les attaques ou réticences de la population sont centrées sur des problèmes de santé, ce n'est bien évidemment pas une étude sur l'effet de serre qui permettra de faire évoluer les opinions... Ainsi, si l'analyse peut être limitée à un impact donné, il faudra bien veiller à la cohérence de l'impact choisi avec l'objectif de l'étude, à ce que les justifications de ce choix soient clairement exposées dans le champ de l'étude, et à ce que l'ensemble de l'étude respecte bien sûr les autres préconisations des normes ISO 14040.

Où trouve-t-on les données d'inventaire de base ?

Les données d'inventaires sont constituées de flux de matières (ressources minérales fer, bauxite, eau...) et d'énergies (pétrole, gaz, charbon...) entrant dans le système étudié et des flux sortants correspondants (déchets, émissions gazeuses ou liquides,...). Il existe des bases de données d'inventaires de cycle de vie, plus particulièrement disponibles en ce qui concerne les matières premières courantes, l'énergie, les transports. Ces données sont accessibles à faible coût⁶ sous forme de bases de données publiques ou publiées.

Certains groupements ou fédérations professionnelles ont rassemblé des données sur les impacts environnementaux de leur matériau tout au long de son cycle de vie ou, plus fréquemment, sur la partie amont de ce cycle afin de les mettre à disposition des utilisateurs des dits matériaux afin qu'ils les intègrent dans leurs propres ACV.

Pour les données spécifiques à l'étude, la collecte des données est souvent à réaliser au cas par cas, par un recueil sur site industriel, par des recherches bibliographiques, ou encore par la mise en perspective d'études antérieures.

L'interprétation et la valorisation des résultats : les écoprofiles, la « normation » et la monétarisation

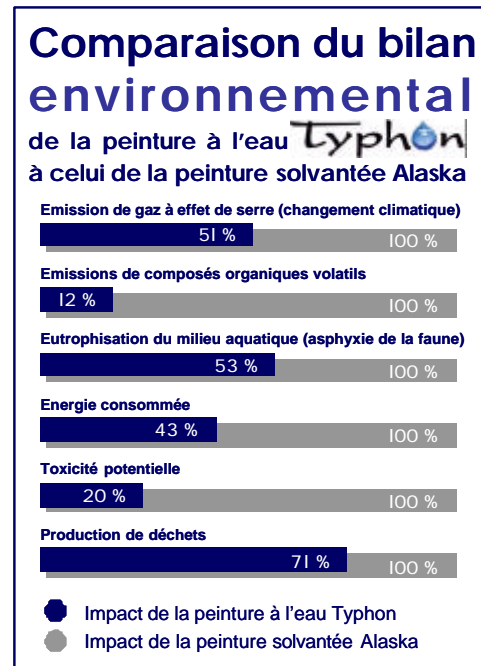
Les résultats d'une ACV sont exprimés sous forme d'une série de données qui présente à la fois des impacts potentiels (ex : « X kg de d'équivalents CO₂ pour l'effet de serre ») et des flux physiques (ex : « Z MJ d'énergies non renouvelables »). Ils font l'objet d'un rapport et, en cas de communication, d'un document de synthèse public. Les résultats peuvent également être traduits sous forme d'une déclaration environnementale, qui peut être, par exemple, imprimée sur le produit. La norme internationale ISO 14025 décrit la manière de retranscrire les résultats d'une ACV sous forme d'une déclaration de ce type, dite « de type III », plus couramment dénommée « écoprofil ». Ci-dessous est

⁶ Pour simple illustration, la base de données Eco-invent, base qui regroupe aujourd'hui les principales données publiées au niveau européen coûte moins de 1500 euros.

représentée l'étiquette du premier écoprofil français, réalisé en 2001 avec le soutien de l'ADEME, sur des peintures routières.

Pour l'instant, ce type de communication se développe essentiellement dans les échanges professionnels (« B to B ») : produits de construction, d'aménagement, équipements, ...

Le cas de la peinture Typhon, présenté ci-contre, est simple en termes d'interprétation des résultats (alors qu'il avait pourtant été assez délicat en matière de réalisation de l'inventaire vu la complexité de la composition chimique des produits étudiés) : en effet, tous les indicateurs d'impacts allant dans le sens d'un mieux environnemental de la peinture à l'eau par rapport à la peinture solvantée, il est facile de conclure à l'avantage écologique de la peinture à l'eau sur la peinture solvantée.



Il s'agit là d'un cas relativement rare : généralement, un produit ou une option présente des avantages certains sur quelques impacts potentiels et ... des désavantages tout aussi certains sur d'autres impacts potentiels. Pour comprendre et arbitrer de tels résultats, il faut alors arriver à relativiser les impacts les uns par rapport aux autres... sachant qu'il n'existe aucune méthode consensuelle pour réduire à une note unique les divers résultats.

Cette difficulté d'interprétation ne touche pas uniquement le cercle des spécialistes : On pourra ainsi noter que la prise en compte d'un nombre croissant de critères concerne aussi, peu à peu, un public plus large, qui, à défaut de maîtriser les outils d'évaluation mis en œuvre, commence à appréhender les différentes facettes de l'environnement (syndrome du « qu'est-ce qui est pire » : « entre l'effet de serre ou les déchets nucléaires, que choisir... », « si je dois polluer l'eau en nettoyant mes emballages pour favoriser leur recyclage, est-ce bien ? », etc.). Cette évolution est source de nouveaux questionnements (« vaut-il mieux améliorer tel ou tel critère ? ») et insatisfactions (« à quoi servent ces évaluations si au final on ne sait pas trancher ? ») ... voire conduit à des simplifications abusives (pondérations injustifiées entre les différents critères par exemple). Ces simplifications ont en général comme objectif d'obtenir une note (ou score) unique qui, bien que très loin de la réalité qu'elle est censée représenter et souvent emprunte d'erreurs de raisonnement basiques, a comme intérêt d'être facilement utilisable en matière d'aide à la décision.

Aujourd'hui, il n'y a donc pas de consensus sur une méthode à vocation générale qui permettrait d'appréhender de manière satisfaisante les résultats multicritères d'analyses environnementales en vue de relativiser ou hiérarchiser l'importance des différents impacts générés.

Dans le cas de l'ACV, l'étude conduit généralement à la quantification de 5 à 10 indicateurs d'impacts potentiels. Prenons un exemple fictif de résultats d'ACV :

	Option 1 :	Option 2 :
Effet de serre à 100 ans (en tonnes équivalent CO ₂)	700	650
Acidification (en g équivalent H ⁺)	21	45
Eutrophisation (en kg équivalent phosphate)	641	1040
Energie primaire (MJ)	24000	20000
Déchets (kg DIB)	2	0,2
Formation d'oxydants photochimiques (en g équivalent éthylène)	8	87
DBO (demande biologique en oxygène en g)	232	100

remarque : les 2 options peuvent correspondre à la comparaison de 2 produits de même fonction, à la comparaison d'une alternative de conception par rapport à un produit de référence, ... etc.

Face à ce type de résultats, choisir entre l'option 1 ou l'option 2 nécessite de déterminer l'importance relative que l'on souhaite donner à chaque impact ainsi qu'une réflexion sur la signification en termes d'ordre de grandeur des valeurs obtenues (exemple : il n'est intéressant de prendre en compte que l'option 2 génère 2 fois plus d'acidification que l'option 1 qu'à condition que l'ordre de grandeur ait un sens, c'est-à-dire que l'on ne soit pas en train de comparer des contributions infiniment petites).

Pour tenter de rendre plus opérationnels des résultats contrastés d'ACV, diverses voies sont étudiées, sans qu'aucune ne soit à ce jour complètement satisfaisante. Les 2 voies les plus courantes sont la « normation » et la monétarisation :

- **la « normation »** (terme qui signifie « rapporté à une échelle normée » et qui ne doit pas être confondu avec le terme « normalisation » qui concerne la réalisation de normes françaises NF, européennes CEN ou internationales ISO) : Il s'agit de la traduction des résultats d'ACV en équivalent habitant (éq hbt) généralement européen ou français. En pratique, on divise l'impact correspondant au produit étudié par l'impact total sur la zone géographique considérée puis on multiplie par la population de cette même zone.

	Option 1 :	Option 2 :
Effet de serre à 100 ans en équivalent habitant effet de serre	80	74
Acidification en équivalent habitant acidification	0.00001	0,00002
Eutrophisation en équivalent habitant eutrophisation	34	51
...
...

Du fait qu'elle rapporte les impacts des produits étudiés aux impacts totaux du territoire, cette approche permet de déterminer à quels impacts les produits contribuent le plus. Utilisés en termes d'ordre de grandeurs (sous forme de puissance de 100 par exemple), les équivalents habitants sont un outil efficace pour prioriser ses efforts d'amélioration et orienter ses décisions vers la réduction des contributions les plus importantes, avec toutefois un écueil sous-jacent qui est la confusion entre « contribution la plus importante » et « impact le plus préjudiciable ». Il peut en effet être plus grave de contribuer même modestement à un impact de première importance (ex : impacts sur la santé) que de contribuer fortement à un impact dont la dangerosité est jugée moindre (ex : impacts sur l'eutrophisation). Attention, les équivalents habitants sont fréquemment dévoyés : dans le pire des cas, les équivalents sont directement sommés (éq hbt effet de serre + éq hbt acidification + = une note unique exprimée en nombre d'habitants), ce qui revient à une pondération implicite par 1 de tous les impacts (ie la totalité de l'effet de serre a la même importance que la totalité de l'acidification), ce qui n'a bien entendu aucun sens...

- **la monétarisation** : elle correspond à l'évaluation économique des dommages environnementaux (encore appelés « externalités »). Il s'agit ici d'associer à chaque impact environnemental son coût estimé pour la société. Bien que séduisante, cette approche souffre pour l'instant de difficultés de chiffrage de ces coûts externes (données parcellaires, fourchettes très larges, ...). De surcroît, pour chaque impact, ces coûts sont aujourd'hui construits de manière différente (consentement à payer, coût de réparation des dommages, coûts de dépollution,...etc.) : chaque méthode ayant ses propres incertitudes et, surtout, ses propres biais, les résultats actuels entre 2 impacts distincts ne peuvent être considérés comme homogènes et donc directement comparables. En conséquence, les coûts résultants pour chaque impact, bien qu'exprimés dans la même unité (unité monétaire), n'apparaissent pas plus homogènes entre eux que ne le sont les équivalents habitants cités dans le cas de la normation : leur simple sommation apparaît donc, en l'état des pratiques, encore bien insatisfaisante...

Malgré les faiblesses des 2 approches citées ci-dessus (normation et monétarisation), elles nous semblent toutefois préférables au score unique donné par certains logiciels d'ACV (éco-points, éco-indicateurs, ...), dont les systèmes de pondération, quel que soit le soin apporté à leur réalisation, restent obscurs et immaîtrisables pour l'utilisateur. Ce dernier se voit ainsi imposé, sans en avoir conscience, des systèmes de valeur auxquels il n'adhérerait peut-être pas s'il était consulté, notamment en ce qui concerne l'importance relative des différents impacts, ou qui sont tout simplement inadaptés à sa situation. Pour simple illustration, des coefficients de pondération déterminés aux Pays-Bas montrent l'attention portée par ce pays au problème de stockage des déchets, faute de surface disponible : utilisés aux Etats-Unis, ces coefficients seraient inadaptés et devraient être revus pour mettre plus en exergue, par exemple, le problème des consommations d'énergie. Ce n'est pas la pondération en tant que telle qui est en cause (elle apparaît souvent nécessaire pour rendre les résultats exploitables en termes d'aide à la décision), c'est le fait qu'elle soit généralement non transparente, non maîtrisée et donc par conséquent non assumée par l'utilisateur qui, pourtant, basera peut-être ses décisions sur les résultats obtenus.

Pour finir, notons que les normes ISO stipulent que si des résultats d'ACV font l'objet d'un traitement de pondération, quel qu'il soit (score unique, normation, monétarisation, ...), la présentation des résultats de ce traitement doit obligatoirement être accompagnée des résultats avant traitement, dans leurs unités physiques habituelles respectives (équivalent CO₂ pour l'effet de serre, équivalent H+ pour l'acidification, ... etc.).

Le cas particulier de l'ACV de services de traitement des déchets :

Si l'ACV est généralement appliquée à des produits, dans certains cas, elle est utilisée pour caractériser les impacts potentiels de procédés ou de services. De par ses missions, l'ADEME s'intéresse tout particulièrement à la caractérisation environnementale des services de traitement des déchets. Comme déjà évoqué pour les produits, il s'agira de toujours vérifier que l'on compare des systèmes comparables, c'est-à-dire qui rendent un service identique. Prenons comme exemple une ACV dont l'objectif serait de mesurer l'intérêt environnemental comparé du recyclage et de la valorisation énergétique des vieux papiers. Pour ce faire, on ne s'intéresserait pas aux impacts amont du cycle de vie du papier (fabrication, distribution, utilisation) mais partirait directement de la tonne de déchets de papier à traiter, estimant que dans les 2 cas étudiés, la partie amont du cycle de vie du papier est la même :

Système 1 : valorisation du papier par recyclage

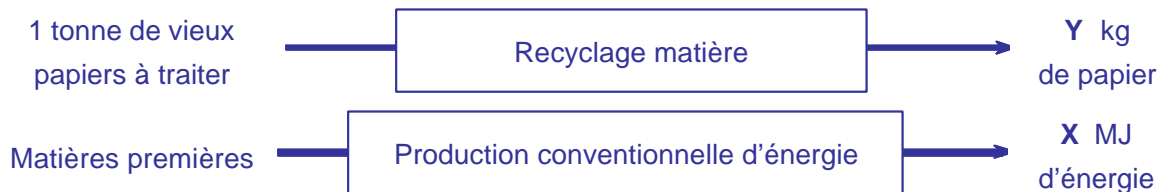


Système 2 : valorisation du papier par valorisation énergétique

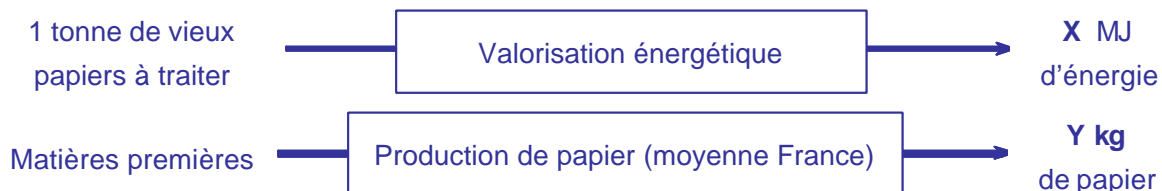


Par contre, ces 2 systèmes ne sont pas directement comparables puisqu'ils ne rendent pas le même service : le premier traite une tonne de déchets en produisant Y kg de papier alors que le second traite une tonne de déchets en produisant X MJ d'énergie. Pour rendre comparables les 2 systèmes, il faut les compléter, chacun, par la production conventionnelle respectivement de X MJ d'énergie et de Y kg de papier (ce qui revient à considérer que le papier et l'énergie auraient de toutes les façons dû être produits)⁷ :

Système 1 complété : valorisation du papier par recyclage et production d'énergie



Système 2 complété : valorisation du papier par valorisation énergétique et production de papier



Ce sont ces 2 systèmes complétés dont on va pouvoir comparer les impacts et déterminer les intérêts environnementaux relatifs. La conséquence première de cette extension des frontières du système est que l'intérêt environnemental du recyclage par rapport à la valorisation énergétique dépendra bien entendu des caractéristiques de ces 2 procédés mais aussi de la manière dont on produit en moyenne le papier et l'énergie dans la zone considérée. Dans le cas particulier du papier, les multiples ACV réalisées montrent que les résultats dépendent essentiellement du mode de production conventionnelle de l'énergie : soit ce mode de production d'énergie est plus propre que la combustion

⁷ Notons que le fait d'avoir à compléter les systèmes étudiés afin de les rendre comparables n'est pas spécifique à l'ACV de services ou de procédés. La majorité des études ACV sur les produits fait appel au même type de modélisation et d'extension des systèmes. Ainsi, par exemple, si l'on compare 2 produits dont l'un est en fin de vie compostable et permet d'éviter l'utilisation d'une certaine quantité d'engrais, les impacts liés à la production de cette quantité d'engrais seront intégrés au système du produit qui n'est pas compostable. Plus basiquement, cette extension est également valable au niveau de l'équivalence des fonctions : ainsi, on ne comparera pas directement un lave-linge séchant avec un lave-linge mais avec l'addition des systèmes lave-linge et sèche-linge.

du papier et alors il vaut mieux recycler celui-ci que de l'incinérer, soit ce mode de production d'énergie est plus polluant que la combustion du papier et alors il vaut mieux incinérer les vieux papiers. C'est principalement pour cette raison que les ACV comparant recyclage et valorisation énergétique donnent des résultats différents selon le pays où elles sont réalisées.

Coût et durée d'une ACV :

Les coûts et durées de réalisation sont bien entendu très variables d'une ACV à l'autre. Ils dépendent de l'ambition de l'objectif, de l'étendue du champ à étudier ainsi que de l'existence et de l'accessibilité de données d'inventaires publiques ou publiées. On notera que la diffusion de bases de données de plus en plus fournies et le développement de l'offre de prestataires, en particulier au niveau européen, conduisent globalement, depuis plusieurs années, à une baisse du prix des études (ou du moins à une amélioration de leur rapport qualité/prix). A titre d'ordre de grandeur, les coûts s'échelonnent de 10.000 à X0.000 euros pour des produits pour lesquels existent déjà des bases de données couvrant une grosse partie du cycle de vie. Si les données sont particulièrement spécifiques et jusque là non recueillies sous forme d'inventaire, l'ACV peut dépasser la centaine de milliers d'euros. On citera un cas extrême, particulièrement lourd : la réalisation d'une ACV précise du kilowatt.heure français par EDF, en fonction de ses différentes sources (nucléaire, charbon, hydraulique, ...). Le coût de cette étude a été estimé à 700.000 euros. Pour finir, le coût de la revue critique peut grossièrement être estimé à 5 à 15 % du coût de l'étude.

En matière de délais, si les études les plus simples peuvent être réalisées en quelques semaines, dès lors que le sujet est un peu plus complexe et qu'il nécessite le recueil de données et/ou la négociation d'un certain nombre d'hypothèses avec des représentants professionnels, les délais sont forcément de plusieurs mois et peuvent facilement dépasser l'année. Pour les études les plus lourdes (comparaison de produits ou de filières par exemple), nécessitant un grand nombre de représentants et la réalisation d'une revue critique multi-acteurs finale, la durée totale de l'étude peut approcher 16 à 24 mois, sachant que les délais de réalisation sont plus souvent dictés par la disponibilité des participants pour se réunir et les délais de réponse aux questions et demandes de données émanant du bureau d'études que par le travail effectif du dit bureau d'études.

A noter...

Rappelons une fois encore qu'il est indispensable de faire référence aux normes de la série ISO 14040.

Il faut tout particulièrement noter qu'une ACV à finalité comparative (comparaison de filières, de procédés ou de produits) nécessite une revue critique. Il s'agira d'associer à cette revue critique des entités représentant les filières, procédés ou produits concernés (« concernés » signifie « susceptibles d'être touchés par les résultats de la dite étude »). Comme il est prévisible que, si l'on attend la fin de l'étude pour les consulter lors de la revue critique, ces entités risquent de remettre en cause l'ensemble du travail réalisé, il est très fortement conseillé d'associer ces entités à l'ensemble de l'étude (au sein par exemple d'un comité de pilotage) afin d'assumer collectivement, au fur et à mesure du déroulement de l'étude, les choix et hypothèses retenus.

Seuls les travaux dont les résultats sont à finalité exclusivement confidentielle et dont on est en mesure d'assumer de manière durable la non divulgation, sans référence aucune (selon notre expérience, cas très rare...) peuvent s'affranchir de cette implication des parties et de la réalisation d'une revue critique multipartite.

Contact ADEME

Département Eco-Conception & Consommation Durable

nadia.boeglin@ademe.fr

dominique.veuillet@ademe.fr
