

L'Analyse du Cycle de Vie au sein de la Recherche

Note co-écrite par la Plateforme [avniR] et le Conseil Régional

Mise à jour le 3 juin 2014



1/ La recherche en ACV, en éco-conception, de quoi s'agit-il ?

L'Analyse de Cycle de Vie, du point de vue environnemental, social ou économique, est une nouvelle thématique de recherche transversale en plein essor qui, depuis ses premiers balbutiements il y a plus de trente ans est devenue petit à petit un domaine scientifique à part entière.

Cependant, force est de constater qu'à l'heure actuelle la recherche académique française est relativement modeste sur le sujet. L'Analyse de Cycle de Vie est le plus souvent identifiée comme un **outil** que comme un « **objet de recherche** » en soi ou assimilée à une méthodologie manquant de robustesse.

D'autre part, la recherche académique française se caractérisant par une difficulté à prendre en charge des problématiques qui ne peuvent pas s'inscrire dans le champ stricto sensu d'une discipline, le savoir et **les avancées méthodologiques de l'ACV ont été portées jusqu'à présent essentiellement par le domaine privé au niveau national.**

Pourtant ce sujet est un véritable enjeu de recherche.

Tout d'abord, les approches ACV, déjà largement utilisées dans l'ingénierie, utilisent, enrichissent, améliorent des bases de données spécifiques et contribuent ainsi à la production et à la diffusion de connaissances. Cet aspect est essentiellement initié par les acteurs économiques privés (grands groupes, bureaux d'études).

Dans son cadre méthodologique, l'ACV est une approche qui comporte des points non résolus. Il peut s'agir de la mise au point de nouveaux indicateurs, de l'amélioration ou du développement de méthodes spécifiques qui doivent être menées dans une perspective transdisciplinaire. Cette vision de l'ACV, partagée par de nombreux chercheurs dans le domaine, implique de nombreuses collaborations. **C'est ainsi que chaque apport disciplinaire peut contribuer à améliorer et à fiabiliser la méthodologie.**

Véritable outil d'aide à la décision, l'ACV nécessite des travaux de modélisation, de simulation ou de caractérisation au travers le développement d'algorithmes et de logiciels spécifiques dédiés.

Enfin, l'ACV, au service des autres disciplines, peut être un guide pour l'orientation des axes de recherche, confirmer ou invalider les développements envisagés dans le cadre d'un projet de recherche et d'innovation.

L'ACV peut donc s'intégrer à de nombreuses problématiques et, à l'instar des autres thématiques scientifiques, sous différents angles à connotation plus fondamentale ou plus appliquée. A titre d'exemple, quelques thèmes abordés :

- *Modélisation des systèmes et de la construction des inventaires,*
- *Caractérisation des impacts sur la santé humaine et éco-toxicologiques des produits chimiques (liens entre dose, exposition et analyses des risques + modèles QSAR),*
- *Développement d'algorithmes de calculs pour la caractérisation des impacts environnementaux,*

- *Intégration de la dimension géographique dans les facteurs de caractérisation des indicateurs d'impacts,*
- *Développement de méthodologies pour l'ACV dynamique (approche permettant de prendre en compte la distribution temporelle des émissions à l'aide d'un inventaire dynamique).*
- *Développement de méthodologie de l'ACV sociale et de l'ACCV en intégrant les dimensions sociales et économiques,*
- *Développement de méthodologie de l'ACV conséquentielle (qui consiste à prendre en compte les conséquences qu'engendrent le système étudié sur son environnement économique),*
- *Evaluation environnementale de la valorisation des déchets – vers l'économie circulaire,*
- *Modélisation des comportements/usages – innovation à travers les services,*
- *Interfaçage des outils métiers avec l'outil ACV dans le cadre de l'éco-conception,*

Certains journaux sectoriels publient des résultats scientifiques en lien avec les études ACV développées dans leur domaine ou leur filière. Par ailleurs, le développement de la thématique scientifique propre à l'ACV se concrétise au travers de plusieurs publications à comité de lecture apparues depuis le milieu des années 1990. On peut citer plus particulièrement comme exemple les revues suivantes classées par ordre de facteur d'impact :

- Journal of cleaner production,
- International journal of life cycle assessment,
- Journal of industrial ecology.

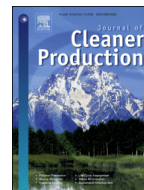


Image 1: Journal of cleaner production



Image 2: International journal of life cycle assessment



Image 3: Journal of industrial ecology

2/ Tour d'horizon des réseaux de recherche sur l'ACV et l'éco-conception

- **Sur le plan international**, il existe plus de 80 réseaux de recherche en ACV regroupant chercheurs, industriels, bureaux d'études et/ ou institutionnels dans le monde. Ces réseaux comptent dans leur rang parmi les meilleures universités et laboratoires de recherche¹. Les plus connus sont le SETAC et le CIRAIG :

- Le **SETAC** (The Society of Environmental Toxicology and Chemistry), réseau de recherche composé initialement de biologistes, chimistes et toxicologues souhaitant développés des interactions avec d'autres chercheurs dans le domaine de l'environnement fut l'un des premiers à se tourner vers l'ACV dans **les années 1980**. Créé initialement en Amérique du

¹ A. Bjorn et al., *Mapping and characterization of LCA networks*, Journal of life cycle assessment, 2012.

nord, ce réseau s'est rapidement développé couvrant l'essentiel des continents (SETAC Europe en 1989).

- Le **CIRAIG** (Centre Interuniversitaire de Recherche sur le cycle de vie des produits, procédés et services) au Canada, et notamment sa chaire universitaire en analyse du cycle de vie est un autre réseau reconnu par la communauté scientifique ACV. Initié par le département en génie civil de l'université Polytechnique de Montréal, et créé en 2001, le CIRAIG est aujourd'hui co-porté par d'autres universités québécoises et ses domaines de recherche se sont étendus.

• **En France**, le développement de réseaux impliquant des centres de recherche et industriels est beaucoup plus récent. On peut citer :

- **le cluster CREER** (Cluster Research : Excellence in Ecodesign & Recycling) a été fondé au printemps 2007 à l'initiative de sept entreprises : Renault, Steelcase, Plastic Omnium, Veolia Environnement, le Groupe SEB et le Centre Technique des Industries Mécaniques (CETIM), en partenariat avec la SERAM et le laboratoire MAPIE de l'Institut ENSAM de Chambéry.

L'objectif de ce cluster est de développer une recherche non concurrentielle dans les domaines de l'éco-conception de produits et du recyclage. Il s'agit d'améliorer l'efficacité en éco-conception de ses membres au travers de projets communs et d'une mise en commun de leurs recherches respectives sur l'environnement.

- **Le réseau ELSA** (Environmental Life cycle and Sustainability Assessment) est un groupe de recherche créé en 2008 et dédié à l'Analyse en Cycle de vie et à l'écologie industrielle appliquées aux agro-bio procédés. ELSA rassemble des chercheurs, des enseignants et des étudiants de plusieurs laboratoires de recherche et établissements d'enseignement supérieur du Languedoc-Roussillon (CIRAD, Ecole des Mines d'Alès, INRA, Irstea, Montpellier SupAgro). Il a notamment piloté le projet AGRi BALYSE (2010-2013), dont l'objectif était de fournir une base de données publique d'Inventaires de Cycle de Vie de produits agricoles à la sortie de la ferme dans le cadre de l'affichage environnemental des produits de grande consommation.

- **le réseau ECOSD, créé en mars 2012 sous statut associatif**, dont l'objectif est de favoriser des échanges entre chercheurs, entre industriels et entre chercheurs et industriels, afin de créer et diffuser les connaissances **dans le domaine de l'Eco-conception de Systèmes pour un Développement durable (ECOSD) en France, il compte 34 membres dont 17 membres universitaires recherche et formation** (Agro Paris-Tech, Arts et métiers Paris Tech, université de Troyes, université de Compiègne, ...) et 9 membres entreprises. (SAFRAN SAGEM, VINCI, Arcelor Mittal, Peugeot, EVEA évaluation, ...).

- **SCORE LCA, créée en mai 2012, est une structure coopérative de recherche privée sous statut associatif** née à la suite d'une étude menée par l'association RECORD (REseau COopératif de Recherche sur les Déchets) sur l'état des lieux de la recherche en ACV. Ses membres sont des industriels (EDF, GDF SUEZ, RENAULT, SAINT-GOBAIN, TOTAL, VEOLIA)

Chaque réseau a ses spécificités et ses propres thématiques de recherche, ses interactions avec les industriels. Mais c'est sans compter les Instituts d'Excellence dans le domaine des Energies Décarbonées (IEED) labellisés dans le cadre du programme investissements d'avenir qui ont inclus une plateforme de compétences sur l'évaluation environnementale par l'ACV ainsi que les Chaires de recherche universitaires ou industrielles spécifiques au sujet : la **chaire ParisTech – VINCI** «éco-conception des ensembles bâtis et des infrastructures», créée en novembre 2008, la **chaire AIRBUS – ISAE : CEDAR** « Chair for Eco-Design of AiRcraft », créée en juin 2013, la **chaire portée par l'Université de Nantes** « génie civil écoconstruction », créée en novembre 2013 ou encore la **chaire ELSA-PACT** « évaluation de la durabilité du cycle de vie », créée en mars 2014.

D'autres groupements de recherche de moindre envergure ont aussi acquis une notoriété dans la communauté ACViste : l'INRA de Rennes dans la filière agro-alimentaire, le groupe Cyvi de l'Université de Bordeaux dans le secteur de la chimie et l'Université Technologique de Troyes sur les agro-matériaux.

A l'heure actuelle, aucun réseau de recherche français n'a véritablement de reconnaissance scientifique à l'international. **En effet, d'après Michele Galatola de la DG Environnement de la Commission Européenne**, la dimension scientifique n'est pas le point fort de la France, d'autres pays comme l'Allemagne, le Danemark, la Suède, ou les Pays-Bas, ayant été précurseurs dans l'ACV. Par contre, il signale l'intérêt fort des autorités publiques ayant donné lieu notamment aux réflexions sur l'affichage environnemental, conférant à la France une avance en matière d'application de l'ACV.

Toutefois, de par le Congrès [avniR] ACV qu'elle organise depuis 2011 à Lille, la plateforme [avniR], portée par le Cdze, a une visibilité à l'international et est couramment sollicitée pour présenter dans des congrès internationaux ses travaux visant l'intégration de la pensée en cycle de vie dans les filières économiques.

3/ Quelques notions

- **Définition et historique de l'ACV**

L'expression "Analyse du Cycle de Vie" (ACV) correspond à l'anglais Life Cycle Assessment (LCA). L'ACV est une méthodologie scientifique régie par la norme ISO 14040 (1997 puis révisée en 2006) pour **évaluer les impacts environnementaux** d'un produit, d'un procédé ou d'un service en prenant en compte toutes les étapes de son **cycle de vie** : depuis l'extraction des matières premières jusqu'à sa fin de vie.

Elle tire son origine du secteur privé, les premières études ayant été menées par des industriels aux États-Unis dans les années 60. Ces premières études ont été réalisées de manière à justifier des préoccupations visant la réduction des consommations des matières premières et de l'énergie consommée.

En 1969, Harry E. Teastley Jr. réalisa la première étude multi-critères pour Coca Cola, dont les objectifs étaient de permettre de faire des choix entre : le verre et le plastique pour l'embouteillage du produit, la production de la bouteille en interne ou l'externalisation, les diverses modalités associées à la fin de vie (recyclage ou one-way).

La bouteille en plastique fut le choix qui parut le meilleur suite à l'étude, contre toute attente. L'étude ne fut jamais publiée de façon intégrale. Seul un résumé le fut, en avril 1976, dans "Science Magazine".

Cette étude est reconnue comme étant une référence en raison de son caractère multicritère ; elle a été réalisée en prenant en compte plusieurs impacts environnementaux.

Plusieurs études similaires ont été réalisées par la suite aussi bien aux États-Unis qu'en Europe, ce qui a permis d'améliorer la méthodologie initialement proposée et de la développer en continu.

Il est important de souligner que, suite à la publication des premières études, de nombreuses discussions et débats ont été lancés en raison des hypothèses faites et de la validité des comparaisons qui ont été proposées. Ceci a poussé la communauté des utilisateurs et des chercheurs mettant en œuvre la démarche à initier le processus de normalisation de la méthodologie d'Analyse du Cycle de Vie.

Actuellement cette démarche est mondialement utilisée, grâce à l'implication des organismes gouvernementaux et aux efforts de diverses institutions. Les normes dédiées à l'ACV sont regroupées dans le cycle ISO 14000.

Les flux de matières et d'énergie **entrants** et **sortants** sont inventoriés à chaque étape. À partir de ces données, on procède à une **évaluation des impacts environnementaux**. Les plus couramment retenus sont le réchauffement climatique, l'acidification de l'air, l'eutrophisation, l'épuisement des ressources naturelles, etc.

L'ACV permet donc d'identifier les principales sources d'impacts sur l'environnement en vue d'une démarche d'éco-conception mais aussi d'arbitrer d'éventuels transferts de pollution lors de la substitution d'une technologie, d'un composant ou autre.

L'éco-conception consiste à intégrer l'environnement dans les phases de conception ou d'amélioration d'un produit. Cette approche a pour but de réduire les impacts sur l'environnement d'un produit par une prise en compte globale de l'environnement (consommation de matière et d'énergie, rejets, émissions et déchets), à chaque étape du cycle de vie du produit (de l'extraction des matières premières à sa valorisation en fin de vie, en passant par ces étapes de distribution et d'utilisation).

- **La méthodologie ACV : une approche multi-critères et multi-étapes**

L'analyse du cycle de vie est une méthode normalisée, multi-étape, multicritères, qui s'appuie sur une démarche cyclique et itérative et qui présente l'avantage de proposer une vision globale de l'impact environnemental d'un produit, d'une activité...

Les améliorations environnementales envisagées doivent être bien sûr réalisées tout en conservant voire en améliorant la qualité, l'aptitude d'utilisation et les fonctionnalités des produits.

Par rapport à l'ensemble des démarches d'amélioration environnementale des produits, **la signature spécifique de l'éco-conception** est la prise en compte **des différents impacts** et la vérification **que les améliorations préconisées pour réduire certains d'entre eux ne se traduisent pas par l'aggravation d'autres** (transferts de pollution).

Cette méthode permet également une mise en perspective des différents types d'impacts² plutôt que de se limiter à un type d'impact particulier. En se basant sur la définition d'une grandeur de référence, l'unité fonctionnelle, l'analyse du cycle de vie permet de comparer des systèmes, des produits remplissant la même fonction, comme le camion et le train pour le transport de fret.

Cependant, il faut garder en tête qu'une étude ACV dépend des objectifs et des réponses précises auxquelles on souhaite répondre. Ceci conditionne les choix et les hypothèses retenues. Les conclusions et recommandations se font donc dans la limite de l'étude.

Ainsi les résultats de l'analyse de cycle de vie sont à l'image des systèmes étudiés souvent complexes et la finesse de l'outil peut de temps en temps paraître handicapante en termes 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. **C'est en cela qu'il faut parler d'outil d'aide à la décision et non d'outil de décision.**

Face aux nombreux enjeux réglementaires, écologiques, stratégiques et économiques, cette approche préventive, et non curative, intéresse l'ensemble des acteurs économiques : fournisseurs de matières premières, fabricants, distributeurs, consommateurs, acheteurs publics et privés,

- **L'ACV sociale ou ASCV (source : lignes directrices du PNUE, SETAC et LCI)**

L'analyse sociale et socio-économique du cycle de vie est une technique d'évaluation des impacts sociaux et socio-économiques (réels et potentiels) positifs et négatifs tout au long du cycle de vie des produits, incluant l'extraction et la transformation des matières premières, la fabrication, la distribution, l'utilisation et la réutilisation, la maintenance, le recyclage et la mise au rebut.

Elle complète l'AECV (ACV environnementale) en y intégrant les aspects sociaux et socio-économiques. L'ASCV peut être mise en œuvre seule ou combinée à une AECV.

² Les impacts sont traduits sous forme d'indicateurs au moyen de modèle de caractérisation. Il peut s'agir d'impacts globaux (climat, ozone, ressources...), locaux (sol, eau...) ou d'impacts plus difficile à caractériser (biodiversité, impacts sociaux...)

L'ASCV évalue les incidences sociales et socio-économiques repérées dans le cycle de vie du produit (chaîne d'approvisionnement, utilisation et fin de vie) à l'aide de données génériques et spécifiques au site.

Elle se distingue des autres méthodologies d'évaluation des impacts sociaux par son objet (le produit) et son champ d'application (l'ensemble du cycle de vie). Les aspects sociaux et socio-économiques examinés sont ceux qui peuvent affecter positivement ou négativement les parties prenantes. Ils peuvent renvoyer aux comportements des entreprises, aux processus socio-économiques ou aux impacts sur le capital social.

Afin de prendre en compte la durabilité dans sa globalité, l'ACV dite « sociale » a l'ambition également de mesurer les impacts sociaux et socio-économiques des produits et services sur l'ensemble des acteurs concernés (travailleurs, communautés locales, consommateurs etc.). Il est à noter que cette approche novatrice reste pourtant encore mal connue et peu mise en pratique.

- **L'ACCV (Analyse des Coûts du cycle de vie) ou LCC (Life cycle cost en anglais)**

Selon la définition de Hunkeler D. et al (2008) reprise ici dans sa langue originale, à savoir l'anglais : « The assessment of all costs associated with the life cycle of a product that are directly covered by 1 or more actors in the product life cycle (supplier, manufacturer, user or consumer, and/or End of Life actor), with the inclusion of externalities that are anticipated to be internalized in the decision-relevant future. »

La notion de Coût en Cycle de Vie (LCC) permet de comptabiliser l'ensemble des coûts d'un produit ou d'un service sur le même cycle de vie que celui étudié dans le cadre de l'ACV environnementale, coûts qui sont souvent liés aux enjeux environnementaux.

Le LCC est donc un outil d'aide à la décision économique qui permet de faire le choix entre plusieurs investissements possibles, en y introduisant les notions environnementales dans la description du cycle de vie.

Le coût en cycle de vie permet de mettre en avant les coûts assumés par l'entreprise, ceux pris en charge par le client ou le consommateur jusqu'à ceux assumés par la Société.

