

Les analyses du cycle de vie dans le domaine agricole

L'analyse du cycle de vie (ACV) est une méthode normalisée qui permet d'évaluer les impacts environnementaux d'un produit, d'un service voire d'un système, à chaque étape de son cycle de vie. Que recouvre l'ACV dans le domaine de l'agriculture ? Comment est-elle utilisée ? Quels sont ses avantages et ses limites ?

Depuis les années soixante-dix, le monde agricole cherche à déterminer et quantifier les impacts des pratiques agricoles sur l'environnement naturel. Plusieurs méthodes de diagnostics ont été proposées (Van der Werf et Petit, 2002). Les méthodes les plus récentes, développées dans le courant des années quatre-vingt dix et deux mille, évaluent les impacts des pratiques à l'échelle de la parcelle, de l'exploitation agricole ou du territoire. Elles mobilisent des indicateurs agro-environnementaux lorsqu'elles ne s'intéressent qu'aux impacts sur l'environnement naturel ou des indicateurs sociaux et économiques lorsqu'elles abordent la notion de durabilité. L'analyse du cycle de vie (ou ACV) fait partie de ces méthodes d'évaluation environnementale. Depuis une dizaine d'années, elle est utilisée notamment afin de comparer les impacts environnementaux des produits (productions végétales – énergétiques et alimentaires – et animales), des techniques et/ou des modes de productions agricoles.

Qu'est-ce que l'analyse du cycle de vie ?

L'analyse du cycle de vie est une méthode normalisée qui produit une évaluation des impacts environnementaux potentiels d'un produit ou d'un système à chaque étape de son cycle de vie, autrement dit du « berceau à la tombe ». Le cycle de vie d'un produit ou d'un système comprend les étapes de fabrication, d'utilisation et d'élimination. Selon la norme ISO 14040, une ACV se réalise en quatre étapes (figure 1).

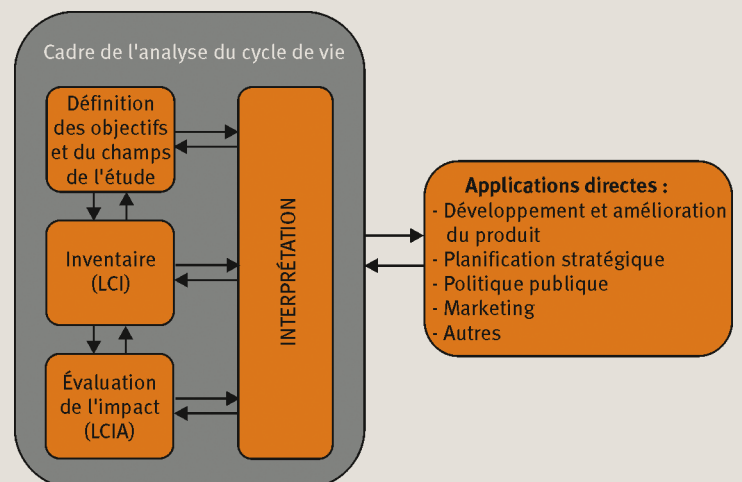
Définition et champ de l'étude

La définition de l'objectif et du champ de l'étude expose la problématique, les applications envisagées et identifie les destinataires de l'étude. Au cours de cette étape sont définies les frontières du système, l'unité fonctionnelle (grandeur quantifiant la fonction du système, le service offert et sur la base de laquelle sont comparés des scénarios), ainsi que les hypothèses retenues notamment pour fixer les règles d'allocation.

Dans la plupart des études ACV traitant des thématiques agricoles, les frontières du système se limitent généralement « du berceau aux portes de l'exploitation agricole ». Tous les éléments mobilisés sont considérés, depuis leur conception jusqu'à leur sortie de l'exploitation agricole, mais le devenir des produits agricoles sortants de l'exploitation n'est pas pris en compte. Une fois le système délimité, il est ensuite nécessaire d'en définir les fonctions afin de choisir l'unité fonctionnelle la plus pertinente. Les fonctions d'une exploitation agricole sont nombreuses. On peut citer les principales :

- la **fonction de management de l'espace** dépend du degré d'intensification de l'exploitation d'une part et permet une utilisation de l'espace selon une approche plus sociale d'autre part. Cette fonction est exprimée par une unité fonctionnelle telle que l'hectare ;

1 Les quatre étapes de l'analyse du cycle de vie selon la norme ISO 14040



1 Exemple d'unités fonctionnelles (UF) utilisées dans des ACV agricoles (d'après De Gervillier, 2008).

Fonctions	Production		Espace	Financière
	Production de produits agricoles	Valeur énergétique des produits alimentaires		
Unités fonctionnelles correspondantes	Kg de matières sèches (MS) Quintal de produit Tonne de sucre extractable Tonne de pomme Tonne de produit final (ex. : bouteille de vin) Tonne de produit récolté Tonne de grain Kg de lait biologique Kg de porc produit Kg de poids vif	MJ par kg de MS MJ alimentaire produite GJ Tonne équivalent de grain contenant 12 % de protéines	MS/ha kg/ha hectare SAU ha/an	€ de marge brute € de produit brut

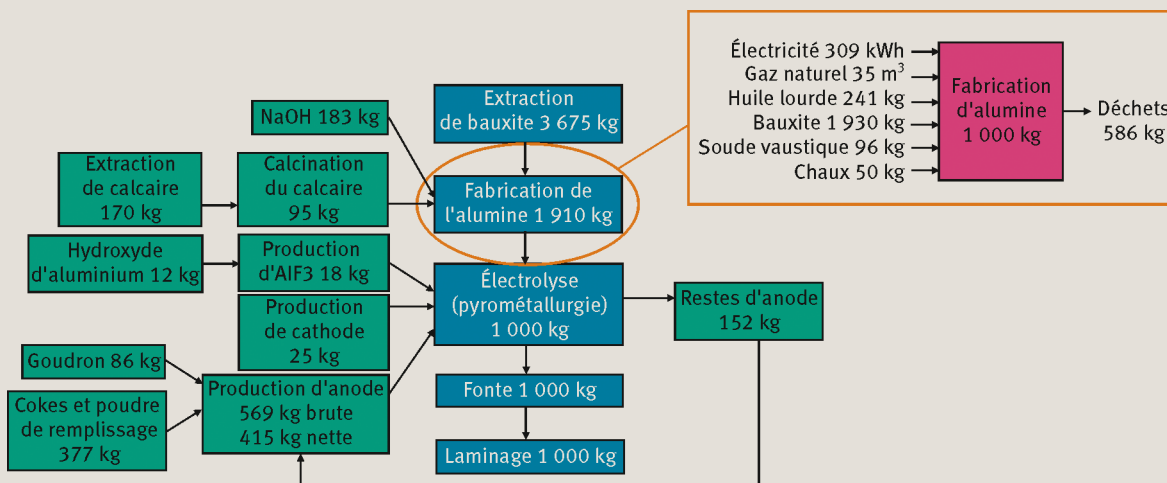
- la **fonction de production** peut être abordée de deux manières distinctes :
 - du point de vue de l'agriculteur, on parle de **production de produits agricoles**. L'unité fonctionnelle représentative est la quantité de produits agricoles produite sur l'exploitation (tonne récoltée exprimée en brut ou matière sèche pour les productions végétales, litres de lait ou kilos de viande pour les productions animales) ;
 - du point de vue du consommateur, on parle de **valeur énergétique des produits alimentaires**. Cette fonction prend en considération le fait que certains produits agricoles sont directement consommés (produits frais notamment) alors que d'autres peuvent être destinés à l'alimentation des animaux qui vont produire eux-mêmes les produits animaux qui seront consommés tels que la viande ou le lait. L'unité fonctionnelle représentative de cette fonction est la quantité d'énergie nutritionnelle humaine exprimée en mégajoules (MJ) ;

- la **fonction financière** qui indique les préoccupations pour la viabilité économique de l'exploitation agricole et le revenu des agriculteurs mais qui est très peu utilisée. En pratique, la plupart des unités fonctionnelles utilisées dans les ACV agricoles (tableau 1) sont l'hectare et les quantités de produits agricoles sortant de l'exploitation agricole (tonne de matière brute produite...).

L'inventaire des flux entrants et sortants du système

Cette phase de l'ACV consiste à inventorier les flux de matière et d'énergie aux frontières d'un système donné pour chaque processus élémentaire de ce système (figure 2). Deux types de flux sont distingués : les flux directs, liés aux différents processus du système étudié et les flux indirects, liés aux processus mobilisés par les processus du système étudié (flux liés à la production d'électricité, au transport, au traitement des déchets...).

2 Inventaire des flux entrants et sortants pour un processus élémentaire donné et intégration dans le système étudié : l'exemple de fabrication d'aluminium primaire (d'après Jolliet, 2005)



► Dans le domaine agricole, les flux d'inventaire concernent principalement la fabrication des moyens de production disponibles (matériel agricole, bâtiments...), les intrants (engrais, produits phytosanitaires, semences...), les combustibles et carburants... Les émissions de polluants générées par l'utilisation de l'ensemble de ces moyens de production ainsi que les émissions agricoles directes telles que les émissions azotées (NH_3 , N_2O , NO_3 ...) sont ensuite calculées.

L'évaluation des impacts

Les flux de l'inventaire sont traduits en différentes catégories d'impacts environnementaux (effet de serre, destruction de la couche d'ozone stratosphérique, épuisement des ressources naturelles, acidification atmosphérique, formation d'oxydants photochimiques, eutrophisation des eaux, toxicité et écotoxicité) et/ou de dommages (santé humaine, réchauffement climatique, destruction des ressources naturelles) à l'aide de facteurs d'émissions. Chaque substance polluante émise est convertie à l'aide d'un facteur d'émission en substance de référence équivalent pour chaque catégorie d'impact à laquelle elle contribue (ex. : le facteur d'équivalent du N_2O est de 296 eq. CO_2 , substance de référence de la catégorie « effet de serre »).

L'interprétation

Cette dernière phase consiste à analyser les résultats obtenus, la pertinence des données recueillies, et celle des hypothèses retenues quant aux frontières du système. Des analyses de sensibilité peuvent être réalisées afin d'évaluer l'influence de certains choix et de paramètres clés sur les résultats.

De même, des analyses d'incertitude permettent de rechercher puis de quantifier l'incertitude introduite dans les résultats d'un inventaire de cycle de vie par les effets cumulés de l'incertitude sur les flux entrants et de la variabilité des données. D'un point de vue général, l'interprétation permet de connaître les points forts et les points faibles de l'étude ACV réalisée et du système étudié afin d'améliorer ces derniers. Au final, l'étude ACV réalisée doit faire l'objet d'une revue critique élaborée par un organisme extérieur indépendant, notamment si les résultats sont utilisés à des fins comparatives.

Exemples de réalisation d'ACV en agriculture

Un état de l'art sur l'utilisation des ACV en agriculture a été conduit au Cemagref en 2008 (De Gervillier, 2008). Il a montré que l'essentiel des études ACV dans le domaine agricole comparaient des productions végétales (blé/maïs), des modes de production d'aliments du bétail, des techniques agricoles (défanage, dose d'apport d'engrais) ou encore des modes de production agricole (agriculture intensive, biologique, raisonnée).

Les références sont très nombreuses et une étude réalisée la même année par Ecoinvensys pour le compte de

l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME, 2008) a recensé environ cent trente études, soixante et une publications scientifiques, quarante neuf rapports de recherche, douze thèses, six articles de conférences et trois bases de données.

Une présentation exhaustive de l'ensemble des études recensées n'est pas possible ici du fait de la diversité de leurs objectifs et des résultats obtenus. On peut cependant citer quelques exemples représentatifs de cette diversité :

- étude sur le café et l'orange (Mourad *et al.*, 2007) dont l'objectif est de présenter une méthodologie simple pouvant être employée par les fermiers et les managers environnementaux ;
- comparaison entre le colza suédois, le soja brésilien et l'huile de palme malaisienne (Mattsson *et al.*, 2000), avec l'objectif de tester des indicateurs sur la fertilité des sols et la biodiversité ;
- comparaison sur le blé d'hiver et le maïs (Wang *et al.*, 2007), afin de déterminer la culture ayant l'impact le plus faible sur l'environnement et d'établir les points à améliorer ;
- étude sur le maïs ensilage et le maïs grain (Nemecek *et al.*, 2001a), pour identifier la culture la plus favorable d'un point de vue environnemental avec des performances équivalentes en alimentation animale ;
- comparaison entre une variété de betterave sucrière riche en sucre et une variété moins riche en sucre (Charles et Nemecek, 2002) avec pour objectif l'optimisation de la filière.

On notera par ailleurs des analyses orientées vers des pratiques agricoles telle celle de Jolliet (Jolliet, 2004) sur les impacts environnementaux de différents types de défanages sur pomme de terre (mécanique, chimique et thermique). Quelques publications portent également sur les impacts environnementaux de différentes doses d'apport en fertilisants minéraux et/ou organiques pour une culture donnée (Brentrup *et al.*, 2001 ; Brentrup *et al.*, 2004b).

Enfin, certains modes de production agricoles (biologique, conventionnel, intensif, extensif ou à faible intrants) sont confrontés dans plusieurs articles (Basset-Mens, 2005 ; Nemecek *et al.*, 2001b ; Thomassen *et al.*, 2008). L'objectif des auteurs est de définir le système ayant le moins d'impacts sur l'environnement pour un produit final donné (lait, culture, production de porcs).

Dans le cadre de l'étude réalisée pour l'ADEME en 2008, Ecoinvensys a réalisé des fiches de synthèse regroupant des résultats d'ACV comparatifs pour certaines productions végétales (blé, carotte, maïs, pommes, orge, raisin de cuve, riz, seigle, tomates, salades) et certaines productions animales (truites arc-en-ciel, lait de vache, œufs, viande bovine, viande ovine, viande porcine).

Cet état de l'art a été l'occasion de voir qu'il existe peu d'études et de références scientifiques comparant les impacts de différentes techniques agricoles (avec ou sans labour...) ou d'exploitations agricoles en tant que systèmes.

Atouts et limites de l'utilisation de l'ACV en agriculture

De manière générale, l'ACV permet de quantifier l'impact environnemental d'un produit et/ou d'un système. Elle permet également d'identifier les éventuels transferts de pollution d'une étape à une autre du cycle de vie ou d'une forme de pollution à une autre dans le cas de comparaison de processus différents rendant les mêmes services.

Enfin, elle permet de comparer plusieurs *process* ou produits tout au long de leur cycle de vie et d'identifier leurs points forts et points faibles respectifs. Toutefois, l'ACV nécessite des moyens importants en termes de temps, de données et de moyens humains. Elle doit également être réalisée dans des conditions rigoureuses et faire l'objet d'une revue critique pour éviter des analyses trop hasardeuses (résultats influencés par la personne qui réalise l'ACV, mauvais choix des hypothèses, des frontières du système ou de l'unité fonctionnelle...). Par ailleurs, l'ACV n'évalue que les impacts potentiels du système étudié et non les impacts réels, qui nécessiteraient la mesure des émissions réelles, l'étude des conditions locales et des phénomènes de transfert des émissions. Enfin, elle ne prend pas en compte certaines catégories d'impacts comme les nuisances (bruit, odeur...).

Intérêts et perspectives pour une utilisation de l'ACV en agriculture

L'enjeu majeur de l'utilisation de l'ACV est double. Elle permet, par son approche multicritère :

- d'identifier les principales sources d'impacts environnementaux et d'éviter ou, le cas échéant, d'arbitrer les transferts de pollution liés aux différentes alternatives envisagées ;
- de présenter une vision globale des impacts générés par les produits ou les procédés, fournissant ainsi des éléments d'aide à la décision pour l'agriculteur d'une part (choix des pratiques ayant un moindre impact sur l'environnement, choix d'équipements mieux adaptés...) et

pour le décideur public d'autre part (choix de filières de valorisation, critères d'écolabellisation des produits...). L'intérêt de l'utilisation de l'ACV en agriculture est donc principalement d'offrir une meilleure connaissance et une meilleure compréhension des systèmes de production et des filières agricoles du fait de la nécessité de décrire des scénarios de production contrastés et les limites des systèmes étudiés, et de fournir des données fiables pour l'analyse de l'inventaire. Toutefois, les études ACV sont sensibles d'une part à la méthodologie utilisée pour la réalisation de l'étude (limites du système, choix de la méthode de caractérisation des impacts, qualité des données d'inventaire, règles d'allocation), et d'autre part à la nature même du sujet d'étude fortement influencé par les conditions naturelles (climat, type de sol...) et les conditions de production (rotation, mode de production, antécédents culturaux...). Certains aspects sont également difficiles à aborder dans les ACV agricoles tels que la dimension spatiale de cette activité ou la notion d'impact « positif » de l'activité agricole (maintien de la biodiversité, fertilité des sols ou séquestration du carbone).

De ce fait, une harmonisation des méthodes ACV et des modes d'acquisition des données est nécessaire pour rendre les ACV plus robustes, tout comme la capitalisation des études ACV des productions agricoles et leur adaptation au contexte français. Il est donc nécessaire d'une part de multiplier les études ACV traitant des systèmes agricoles français pour améliorer les connaissances des impacts environnementaux de ces systèmes complexes, et d'autre part de poursuivre les avancées méthodologiques sur la méthode elle-même notamment en développant de nouvelles catégories d'impacts (qualité de l'eau, prise en compte des nuisances et de la biodiversité...). ■

Les auteurs

Marilys Pradel

Cemagref, Centre de Clermont-Ferrand,
UR TSCF, Technologies et systèmes
d'information pour les agrosystèmes,
Domaine des Palaquins, 03150 Montoldre
marilys.pradel@cemagref.fr

QUELQUES RÉFÉRENCES CLÉS...

- **ADEME**, 2008, *Analyse du Cycle de Vie des produits agricoles. Rapport de synthèse*, CD-ROM Journée technique 2 octobre 2008, 51 p.
- **BASSET-MENS, C.**, 2005, *Propositions pour une adaptation de l'Analyse de Cycle de Vie aux systèmes de production agricole. Mise en œuvre pour l'évaluation environnementale de la production porcine, thèse de doctorat*, spécialité Science de l'environnement, Agrocampus Rennes, 241 p.
- **BRENTROP, F., KUSTERS, J., KUHLMANN, H., LAMMEL, J.**, 2001, Application of the Life Cycle Assessment methodology to agricultural production: An example of sugar beet production with different forms of nitrogen fertilisers, *European Journal of Agronomy*, n° 14, p. 221-233.
- **BRENTROP, F., KUSTERS, J., LAMMEL, J., BARRACLOUGH, P., KUHLMANN, H.**, 2004b, Environmental impact assessment of agricultural production systems using the life cycle assessment (LCA) methodology II. The application to N fertilizer use in winter wheat production systems, *European Journal of Agronomy*, n° 20, p. 265-279.
- **CHARLES, R., NEMECEK, T.**, 2002, Bilan écologique de la betterave à sucre, in : *Journée d'information betterave, Betterave à sucre : de la graine au cristal*, RAC et FAL:2.

► Consulter l'ensemble des références
sur le site de la revue www.set-revue.fr