

**ECOALIM : UNE BASE DE DONNEES DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX  
DES MATIERES PREMIERES UTILISEES EN FRANCE  
POUR L'ALIMENTATION ANIMALE**

**Wilfart Aurélie<sup>1</sup>, Dauguet Sylvie<sup>2</sup>, Tailleur Aurélie<sup>3</sup>, Willmann Sarah<sup>3</sup>, Laustriat Marie<sup>2</sup>, Magnin Morgane<sup>1</sup>, Garcia-Launay Florence<sup>4</sup>, Gac Armelle<sup>5</sup>, Dusart Léonie<sup>6</sup>, Espagnol Sandrine<sup>7</sup>**

[aurelie.wilfart@inra.fr](mailto:aurelie.wilfart@inra.fr)

<sup>1</sup> UMR SAS, INRA, Agrocampus Ouest, 35042 Rennes, <sup>2</sup> Terre Inovia, 33600 Pessac, <sup>3</sup> ARVALIS, Institut du végétal, 44370 la Chapelle Saint Sauveur, <sup>4</sup> UMR PEGASE, INRA, Agrocampus-Ouest, 35590 Saint-Gilles, <sup>5</sup> Institut de l'Élevage, Monvoisin, 35652 Le Rheu Cedex, <sup>6</sup> ITAVI, 37380 Nouzilly, <sup>7</sup> IFIP, Institut du porc, 35651 Le Rheu

**RÉSUMÉ**

La réduction des impacts environnementaux des produits animaux est un enjeu important pour les filières animales. Pour raisonner les stratégies de réduction des impacts des aliments, il est nécessaire de disposer de références fiables d'impacts environnementaux des matières premières (MP). La base de données ECOALIM fournit les inventaires de cycle de vie et les impacts environnementaux des MP utilisées pour l'alimentation animale en France. Elle repose sur la méthodologie d'Analyse du Cycle de Vie, et calcule les impacts changement climatique, eutrophisation, acidification, consommation d'énergie non renouvelable, consommation de phosphore et occupation des terres pour différents périmètres : sortie champ, sortie organisme stockeur, rendu port français et sortie usine de production. Les données techniques de la période 2008-2012 ont été utilisées. La base de données contient 150 valeurs dont 62 MP moyennes, 27 valeurs de déclinaisons et 10 MP étrangères. Les impacts moyens des matières premières sont cohérents avec la bibliographie. La base de données ECOALIM repose sur des données précises et homogènes. Elle fournit pour la première fois l'ensemble des produits minoritaires (soja français, sorgho français...) et permet ainsi de réaliser des formules complètes en France et d'explorer des formules innovantes d'aliments, prenant en compte des critères économique et environnementaux. Ces valeurs seront incluses dans la prochaine version des tables nutritionnelles INRA-AFZ et dans la base de données européenne pour l'alimentation animale (GFLI).

**ABSTRACT**

**ECOALIM: French database for the environmental impacts of feed ingredients for animal nutrition**

Reducing the environmental impact of animal products is a major challenge for animal production chains. To handle strategies of impact mitigation, it is necessary to have accurate references on environmental impact of feed ingredients (FI) utilized in animal nutrition. The ECOALIM database provides life cycle inventories and environmental impact of FI utilized in France. Based on life cycle assessment methodology, it calculates the impacts on climate change, eutrophication, acidification, non-renewable energy use, phosphorus consumption and land use for different system boundaries: at the field gate, stored agencies gate, harbour gate, and production plant gate. Technical data from 2008 to 2012 were utilized. The database contains 150 values including 62 national average FI, 27 variants and 10 foreign FI. The impacts of average FI are consistent with our expert knowledge and international bibliography. The utilization of technical leverages should be chosen in accordance with the environmental issue at the local level. The ECOALIM database relies on precise and homogenous data. It provides for the first time to our knowledge all the minor components and allows to construct full formulas and to investigate innovative feed formulas accounting for economic and environmental criteria. These values will be incorporated into the next tables of composition INRA-AFZ as well in the European environmental database for animal nutrition (GFLI).

## INTRODUCTION

Après avoir constaté les impacts des productions animales sur l'environnement (Steinfeld *et al.*, 2006), les travaux de la FAO soulignent l'importance de réduire les émissions liées à l'élevage, et donc d'identifier des leviers d'atténuation (Gerber *et al.*, 2013). Dans les systèmes de productions d'animaux monogastriques, la production d'aliment contribue fortement aux impacts environnementaux des produits animaux. Ainsi, en production conventionnelle, l'alimentation des animaux est responsable de 50% à 85% des impacts changement climatique, 64% à 97% du potentiel d'eutrophisation, 70% à 96% de l'utilisation d'énergie et pratiquement 100% de l'occupation des terres (Basset-Mens et van der Werf, 2005 ; Prudêncio da Silva *et al.*, 2014). Etant donné la large contribution de l'alimentation à de nombreux impacts, privilégier des matières premières (MP) à faibles impacts environnementaux dans les formules d'aliments pourrait permettre d'obtenir des réductions des impacts de l'aliment et des produits animaux. Pour cela, il faut disposer de valeurs d'impacts des MP qui soient fiables et obtenues avec une méthodologie homogène pour réaliser les analyses de cycle de vie (ACV) et les prendre en compte dans les outils de formulation.

La formulation d'aliment en France est basée essentiellement sur des MP françaises qui sont issues d'un panel varié de conditions pédoclimatiques et de pratiques agricoles. Une étude précédente (Nguyen *et al.*, 2012) a déjà mis en exergue le besoin de données homogènes d'impacts environnementaux pour les MP afin de formuler des aliments à faibles impacts et pour explorer des solutions d'atténuations de ces derniers. La base de données ECOALIM est le résultat d'un projet collaboratif entre les instituts de recherche et les instituts techniques agricoles en lien avec l'alimentation animale. Elle rassemble à ce jour les données environnementales les plus précises et représentatives du contexte français. Cette base de données peut être utilisée en France et par les pays importateurs de MP françaises. Cet article présente les choix méthodologiques et les différents périmètres choisis pour développer la base de données ECOALIM ainsi que ses potentielles utilisations.

## 1. MATERIELS ET METHODES

### 1.1. Principes généraux de l'ACV et frontières des systèmes étudiés

Plusieurs périmètres ont été retenus dans la base de données ECOALIM : sortie champ, sortie organisme stockeur (OS), rendu port français pour les matières premières importées et sortie usine de production pour les produits transformés. Le périmètre « sortie champ » est adapté aux cultures produites et utilisées pour la fabrication d'aliments à

la ferme. La formulation par des fabricants d'aliments nécessite d'autres périmètres. Le périmètre « sortie OS » est pertinent pour les céréales et les graines oléo-protéagineuses utilisées par les fabricants d'aliments et le périmètre « sortie usine de production » pour les coproduits et les produits industriels (e.g., tourteaux, acides aminés). Le périmètre « rendu port français » est pertinent pour les matières premières importées.

Dans la base de données ECOALIM, les impacts environnementaux des coproduits (coproduits de blé, de maïs, produits carnés...) ont été calculés en appliquant une allocation économique basée sur une moyenne olympique pour la période 2008-2012 pour chaque coproduit. L'unité fonctionnelle retenue est le kilogramme de matière première au taux d'humidité de référence, ce qui est l'unité fonctionnelle usuelle pour les matières premières.

### 1.2. Inventaires de cycle de vie

Les inventaires de cycles de vie pour les cultures françaises sont basés sur les inventaires de la base de données française pour les produits issus de l'agriculture AGRIBALYSE® (Koch et Salou, 2015), avec une mise à jour des facteurs d'émissions pour l'ammoniac (EMEP/EEA, 2013) et quelques ajustements sur les pratiques culturales. Une des évolutions majeures est la répartition des impacts dus à la fertilisation phosphatée et la perte en nitrates. Ces dernières ont été calculées à l'échelle de la rotation et réparties entre les cultures de la rotation, en fonction des exportations et besoins des cultures pour le phosphore et à part égale entre les cultures pour le lessivage. De plus, les itinéraires de production de semences ont été revus et précisés, et la plage de données a évolué de 2005-2009 à 2008-2012.

#### 1.2.1 Cultures françaises

Pour toutes les cultures françaises, les inventaires moyens (rendement, fertilisation, traitements et semences) ont été obtenus à partir des statistiques agricoles (UNIP, 2005-2009 ; Agreste, 2005-2012, 2006). Pour les principales MP (maïs, blé, orge, colza, et tournesol), des inventaires spécifiques ont été produits pour une fertilisation organique systématique, l'introduction systématique de protéagineux ou de cultures intermédiaires pièges à nitrates dans la rotation. Ces inventaires ont été obtenus à partir du réseau de fermes de référence d'Arvalis-Institut du végétal afin d'évaluer la variabilité des résultats en fonction du système de culture.

#### 1.2.2. Cultures importées

Les données d'inventaires concernant les rendements, les itinéraires culturaux et les prix des cultures étrangères sont issus de la bibliographie scientifique pour le soja brésilien (Prudêncio da Silva *et al.*, 2010), le blé anglais (Röder *et al.*, 2014), les sorgho et maïs USA (USDA, 2014), le palmier à huile malésien (Nemecek et Kägi, 2007 ; Malaysian palm oil board,

2014), la canne à sucre du Pakistan (FAOstat, 2013) et le tournesol ukrainien (statistiques nationales complétées d'une enquête Terres Inovia). Les inventaires des ressources ont été réalisés selon Prudêncio da Silva *et al.* (2010) et Boissy *et al.* (2011). Les émissions ont été calculées avec la méthodologie IPCC (2006) pour les gaz à effet de serre et les résidus de récolte, Nemecek et Kägi (2007) pour le NH<sub>3</sub>, les NO<sub>x</sub>, les éléments trace métalliques et les phosphates, et Basset-Mens et van der Werf (2007) pour les nitrates.

### 1.2.3 Produits transformés

Les données de transformation des produits agricoles (processus de trituration, d'extrusion, de décorticage...) proviennent de communications personnelles d'industries de transformation, sauf pour les huiles et les tourteaux d'oléagineux français et les matières premières étrangères (Weidema *et al.*, 2013). Les inventaires des produits industriels sont issus de Garcia-Launay *et al.*, (2014) pour les acides aminés, de données industrielles confidentielles pour les minéraux et de données Ecoinvent (Weidema *et al.*, 2013) adaptées au contexte français pour les vitamines et de l'ADIV pour les coproduits d'origine animale.

### 1.3. Analyse de l'inventaire

La base de données ECOALIM utilise la méthode de caractérisation ILCD recommandée par le Joint Research Centre (JRC, 2012) ainsi que la CML IA (PréConsultants, 2015) qui est la méthode la plus utilisée à ce jour dans les ACV agricoles. L'utilisation d'énergie a été obtenue par la méthode CED 1.8 (PréConsultants, 2015). Le changement climatique avec (CCLUC) ou sans changement d'utilisation des terres (CC) est exprimé en kg CO<sub>2</sub>-eq, l'acidification (AC) en molc H<sup>+</sup>-eq (ACILCD) et kg SO<sub>2</sub>-eq (ACCML), l'eutrophisation (EU) terrestre en molc N-eq, l'EU eau douce en kg P-eq, l'EU marine en kg N-eq, l'EUCML (agrégation des 3 types) en kg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-eq, l'occupation des terres (OT) en m<sup>2</sup>.an, et l'utilisation d'énergie non-renouvelable (CEDNR) et totale (CEDTOT) en MJ. La demande en phosphore (DP) est exprimée en kg P et somme l'ensemble des entrants phosphorés pendant le cycle de vie.

Le logiciel Simapro® version 8.0.5.13 (PRé Consultants) a été utilisé pour les calculs d'impacts et la base de données attributionnelle ecoinvent v3.1, pour les données d'arrière-plan (électricité, transport... ; Weidema *et al.*, 2013).

## 2. DESCRIPTION DE LA BASE DE DONNEES

Le tableau 1 décrit le nombre de données disponibles dans la base de données pour chaque type de MP. La base de données contient 150 MP moyennes dont 27 MP pour des itinéraires culturels spécifiques. La base offre un large spectre de MP pour une utilisation pour divers systèmes de production animale (ruminants, porc, volailles) et périmètres ACV permettant une

formulation allant de la fabrication à la ferme à la formulation par des coopératives ou des firmes de nutrition animale.

Le tableau 2 est un extrait de la base de données pour les principales céréales et cultures oléo-protéagineuses françaises. Il permet de mettre en exergue l'homogénéité relative des impacts parmi les céréales et la plus grande variabilité pour les oléo-protéagineux (par exemple 0,44 ±0,06 et 0,52±0,35 kgeq CO<sub>2</sub> respectivement pour CC).

## 3. UTILISATION DE LA BASE

La base de données ECOALIM peut être utilisée pour évaluer les impacts environnementaux des aliments, des productions animales et des stratégies d'atténuation. La base est disponible sous format Excel (<http://www6.inra.fr/ecoalim>) mais aussi dans AGRIBALYSE® v1.3. (logiciel Simapro®). Les formulateurs et les praticiens ACV peuvent formuler des aliments selon les principes de la formulation à moindre coûts et calculer ensuite les impacts environnementaux des formules obtenues grâce à la base de données sous format Excel. Afin d'explorer des méthodes d'atténuation, il est aussi possible de formuler des éco-aliments en associant simultanément des critères économiques et environnementaux en intégrant les données ECOALIM dans les logiciels de formulation. Les données ECOALIM dans la base de données AGRIBALYSE® peuvent être mobilisées par les praticiens ACV dans des inventaires à l'échelle de la ferme pour l'évaluation environnementale des produits animaux en sortie de ferme en utilisant à la fois les formules classiques ou les éco-aliments. Pour ces applications, la base de données ECOALIM propose des données harmonisées, à jour et vérifiées. Elle couvre un large éventail de MP qui n'étaient pas disponibles dans AGRIBALYSE®. ECOALIM est à notre connaissance, la première et la seule base de données d'inventaires et d'impacts qui fournit l'ensemble des MP utilisées en production animale française tout en incluant des inventaires de productions agricoles spécifiques (introduction d'intercultures et de légumineuses dans la rotation, ou fertilisation organique). L'incorporation des données ECOALIM dans la base de données AGRIBALYSE® permettra des mises à jour des inventaires ainsi que l'ajout de nouvelles MP telles que les farines et les huiles de poissons ou les MP plus minoritaires telles que les MP riches en protéines produites en France (sorgho, lin, féverole, avoine, soja français). De plus, cette incorporation permettra une meilleure diffusion dans les logiciels ACV (Simapro®, OpenLCA). Les données ECOALIM seront prochainement incorporées dans les tables de composition INRA-AFZ et dans la base de données européenne pour l'alimentation animale GFLI.

## CONCLUSIONS

La base de données ECOALIM fournit les impacts environnementaux des MP avec une méthodologie harmonisée, homogène et représentative de la France. Cette approche permet d'éviter les doubles comptages des impacts environnementaux. L'ensemble de l'approche a été développée en cohérence avec la base de données AGRIBALYSE® permettant ainsi d'utiliser les données dans un objectif de labélisation environnemental des produits animaux. Ces données sont également proposées à l'initiative européenne "Product Environmental Footprint".

Construite en partenariat avec des instituts de R&D, des fabricants d'aliments et de MP, cette base de données contient les MP nécessaires pour formuler des aliments composés et des MP françaises. La base de données ECOALIM permettra de proposer des formules incorporant des contraintes nutritionnelles, économiques et environnementales. Cette nouvelle approche dans la conception des aliments fait l'objet de recherches complémentaires pour en évaluer le potentiel en tant qu'option d'atténuation des impacts environnementaux des produits animaux.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGRESTE, 2005-2012. Statistique Agricole Annuelle. <http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/enquetes/statistique-agricole-annuelle-saa/>
- AGRESTE, 2006. Enquête sur les pratiques culturales. <http://agreste.agriculture.gouv.fr/publications/chiffres-et-donnees/article/enquete-sur-les-pratiques>
- Basset-Mens C., van der Werf H.M.G., 2005. Agr. Ecosyst. Environ, (105), 127-144.
- Boissy J., Aubin J., Drissi A., der Werf H.M.G., Bell G.J., Kaushik S.J., 2011. Aquaculture, (321), 61-70.
- EMEP/EEA, 2013. Air pollutant emission inventory guidebook - Technical Report N°12. E.E.A. (Eds.). EAA, Copenhagen, Denmark.
- FAO, 2013. FAOStat Production statistics.
- Garcia-Launay F., van der Werf H.M.G., Nguyen T.T.H., Le Tutour L., Dourmad J.Y., 2014. Livest. Sci. (161), 158-175.
- Gerber P.J., Steinfeld H., Henderson B., Mottet A., Opio C., Dijkman J., Falcucci A., Tempio G., 2013. Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities. pp139.
- IPCC, 2006. Emissions from livestock and manure management. IPCC guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. 4(10), pp87.
- JRC, 2012. Characterisation factors of the ILCD recommended life cycle impact assessment methods. database and supporting information. European Commission, J.R.C., Institute for Environment and Sustainability (Eds.), pp31.
- Koch P., Salou T., 2015. AGRIBALYSE(R) : Methodological report - Version 1.2. ADEME. (Ed.), Angers. France, pp385.
- Malaysian palm oil board, 2014. <http://jopr.mpob.gov.my/>
- Nemecek T., Kägi T., 2007. Life cycle inventories of Swiss and European agricultural production systems. Final report Ecoinvent report v2.0, n° 15. Agroscope Reckenholz-Taenikon Research station ART. Swiss Centre for Life Cycle Inventories. Zurich and Dübendorf, Switzerland, pp308.
- Nguyen T.T.H., Bouvarel I., Ponchant P., van der Werf H.M.G., 2012. J. Cleaner Prod. (28), 215-224.
- PréConsultants, P., 2015. SimaPro Database Manual.
- Prudêncio da Silva, V., van der Werf H.M.G., Spies A., Soares S.R., 2010. J. Environ. Manag. (91), 1831-1839.
- Prudêncio da Silva V., van der Werf H.M.G., Soares S.R., Corson M.S., 2014. J. Environ. Manag. (133), 222-231.
- Röder M, Thornley P, Campbell G, Bows-Larkin A., 2014. Environ. Scie. Policy. (39), 13-24.
- Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T., Castel V., Rosales M., Haan C.d., de Haan C., 2006. Livestock's long shadow: environmental issues and options. Livestock's long shadow: environmental issues and options, pp390.
- UNIP, 2005-2009. Statistiques France protéagineux. <http://www.unip.fr/marches-et-reglementations/statistiques-france/surfaces-rendements-et-productions.html>
- USDA, 2014. Quick Stats Available from: <http://quickstats.nass.usda.gov/results/3C1C82DB-0009-3F07-91DE-1D1907917ABD>.
- Weidema BP, Bauer C, Hirschier R, Mutel C, Nemecek T, Reinhard J., 2013. The ecoinvent database: Overview and methodology, Data quality guideline for the ecoinvent database version 3, [www.ecoinvent.org](http://www.ecoinvent.org).

**Tableau 1.** Nombre de données disponibles dans la base de données selon le type de matière première et le périmètre de sortie.

Types de matière première	Au champ	Au port (français)	Au moulin ou aux portes de l'usine de transformation	Aux portes de l'organisme stockeur
Céréales	8	2	0	17
Coproduits issus des IAA <sup>a</sup>	0	0	2	0
Coproduits du maïs	0	1	5	0
Coproduits du blé	0	0	5	0
Corps gras	0	6	22	0
Acides aminés industriels	0	0	5	0
Minéraux	0	0	10	0
Graines oléo-protéagineuses	6	0	4	13
Tourteaux	0	7	22	0
Autres coproduits animaux	0	0	2	0
Autres coproduits végétaux	1	1	4	0
Ensilage	6	0	0	0
Vitamines	0	0	1	0

<sup>a</sup>IAA: industries agro-alimentaires

**Tableau 2.** Valeurs d'impact des principales matières premières françaises, aux portes de l'organisme stockeur, exprimées pour 1 kg de matière première (CC : changement climatique, CENR, consommation d'énergie non renouvelable, EU : eutrophisation, AC : acidification, OT : occupation des terres, DP : demande en phosphore) :

Matières premières	CC, kg CO <sub>2</sub> eq ILCD	CENR, MJ	EU, g PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> eq CML	AC, g molc H <sup>+</sup> eq ILCD	OT, m <sup>2</sup> .an CML	DP, g P
Avoine	0,52	3,07	5,1	12,6	2,09	3,6
Blé	0,43	2,85	3,7	10,7	1,34	4,1
Orge	0,39	2,71	3,7	9,5	1,48	4,1
Maïs grain	0,46	4,47	3,6	13,4	1,23	3,5
Sorgho	0,36	2,53	3,6	4,8	2,12	5,2
Triticale	0,50	2,95	5,3	8,7	1,84	2,6
Pois	0,19	2,21	3,7	2,5	2,32	2,9
Féverole	0,19	1,70	3,2	2,0	1,99	5,2
Colza	0,94	5,49	7,6	21,0	3,12	7,3
Lin	0,93	6,27	10,4	19,1	5,53	11,0
Soja (graine)	0,30	5,08	6,0	3,4	3,81	4,6
Tournesol	0,56	4,21	8,8	10,8	4,76	6,6