

ANALYSE DU CYCLE DE VIE DES PRODUITS AVICOLES BIOLOGIQUES EN FRANCE

Fabienne Seguin¹, Isabelle Bouvarel², Eve Pottiez², Hayo van der Werf¹

¹INRA, Agrocampus Ouest, UMR 1069; Sol Agro et hydroSystème, - 35042 RENNES,

²ITAVI, Centre INRA de Tours - 37380 NOUZILLY

Hayo.vanderWerf@rennes.inra.fr

RÉSUMÉ

L'Analyse du Cycle de Vie (ACV) a été appliquée à la production de poulets et d'œufs d'agriculture biologique (AB) en France afin d'identifier les principales étapes contributrices aux impacts environnementaux, de suggérer des améliorations et de contribuer à la conception de systèmes de production innovants. Plusieurs impacts environnementaux ont été estimés : demande cumulée en énergie (GJ), changement climatique (kg CO₂-eq), eutrophisation (kg PO₄-eq), acidification (kg SO₂-eq), utilisation de l'eau (m³) et occupation du sol (ha.an). L'unité fonctionnelle était la tonne de poids vif à la sortie de l'élevage. La production d'une tonne de poulet vif nécessitait en moyenne 271 m³ d'eau, 33 GJ de demande cumulée en énergie et 0,76 ha.an de terres agricoles. Ceci résultait en l'émission de 2,3 t CO₂-eq., 53 kg SO₂-eq. et 27 kg PO₄-eq. La production d'une tonne d'œufs nécessitait en moyenne 208 m³ d'eau, 21 GJ de demande cumulée en énergie et 0,62 ha.an de terres agricoles. Ceci résultait en l'émission de 1,9 t CO₂-eq., 45 kg SO₂-eq. et 21 kg PO₄-eq. L'aliment était le principal contributeur de tous ces impacts, sauf pour l'acidification (dégagement d'ammoniac en élevage). Pour réduire les impacts, deux pistes sont à explorer en priorité : 1) augmenter la production de matières premières pour aliments AB dans les régions d'élevage AB, afin de réduire les impacts liés au transport des matières premières importées, 2) améliorer l'indice de consommation des volailles AB. L'adoption de l'unité fonctionnelle 1000 Euros de volaille produite permettrait de compléter l'analyse en évaluant l'impact environnemental d'un budget alimentaire.

ABSTRACT

Life Cycle Assessment of organic poultry products in France

The production of organic broilers and eggs in France was analysed using Life Cycle Assessment (LCA), in order to identify the main life cycle stages contributing to environmental impacts, to suggest improvements and to contribute to the conception of innovative production systems. Several environmental impacts were estimated: cumulative energy demand (GJ), climate change (kg CO₂-eq), eutrophication (kg PO₄-eq), acidification (kg SO₂-eq), water use (m³) and land occupation (ha.yr). The functional unit was 1 tonne of live weight at the farm gate. Producing one tonne of broiler live weight required on average 271 m³ of water, 33 GJ of cumulative energy demand and 0.76 ha.an of farm land. This caused emissions of 2.3 t CO₂-eq., 53 kg SO₂-eq. and 27 kg PO₄-eq. Producing one tonne of eggs required on average 208 m³ of water, 21 GJ of cumulative energy demand and 0.62 ha.an of farm land. This caused emissions of 1.9 t CO₂-eq., 45 kg SO₂-eq. and 21 kg PO₄-eq. Feed was the main contributor to all impacts except acidification (due to ammonia emissions from housing). Two main options to reduce these impacts seem promising: 1) increasing the production of raw materials for organic feeds in regions of organic poultry production in order to reduce the transport of imported raw materials, 2) improving the feed conversion coefficient of organic poultry. The use of the functional unit 1000 Euros of poultry instead of the functional unit 1000 kg of poultry could be of value for the assessment of the environmental impacts of a food budget.

INTRODUCTION

Le développement des productions en agriculture biologique (AB) est un enjeu important pour le secteur agricole français. En effet, la demande pour ces produits est croissante et n'est globalement pas satisfaite par la production nationale. L'AB est pressentie comme une modalité intéressante de développement durable du secteur de l'alimentation, notamment pour le développement économique et le maintien de l'emploi dans les territoires mais aussi pour la protection de l'environnement (www.legrenelle-environnement.fr). Dès lors, comment favoriser une production durable des poulets et œufs AB au sein des territoires ? Le projet AVIBIO propose de répondre à cette question par une approche participative et multicritère (Pottiez et al., 2013).

Dans cette étude, l'analyse de cycle de vie (ACV) appliquée à la production de poulets et d'œufs AB en France a été utilisée afin d'identifier les principales étapes contributrices aux impacts environnementaux, de suggérer des améliorations et de contribuer à l'établissement de systèmes de production innovants.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Méthode

L'ACV est une méthode qui étudie toutes les étapes de la vie d'un produit. Après avoir défini les limites du système, un inventaire de l'utilisation des ressources (matières premières, énergie...) et des émissions de substances polluantes (CO_2 , NH_3 , NO_3 ...) est réalisé pour chaque phase de production. Ensuite, les données d'inventaire sont traduites en indicateurs d'impacts environnementaux, qui sont rapportés à l'unité fonctionnelle qui est ici une tonne de poids vif de poulet et une tonne d'œufs, à la sortie de l'élevage. Ces calculs nécessitent entre autres des données zootechniques (Tableau 1). Les données d'utilisation des ressources à chaque étape de production sont compilées pour produire les indicateurs de demande totale en énergie (en GJ/t), d'utilisation d'eau (m^3/t), et d'occupation de terres ($\text{ha.an}/\text{t}$). Les données d'émissions sont agrégées en fonction de leur potentiel à causer un ou plusieurs impacts environnementaux tels que changement climatique, ou eutrophisation. A chaque substance et pour chaque impact, un facteur de caractérisation est attribué afin de ramener l'émission à une substance équivalente. Par exemple, les émissions de gaz à effet de serre (CO_2 , CH_4 , N_2O) sont exprimées en kg équivalent CO_2 .

Les méthodes de caractérisation CML 2001 et CED version 1.05 ont été utilisées. Un indicateur « utilisation de l'eau » qui comptabilise l'eau utilisée aux différentes étapes de production a été ajouté.

1.2. Inventaires de cycle de vie : origine des données et hypothèses de travail

La production de poulets de chair AB a été étudiée en Aquitaine et Pays de la Loire et celle d'œufs AB a été étudiée en Bretagne et Rhône Alpes, ces régions étant jugées représentatives. Les systèmes de production de volailles AB étudiés comprennent la production des cultures fournissant des matières premières (MP) pour les aliments, la production de ces aliments, des poussins et de leurs géniteurs, et des volailles. La production et la fourniture de litière, d'eau, de gaz propane et d'électricité sont prises en compte. La consommation de propane et d'électricité est basée sur CRA (2010). Les données techniques sur les systèmes de production ont été fournies par une entreprise de production de volaille en Aquitaine et sont basées sur CA et ITAVI (2009). D'autres données, telles que la surface des parcours et des bâtiments, la quantité de litière utilisée et les distances de transport, sont basées sur nos enquêtes menées en 2009 dans 27 élevages de poulets de chair et 23 élevages de poules pondeuses.

Le niveau d'excrétion d'azote est basé sur les références du Corpen pour les poulets de chair AB (2006). Les émissions de NH_3 et de N_2O du bâtiment et du parcours sont basées sur Gac et al. (2006), en considérant que les poulets passent 20% de leur temps au parcours. Les émissions de CH_4 à partir du bâtiment sont basées sur Méda et al. (2011). La production et l'entretien des infrastructures (bâtiments d'élevage et machines) sont inclus dans l'analyse.

Quatre-vingt-quinze% des MP d'origine agricole des aliments des volailles sont produits en AB. L'inventaire pour la culture du maïs est basé sur les résultats de notre enquête auprès de 8 producteurs de maïs dans les Landes et le Gers en 2010. Pour les autres cultures, les données proviennent du réseau de fermes de référence de la chambre d'agriculture du Gers, les rendements sont des moyennes pour la période 2005 - 2008 (Comm. pers., Bonnet 2010). Les inventaires des cultures produites à l'étranger sont issus de Grassi et Bolognesi (2007), Migliorini et al., (2010) et de données statistiques (INEA, 2009), (ISTAT, 2010). Les inventaires d'émissions au champ sont basés sur Basset- Mens et al. (2007) pour le nitrate, sur Bentrup et al. (2000) pour l'ammoniac au champ et sur Nemecek et al. (2003) et Nemecek et Kági (2007) pour le phosphore dans les eaux. Les inventaires environnementaux des cultures conventionnelles incorporées à 5% dans les aliments et les processus de transformation des MP sont issus de la base de données de l'UMR SAS à Rennes.

Les inventaires de production de la farine de plume sont basés sur Pelletier (2008). Les impacts associés au stockage, compostage et transport des effluents d'élevage utilisés pour fertiliser les cultures ont été attribués à ces effluents et les facteurs d'émission d'azote lors du compostage et stockage du fumier sont issus de Corpen (2006). Pour les MP, le système étudié comprend les étapes depuis la production des intrants, la production au champ jusqu'à leur arrivée

à l'usine de fabrication d'aliment. Les impacts dus au transport et à la transformation des MP en coproduits sont donc comptabilisés. Le transport des MP et les autres processus tels que la production d'électricité, des machines agricoles et l'irrigation ont été pris en compte et leurs inventaires sont issus de la base de données ecoinvent (<http://www.ecoinvent.org>).

Une allocation économique a été utilisée pour allouer les impacts de production (de la culture au procédé de transformation) quand plusieurs co-produits résultent d'un même processus.

Dans les tableaux de résultats, les impacts calculés sont comparés à ceux obtenus en système conventionnel breton sans prise en compte de la production et de l'infrastructure des bâtiments d'élevage (Prudencio da Silva, 2011) et en système AB britannique (Leinonen et al. 2012).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Une tonne d'aliment pour volaille AB nécessite de 5,9 à 7,4 GJ d'énergie, 49 à 103 m³ d'eau et 0,18 à 0,22 ha.an de terre. Elle engendre de 0,45 à 0,57 t CO₂-eq., 6,4 à 8,0 kg SO₂-eq. et de 5,1 à 6,2 kg PO₄-eq. (Tableau 2) selon le type de production et la région d'utilisation. La variabilité la plus importante est observée pour la consommation d'eau, qui est nettement plus importante pour les aliments utilisés en Aquitaine et Rhône Alpes que pour ceux des Pays de Loire et de Bretagne. Les données de Leinonen et al. (2012), pour les impacts d'un aliment AB du Royaume Uni, sont au même niveau pour la demande en énergie et l'eutrophisation, de 39 à 51% plus faible pour l'acidification et beaucoup plus élevées pour le changement climatique (60 à 75%) et l'occupation des terres (281 à 295%) (Tableau 2). Ces différences sont probablement dues en partie à des différences méthodologiques. Pour l'occupation des terres la valeur de Leinonen et al. correspond à un rendement moyen des cultures entrant comme MP dans l'aliment de 1,7 t/ha, ce qui est très faible et peut correspondre à des cultures peu fertilisées. Un aliment typique pour volaille conventionnelle nécessite un peu plus d'énergie, et nettement moins d'eau et de surface agricole ; il présente une valeur plus élevée pour changement climatique, et plus faible pour acidification et eutrophisation. L'impact changement climatique est plus important pour l'aliment conventionnel parce que cet aliment contient du soja du Brésil qui est associé à la déforestation et ses fortes émissions de CO₂, tandis que l'aliment AB contient du soja d'Italie, qui n'est pas associé à la déforestation. Les plus faibles valeurs de consommation d'eau et de surface agricole résultent des meilleurs rendements des cultures conventionnelles par rapport aux cultures AB.

Une tonne de volaille de chair AB à la sortie de l'élevage nécessite 32,4 – 33,9 GJ d'énergie, 199 – 343 m³ d'eau et 0,74 – 0,78 ha.an de terre. Elle engendre 2,2 – 2,4 t CO₂-eq., 50,5 – 55,4 kg SO₂-eq. et 27,0 – 27,6 kg PO₄-eq. (Tableau 3). Les résultats

pour les deux régions diffèrent peu, sauf pour la consommation d'eau, qui est nettement plus élevée pour le poulet d'Aquitaine, qui consomme des aliments dont les MP végétales (notamment le maïs) ont été produites avec plus d'irrigation.

Nos résultats d'impacts d'un poulet de chair AB sont comparables à ceux de poulets AB britanniques (Leinonen et al., 2012) pour demande en énergie, acidification et eutrophisation, et plus faibles pour changement climatique (58 à 63%) et occupation des terres (54 à 56%) (Tableau 3). Les impacts du poulet Label Rouge d'Aquitaine sont similaires à ceux des poulets AB pour demande en énergie et acidification, plus élevés pour le changement climatique et plus faibles pour eutrophisation et occupation des terres. Enfin les impacts du poulet conventionnel de Bretagne sont de 42 à 64% plus faibles pour tous les impacts, sauf pour changement climatique, pour lequel ils sont similaires. Cette performance relativement bonne du poulet AB pour changement climatique résulte de l'origine du soja utilisé dans l'aliment. La moins bonne performance du poulet AB pour les autres impacts résulte principalement de l'indice de consommation (IC) élevée des volailles de chair AB : 3,35 (Aquitaine) et 3,10 (Pays de la Loire) (Tableau 1). Ces valeurs sont élevées par rapport aux données de la bibliographie pour les poulets de chair AB : 2,45 (Bokkers et de Boer (2009), 2,8 (Boggia et al. (2010), et 2,65 (Leinonen et al. (2012), du fait d'une durée d'élevage plus longue en France. L'IC est un paramètre clé pour l'efficacité et l'impact environnemental d'un système de production animale.

Une tonne d'œufs AB nécessite 20,4 – 21,9 GJ d'énergie, 144 – 271 m³ d'eau et 0,56 – 0,67 ha.an de terre. Elle engendre 1,8 – 2,0 t CO₂-eq., 44,3 – 45,0 kg SO₂-eq. et 20,5 – 21,5 kg PO₄-eq. (Tableau 3). Les résultats pour les deux régions diffèrent peu, sauf pour la consommation d'eau, nettement plus élevée pour l'œuf d'Aquitaine.

Une analyse de contribution (données non présentées) a montré que l'aliment était le principal contributeur à tous les impacts (de 71 à 98%), sauf pour l'acidification pour lequel il contribuait à 40%. Ceci indique deux voies principales pour réduire les impacts : 1) réduire les impacts de la production des aliments, 2) améliorer l'IC des animaux.

Actuellement, la France ne produit pas assez de MP AB pour l'alimentation animale. Par conséquent, d'importantes quantités de blé et de tourteaux de soja et de tournesol sont importées. La majeure partie du tourteau de soja et de tournesol semble provenir de ou avoir transité par l'Italie. Comme cette information était difficile à confirmer, nous avons fait l'hypothèse que ces aliments venaient d'Italie. De ce fait, les impacts liés au transport (demande en énergie, changement climatique) ont probablement été sous-estimés pour les aliments. L'augmentation de la production de cultures AB pour l'alimentation

animale dans les régions de production animale AB pourra probablement contribuer à réduire les impacts des aliments AB.

La production de poulets de chair AB est basée sur des souches à croissance lente avec une durée d'élevage importante (93 jours, Tableau 1). Ceci est probablement le principal facteur expliquant la valeur élevée de l'IC, même par rapport aux données publiées pour les volailles AB dans d'autres pays européens. L'utilisation de souches à croissance plus rapide, et une réduction de la durée d'élevage à 70 jours ou moins, permettrait une réduction de l'IC et donc des impacts des poulets de chair AB.

Une telle réduction pourrait modifier voire diminuer la qualité organoleptique du produit, et soulève ainsi un point clé : comment prendre en compte la qualité des produits ? Les valeurs d'impact par kg de poids vif de poulets à la sortie de l'exploitation ont une limite évidente quand on compare le système AB au système conventionnel, puisque la différence de qualité est ignorée. Pourtant, le prix du poulet AB à la sortie de la ferme est plus que le double de celui du poulet standard. Ainsi, en complément de l'unité fonctionnelle classiquement utilisée, l'utilisation de 1000 Euros de valeur de volaille plutôt que 1000 kg

de poids vif comme unité fonctionnelle pourrait être intéressante, notamment pour évaluer l'impact environnemental d'un budget alimentaire. Par ailleurs, d'autres impacts pourraient être pris en compte, comme l'écotoxicité et celui sur la biodiversité. Enfin il serait intéressant de prendre en compte les dimensions économiques et sociales de la durabilité.

CONCLUSION

Exprimés par kg de poulet de chair, les impacts des volailles AB sont plus importants que ceux des volailles conventionnels, sauf pour le changement climatique, où il n'y a pas de différence. L'aliment est le principal contributeur aux impacts des volailles AB. Deux pistes se dessinent pour réduire ces impacts : 1) augmenter la production des MP pour aliments AB dans les régions d'élevage AB, afin de réduire les impacts associés au transport des MP importées 2) améliorer l'indice de consommation des volailles AB. L'adoption d'une unité fonctionnelle basée sur la valeur : 1000 Euros de volaille produite, permettrait de compléter l'analyse pour évaluer l'impact environnemental d'un budget alimentaire.

Le projet AVIBIO (2009-2011) a été financé par le ministère de l'agriculture et de la pêche (projet CASDAR).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Basset-Mens, C., H. M. G. van der Werf, et al., 2007. J Clean Prod, 15(15), 1395-1405.
- Bentrup, F., J. Küsters, et al., 2000. Int J Life Cycle Assess. 5, 349-357.
- Bokkers, E. A. M. et I.J.M. de Boer, 2009., Brit Poult Sci, 50: 5, 546-557.
- Boggia, A, Paolotti, L., Castellini, C., 2010. World's Poult Sci J 66, 95-114.
- CA et ITAVI, 2009. Résultats de l'enquête Avicole 2008-2009. Chambre d'Agriculture du Morbihan.
- CRA, 2010. Synthèse des consommations de propane and d'électricité en agriculture. Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire.
- Corpen (2006). Estimation des rejets d'azote, potassium, calcium, cuivre, zinc par les élevages avicoles, Ministère de l'agriculture et de la pêche, Paris, France.
- Gac A., Béline F. et al., 2006. Flux de gaz à effet de serre (CH₄, N₂O) et d'ammoniac (NH₃) liés à la gestion des déjections animales : Synthèse bibliographique et élaboration d'une base de données. Cemagref, Rennes, France.
- Grassi, C. and S. Bolognesi, 2007. Agricoltura, mars 2007, 115-117.
- INEA, 2009. Rapporto sullo stato dell'irrigazione in Emilia-Romania, Ist. Nazionale di Economia Agraria, Italie.
- ISTAT, 2010. Sistema informativo su agricoltura e zootecnia. Istituto Nazionale di Statistica, Rome, Italie.
- Leinonen, I., A. G. Williams et al., 2012. Poult Sci 91, 8-25.
- Meda. B. M. Hassouna. et al., 2011. Emission gazeuses d'un élevage biologique de poulets de chair: émission de NH₃, N₂O et CH₄ en bâtiment et de N₂O et CH₄ sur parcours. Neuvièmes JRA, Tours, France.
- Migliorini, P., Tavoletti S., Concetta V., Federica M. F., Moschini V., Iommarini L., 2010 In *Efficienza qualità e innovazione nella zootecnia biologica*. (Università politecnica delle Marche Edit.), 71-82, Ancona, Italie.
- Nemecek, T., A. Heil, et al., 2003. Life Cycle Inventories of Agricultural Production Systems, Ecoinvent report no. 15. Ecoinvent centre, Dübendorf, Suisse.
- Nemecek, T. and T. Kägi (2007). Life Cycle Inventories of agricultural Production Systems, Ecoinvent report no. 15. Ecoinvent centre, Dübendorf, Suisse.
- Pelletier, A. (2008). Analyse énergétique de systèmes de grandes cultures biologiques sans élevage en Région Midi-Pyrénées, Rapport d'ingénieur, INRA, Purpan, France.
- Pottiez E., C. Cresson, G. Dennerly, P. Lescoat, I. Bouvarel, 2013. Dixièmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, La Rochelle, 26-28 mars 2013.
- Prudencio da Silva Junior V., 2011. Effects of intensity and scale of production on environmental impacts of poultry meat production chains. Thèse Agrocampus Ouest, Rennes, France.

Tableau 1. Données zootechniques pour des systèmes de production de volaille et d'œufs.

Système de production	Durée d'élevage, jours	Indice de consommation, kg/kg	Œufs par poule, kg	Mortalité (%)	Poids vif final, kg
Poulet AB Aquitaine		3,35			2,25
Poulet AB Pays de la Loire	93	3,10		4,4	2,30
<i>Poulet conv. Bretagne^a</i>	40	1,87		4,1	1,87
Œufs AB Bretagne	350	2,46	17,9	7,8	
Œufs AB Rhône-Alpes	364	2,41	17,9	8,1	

a Données Prudencio da Silva, 2011.

Tableau 2. Impacts environnementaux d'une tonne d'aliment à la sortie de l'usine de fabrication d'aliment. Il s'agit d'aliment croissance/engraissement pour le poul, et d'aliment poule pondeuse pour les œufs.

Aliment pour	Demande énergie, GJ	Changement climatique, t CO ₂ -eq	Acidification, kg SO ₂ -eq	Eutrophication, kg PO ₄ -eq	Utilisation eau m ³	Occupation des terres, ha.an
Poulet AB Aquitaine	7,4	0,52	6,4	6,2	103	0,20
Poulet AB Pays de la Loire	7,2	0,57	8,0	6,2	61	0,21
<i>Poulet AB Royaume Uni^a</i>	7,4	0,91	3,9	7,7	-	0,59
<i>Poulet conv. Bretagne^b</i>	7,9	0,88	4,7	4,9	36	0,13
Œufs AB Bretagne	6,5	0,53	6,5	5,4	49	0,22
Œufs AB Rhône-Alpes	5,9	0,45	6,4	5,1	102	0,18

a Données Leinonen et al., 2012.

b Données Prudencio da Silva, 2011.

Tableau 3. Impacts environnementaux d'une tonne de poulets et d'une tonne d'œufs à la sortie de l'élevage.

Type produit	Demande énergie GJ	Changement climatique t CO ₂ -eq	Acidification kg SO ₂ -eq	Eutrophication kg PO ₄ -eq	Utilisation d'eau m ³	Occupation des terres ha.an
Poulet AB Aquitaine	32,4	2,2	50,5	27,6	343	0,78
Poulet AB Pays de la Loire	33,9	2,4	55,4	27,0	199	0,74
<i>Poulet AB Royaume Uni^a</i>	27,0	3,8	61,3	32,7		1,68
<i>Poulet Label Rouge Aquit.^b</i>	29,5	2,7	47,2	19,3	292	0,39
<i>Poulet conv. Bretagne^b</i>	19,1	2,2	28,7	13,8	149	0,27
Œufs AB Bretagne	21,9	2,0	45,0	21,5	144	0,67
Œufs AB Rhône-Alpes	20,4	1,8	44,3	20,5	271	0,56

a Données Leinonen et al., 2012, en supposant un rendement de carcasse de 67%.

b Données Prudencio da Silva, 2011.