

# L’empreinte eau consommative du lait et de la viande bovine et ovine : premiers repères sur des systèmes français

GAC A. (1), BECHU T. (1)

(1) Institut de l’Elevage, Monvoisin, 35652 Le Rheu Cedex, France

## RESUME

Face à l’enjeu de la gestion de la ressource en eau, des travaux se développent pour évaluer l’empreinte eau des activités agricoles. Derrière cette appellation, différentes approches et méthodes cohabitent, ce qui rend confus les chiffres et messages publiés. Les travaux les plus récents prônent de considérer la quantité d’eau dont est privée la ressource (eau consommée), pondérée par un facteur de stress hydrique régionalisé (Water Stress Index, WSI). C’est la méthode qui a été appliquée à 4 systèmes bovins allaitants, 2 systèmes ovins allaitants et 5 systèmes laitiers en France pour évaluer leur empreinte eau consommative. Les résultats sont constitués à la fois de données sur les quantités d’eau prélevées sur le cycle de vie du lait et de la viande et de premiers repères sur l’empreinte eau. Ces derniers s’avèrent extrêmement sensibles à la localisation des systèmes et très dépendants des données d’arrière-plan concernant l’empreinte eau des aliments achetés. Les avancées méthodologiques et l’amélioration des bases de données, ainsi que la production de données françaises sur les productions végétales, permettront de consolider les résultats d’empreinte eau consommative des produits d’élevage.

## Consumptive water footprint of cattle and sheep milk and meat: first benchmark in French systems

GAC A. (1), BECHU T. (1)

(1) Institut de l’Elevage, Monvoisin, 35652 Le Rheu Cedex, France

## SUMMARY

To answer the water resource management stake, ongoing studies assess the water footprint of agricultural activities. Behind this name, various methods and approaches exist, which leads to confused published messages and figures. The most recent works advocate to consider the quantity of water depleted (consumed) and to weigh it by a regionalized water stress index (WSI). This method was applied to four beef systems, two sheep systems and five dairy systems in France, to assess their consumptive water footprint. The results were determined from data on water withdrawn along the life cycle of meat and milk and its first benchmarks for water footprinting. They are extremely sensitive to the location and very dependent on background data concerning the water footprint of feed stuffs. Methodological advances and consolidation of databases, as well as the production of French data on vegetable productions, will allow strengthening the results of consumptive water footprints of livestock products.

## INTRODUCTION

Après la mobilisation des communautés scientifiques puis politiques internationales sur le réchauffement climatique, la question de la préservation de la ressource en eau est le prochain sujet environnemental majeur. L’agriculture, qui représente 70% des prélèvements d’eau douce à l’échelle mondiale (OCDE, 2010) est concernée au premier plan par la préservation de cette ressource vitale non renouvelable, à la fois sur les plans quantitatifs et qualitatifs. Une très large part de l’eau prélevée en agriculture est orientée vers l’irrigation des cultures, à destination de l’alimentation humaine ou animale. A l’échelle mondiale, la FAO (2006) estime ainsi que les productions animales utilisent 70% des terres agricoles et 8% des prélèvements d’eau, essentiellement via l’irrigation. Au niveau national, les exploitations agricoles représentent 15,8% du total des prélèvements d’eau, 92,5% étant liés aux besoins d’irrigation et le reste à l’abreuvement des animaux (6%) et aux autres usages tels que le nettoyage (1,5%) (Carteau et al., 2010).

Face à cet enjeu, des travaux ont été menés ces dernières années pour évaluer l’effet des activités agricoles sur la ressource en eau douce. Des méthodologies ont été développées pour prendre en compte l’impact de la consommation d’eau dans les évaluations environnementales de type ACV (analyse du cycle de vie ; ISO, 2006) ; on parle alors « d’empreinte eau ». Cependant, derrière cette appellation, plusieurs approches et méthodologies ont été utilisées, conduisant à des résultats d’ordres de grandeur très différents : de 50 à 200 000 litres d’eau pour produire un kg de viande bovine (Eady et al., 2011, Pimentel et al., 2004) et de

0,011 à 1 200 litres par litre de lait (Zonderland-Thomassen et Ledgard, 2012, Mekonnen et Hoekstra, 2012). En effet, certaines méthodes ne font que quantifier des volumes tandis que d’autres s’intéressent aux impacts générés sur la ressource. Ainsi, le Water Footprint Network (WFN) a été un précurseur dans le développement méthodologique sur l’empreinte eau. Il fournit des données qui ciblent les productions d’élevage, largement reprises par les médias (bœuf : 15 400 litres / kg ; ovin : 10 400 litres / kg ; lait : 1 020 litres / kg) (Mekonnen et Hoekstra, 2012). Cette approche additionne des volumes d’eau consommés par le système de production (eau bleue : eau douce ; eau verte : eau de pluie évapotranspirée) et des volumes théoriques nécessaires pour diluer la pollution émise vers l’eau (eau grise). D’un autre côté, le projet de norme ISO 14046 (ISO, 2013) indique qu’une empreinte eau doit traduire un impact sur l’environnement. Pour être complète, elle doit s’intéresser aux aspects quantitatifs et qualitatifs ; sinon il convient de parler soit « d’empreinte eau consommative », soit « d’empreinte eau qualitative ». L’empreinte eau qualitative peut être abordée via les indicateurs utilisés en ACV, tels que l’eutrophisation potentielle. Pour traiter de l’impact consommatif d’une activité sur la ressource en eau, trois notions sont distinguées : l’eau prélevée se définit comme la quantité d’eau douce, issue du réseau ou de pompage, utilisée par le système étudié ; l’eau retournée est la quantité qui retourne au milieu, dans le même bassin versant ; l’eau consommée est la différence entre les deux, il s’agit de l’eau exportée du bassin versant (contenue dans les produits et évapotranspirée) qui traduit donc une perte de ressource. Pour traduire cette perte quantitative en impact pour la ressource, les flux d’eau consommée sont

pondérés par un facteur de stress hydrique, généralement appelé Water Stress Index (WSI). Il est fonction du contexte pédoclimatique et de la pression exercée sur la ressource en eau pour les différents usages (agricoles, industriels, urbains, etc.). Parmi les méthodes existantes, celle de Pfister et al. (2009) émerge car elle est actuellement la plus opérationnelle et fournit des données de WSI avec une résolution géographique fine.

Le présent article se focalise sur l'empreinte eau consommative du lait et de la viande bovine et ovine pour fournir des premiers repères nationaux sur quelques systèmes d'élevage, en s'appuyant sur ces dernières avancées méthodologiques,

## 1. MATERIEL ET METHODES

### 1.1. LES SYSTEMES D'ELEVAGE ANALYSES

Les systèmes étudiés concernent la production de lait de bovin et de viande de veaux sous la mère (VSLM), jeunes bovins (JB), bœufs et ovins. Ils sont définis au travers de cas-types issus des Réseaux d'Élevage dont les principales caractéristiques sont présentées dans les tableaux 1 et 2. Ils ont été choisis pour couvrir à la fois différents systèmes fourragers (en production laitière et ovine) et différentes zones géographiques (en production de jeunes bovins : Pays de la Loire et Bourgogne). Afin d'explorer la sensibilité des résultats à la localisation des systèmes, l'exploitation de Bourgogne a été localisée successivement dans trois zones de la même région, le nord, le sud-est et le sud-ouest.

### 1.2. INVENTAIRE DES FLUX D'EAU

Les flux d'eau sont quantifiés sur le cycle de vie des produits : ce sont ceux utilisés directement par les élevages additionnés à ceux mobilisés pour la production des principaux intrants (aliments achetés, engrais, énergie).

A l'échelle des exploitations, les prélèvements d'eau sont quantifiés pour les différents besoins : abreuvement des animaux, nettoyage des bâtiments et équipements de traite, irrigation le cas échéant. Les besoins en eau d'abreuvement des différentes catégories animales sont estimés en privilégiant des modèles nationaux qui tiennent compte de la matière sèche ingérée et, pour les vaches laitières et les vaches allaitantes, des performances de production (Jarrige et al. 1995 ; Maxin, 2006). Les références concernant le nettoyage du bloc traite sont celles de la circulaire PMPOA (2011). Dans les cas étudiés, il n'y a pas de recours à l'irrigation. L'eau consommée est ensuite quantifiée (eau

contenue dans les produits et évapotranspirée). A l'échelle des animaux, elle est estimée par différence entre l'eau ingérée et l'eau retournée au milieu par les effluents (Maxin, 2006). Les informations sur les intrants des élevages proviennent de la base de données Quantis (2013) (version 1.3.3). Pour chaque intrant, les données disponibles concernent les flux d'eau prélevés, l'eau consommée et les résultats d'empreinte eau (cf. infra).

Dans les systèmes laitiers, les flux d'eau sont répartis entre les deux co-produits que sont la viande et le lait selon une clé d'allocation biophysique (Koch et Salou, 2014). En élevage ovin, une allocation massique est réalisée entre la laine et la viande. Il n'y a pas d'allocation entre les différentes productions de viande au sein d'un même système (veau, JB, bœuf, vache de réforme ; agneau, brebis de réforme). Les résultats concernant l'eau prélevée et l'eau consommée sont exprimés en litre par kg de poids vif (kg pv) et par litre de lait corrigé sur la matière grasse (4%) et protéique (3,3%) à la sortie de l'élevage.

### 1.3. EVALUATION DE L'EMPREINTE EAU CONSOMMATIVE

La méthode retenue est celle de Pfister et al. (2009). Des facteurs de stress hydrique (ou WSI) sont définis annuellement par zone (bassin versant, région, pays) à travers le monde. Le WSI, compris entre 0.01 et 1, est une fonction logistique du ratio de la quantité d'eau pour l'ensemble des usages sur la totalité de la ressource disponible dans une zone donnée. Ces WSI sont appliqués à la quantité d'eau consommée, d'une part au stade des élevages étudiés et d'autre part pour chacun des intrants utilisés, en fonction de leur lieu de production (disponible directement dans la base de données). Ainsi, un aliment n'aura pas la même empreinte eau consommative s'il est produit sur l'exploitation ou dans une autre zone. L'empreinte eau consommative est exprimée en litre équivalent H<sub>2</sub>O par kg pv et par litre de lait corrigé.

## 2. RESULTATS

### 2.1. PRELEVEMENTS ET EMPREINTE EAU DE LA VIANDE BOVINE ET OVINE

#### 2.1.1. Prélèvements d'eau sur le cycle de vie de la viande

La figure 1 présente la totalité de l'eau prélevée pour produire un kg de viande par chaque système, incluant les prélèvements sur le site d'élevage et pour la production des intrants.

**Tableau 1** : Présentation des systèmes de production de jeunes bovins (JB), veaux sous la mère (VSLM), bœufs et agneaux

Type	Localisation	SAU (ha)	SFP / SAU	Maïs / SFP	Concentrés (g / kg vv)	kg vv / UGB
NE JB PdL	Pays de la Loire	85	87 %	15 %	1 120	324
NE JB Bourg.	Bourgogne N, SE, SO	250	80 %	6 %	1 620	467
NE VSLM	Limousin	45	91 %	0 %	1 565	256
NE Bœuf	Normandie	110	94 %	4 %	1 120	297
Ovin Bergerie	Midi Pyrénées	77	78 %	0 %	3 540	329
Ovin Herbager	Lorraine	170	88 %	0 %	2 490	340

NE : naisseur engraisseur ; JB : jeunes bovins ; PdL : Pays de la Loire ; N : nord ; SE : sud-est ; SO : sud-ouest ; VSLM : veau sous la mère ; kg vv : kg de viande vive

**Tableau 2** : Présentation des systèmes bovins laitiers étudiés

Type	Localisation	SAU (ha)	SFP / SAU	Maïs / SFP	Concentrés (g / l lait)	L lait / VL
>30% maïs	Pays de la Loire	61	67 %	39 %	217	8 800
10-30% maïs	Pays de la Loire	61	82 %	26 %	185	8 050
Herbager	Picardie	50	100 %	0 %	223	5 700
10-30% maïs AB	Pays de la Loire	81	89 %	13 %	170	6 500
Piémonts	Auvergne	50	84 %	0 %	236	5 700

AB : agriculture biologique

En production ovine, les quantités sont bien supérieures, dépassant même les 550 litres/ kg pv. La majeure partie de ces volumes est représentée par l'achat d'aliments (de 50% en système JB Bourgogne à 87% en Ovin herbager). Les quantités de concentrés mobilisées, ainsi que leur nature, expliquent ces résultats, en particulier lorsqu'ils sont issus de zones irriguées (tourteau de soja, venant en partie des Etats Unis). A l'échelle de l'élevage, pour les besoins d'abreuvement, il faut environ 60 litres par kg pv en système veau sous la mère, 70 litres en production de gros bovins et 35 à 75 litres en production ovine, en fonction du système fourrager. Un autre poste de prélèvement se dégage : l'utilisation d'électricité par les élevages, en raison de l'origine nucléaire de cette énergie en France.

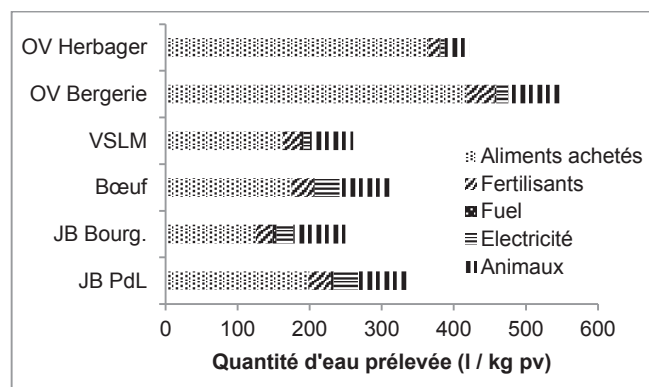


Figure 1 : Eau prélevée dans six systèmes allaitants français

### 2.1.2. Des premiers repères d'empreinte eau consommative pour la viande française

A partir de l'eau prélevée, puis de l'eau consommée, l'empreinte eau consommative est calculée. La Figure 2 montre à nouveau le poids important des intrants alimentaires dans le résultat (31% à 87%). Le poste électricité devient minime ici (la majeure partie de l'eau prélevée par les centrales nucléaires est retournée au milieu). Le deuxième poste de contribution est l'utilisation d'eau par les animaux en élevage. Les profils du même système de JB charolais localisé dans trois zones de la région Bourgogne sont très différents. Dans le nord de la région, présentant un stress hydrique plus important (WSI élevé), les utilisations d'eau à l'échelle de l'élevage représentent 66% de l'empreinte eau ; alors que le même système localisé dans le Sud Est, voit cette part réduite à 15%. En valeur absolue, la contribution des intrants à l'empreinte eau reste la même.

Les résultats d'empreinte eau consommative s'établissent entre 20 et 50 litres éq. H<sub>2</sub>O/ kg pv en système bovin et autour de 65 litres éq. H<sub>2</sub>O/ kg pv en système ovine.

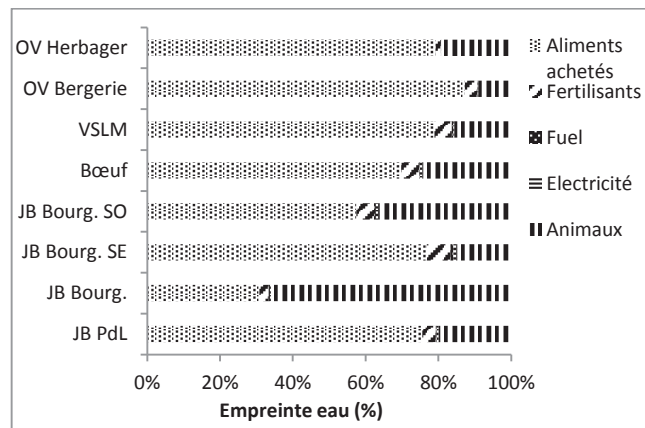


Figure 2 : Poids des différents postes dans l'empreinte eau consommative de la viande de ruminants dans six systèmes français

## 2.2. PRELEVEMENTS ET EMPREINTE EAU DU LAIT

### 2.2.1. Prélèvements d'eau sur le cycle de vie du lait

Il est nécessaire de prélever 17 à 64 litres d'eau pour produire un litre de lait dans les cas étudiés (Figure 3). De 40 à 87% de cette quantité provient du poste d'achat d'aliments. Ces résultats sont fortement influencés par la nature des concentrés achetés, plus que par la quantité (autour de 200 g / litre pour l'ensemble des systèmes). Les trois premiers systèmes étudiés achètent la plupart des concentrés distribués. Ces derniers proviennent en grande partie de surfaces irriguées (tourteau de soja en l'état et comme composant des concentrés de production). Par contre, le système biologique et le système de piémonts présentent une meilleure autonomie en concentrés (respectivement 50% et 95%). De plus, les aliments achetés par le système biologique (féverole, concentré de production) ne sont pas liés à des pratiques d'irrigation. Les prélèvements effectués directement au niveau de l'élevage (abreuvement, bloc traite) représentent 5 à 32% du total, en fonction des systèmes.

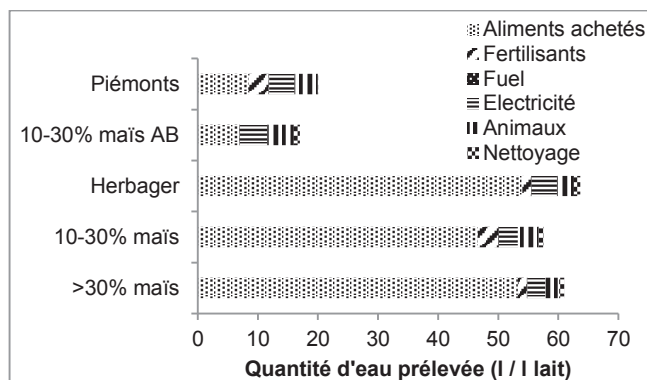


Figure 3 : Eau prélevée dans cinq systèmes laitiers français

### 2.2.2. Des premiers repères d'empreinte eau consommative pour le lait français

Les aliments achetés représentent ici 55 à 95% de l'empreinte eau (Figure 4). Les systèmes de plaine, moins autonomes en concentrés, affichent les résultats d'empreinte eau les plus élevées. Parmi eux, le système herbager serait le plus impactant sur la ressource car localisé dans une zone où la pression sur l'eau disponible est plus forte (WSI plus élevé). Au final, les valeurs obtenues s'établissent entre 1,65 et 10 litres éq. H<sub>2</sub>O/ litre de lait.

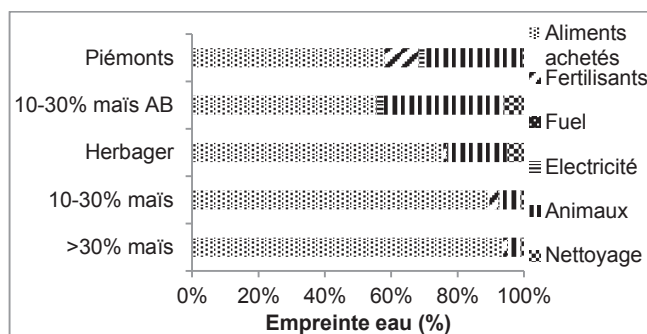


Figure 4 : Poids des différents postes dans l'empreinte eau consommative du lait dans cinq systèmes français

## 3. DISCUSSION

Bien que l'utilisation de la méthode de Pfister et al. (2009) se généralise, la littérature contient encore peu d'études d'empreinte eau consommative des produits d'élevage ayant utilisé cette méthode. Nos résultats ont été comparés à ceux des travaux disponibles en Australie, Nouvelle-Zélande et Pays Bas, après ajustements pour assurer la comparabilité (certaines études utilisent comme facteur de caractérisation le WSI local rapporté au WSI mondial).

**Tableau 3** : Comparaison de cette étude avec des références bibliographiques (empreinte eau consommative, en L éq. H<sub>2</sub>O par kg pv et par litre de lait)

Référence	Pays	Viande bovine	Agneau	Lait
Cette étude	France	20 - 50	65	2,7 – 16,6
Ridoutt et al., 2012a	Australie	2 - 133		1,14
Ridoutt et al., 2012b	Australie		354.6	
Zonderland-Thomassen et al., 2014	Nouvelle-Zélande	0.22	0.08	
Zonderland-Thomassen et Ledgard S.F., 2012	Nouvelle-Zélande			0.007 – 4,3
De Boer et al., 2013	Pays-Bas			20,1

Les publications recensées en Australie et Nouvelle-Zélande étudient différents systèmes localisés dans des contextes très différents. Au Pays Bas, l'analyse a été réalisée sur un cas type unique. Si nos résultats sur la viande se trouvent dans la gamme de valeurs de ceux publiés par Ridoutt et al. (2012a et b), ils diffèrent beaucoup de ceux de Zonderland-Thomassen et al. (2014) dans un contexte néo-zélandais où la pression sur la ressource en eau est bien moindre. En ce qui concerne le lait, nos résultats correspondent également aux ordres de grandeur rencontrés. Ces références mettent en évidence l'extrême sensibilité des résultats aux contextes locaux, bien plus qu'aux caractéristiques des systèmes.

Nous avons mis en évidence que les résultats obtenus sur les systèmes français sont fortement influencés par le poids des achats d'aliments. Or, les données sur ce poste proviennent de bases de données qui, bien qu'elles s'étoffent actuellement, sont toujours partielles et parfois incomplètes. Notamment, peu de données françaises y sont présentes. Les données disponibles dans ces bases ne permettent pas toujours de représenter les origines des matières premières entrant dans les rations ou aliments composés. Les données disponibles peuvent correspondre à des itinéraires techniques intégrant de l'irrigation, sans que cela ne corresponde aux pratiques associées aux origines utilisées.

Une analyse poussée de ces données est désormais nécessaire pour s'assurer que les itinéraires techniques modélisés correspondent bien aux pratiques moyennes nationales, en particulier en matière d'irrigation.

## CONCLUSION

Plus que des premières références, ce sont des premiers repères qui sont aujourd'hui disponibles au niveau français sur l'empreinte eau de la viande et du lait. Les filières disposent ainsi d'éléments concrets pour, d'une part, expliquer comment les systèmes français influent sur la ressource en eau et, d'autre part, envisager des voies d'amélioration avec les éleveurs. Ce dernier point nécessite toutefois de revenir à des indicateurs plus simples, à l'échelle de l'exploitation, car la compréhension d'une empreinte eau consommative requière de maîtriser des éléments méthodologiques complexes et l'indicateur reste peu facile à s'approprier.

Les résultats obtenus sont fortement dépendants de la localisation des systèmes et présentent une importante variabilité. Aussi, des évaluations complémentaires seraient nécessaires pour explorer d'avantage cette variabilité et établir des références moyennes. Les travaux internationaux sont actuellement en bonne voie pour stabiliser les méthodes et consolider les bases de données. Enfin, la qualité des empreintes eau calculées pour les produits d'élevage pourra s'améliorer grâce aux avancées sur l'empreinte eau des productions végétales, en particulier au niveau national.

*Les auteurs tiennent à remercier les partenaires des Réseaux d'Élevage qui ont fourni le matériau d'étude, ainsi que les interprofessions CNIEL et INTERBEV qui ont commandités et financés ces travaux.*

**Carteau B., Kerner S., Aubert C., Blondon G., Espagnol S., Massabie P., Ménard J.L., Soing P., Bonneau J., 2010.** APCA, ACTA, Chambres d'Agriculture, Instituts Techniques Agricoles, 20 p

**De Boer I.J., Hoving I. E., Vellinga T.V., Van de Ven G.W.J., Lefelaar P.A., Gerber P.J., 2013.** Int J Life Cycle Assess, 18, 193-203

**Eady S., Viner J., MacDonnell J., 2011.** Anim. Prod. Sci., 51, 667-681

**FAO, 2006.** FAO, Rome (Italy). 416 p

**ISO, 2006.** AFNOR, La Plaine Saint-Denis (France). 49 p

**ISO, 2013.** ISO, Genève (Suisse). 40 p

**Jarrige R., Ruckebusch Y., Demarquilly C., Farce M.H., Journet M., 1995.** Editions Quae

**Koch P., Salou T., 2013.** ADEME, Angers (France). 386 p

**Maxin, G., 2006.** Masters Thesis, ESITPA, Rouen, France.

**Mekonnen M.M., Hoekstra, A.Y., 2012.** Ecosystems, 15, 401-415

**OCDE, 2010.** Editions OCDE, Paris. 132 p

**Pfister S., Koehler A., Hellweg S., 2009.** Environ. Sci. Technol., 43, 4098-4104

**Pimentel D., Berger B., Filiberto D., Newton M., Wolfe B., Karabinakis, E., Clark, S., Poon, E., Abbott, E., Nandagopal S., 2004.** BioScience, 54, 909-918

**PMPOA, 2011.** Circulaire 20/12/2011

**Quantis, 2013.** Lausanne, Switzerland. [www.quantis-intl.com/waterdatabase.php](http://www.quantis-intl.com/waterdatabase.php)

**Ridoutt B.G., Sanguansri P., Freer M., Harper G.S., 2012a.** Int. J. LCA 17, 165-175

**Ridoutt B.G., Sanguansri P., Nolan M., Marks N., 2012b.** J. Clean. Prod., 28, 127-133

**Zonderland-Thomassen M.A., Ledgard S.F., 2012.** Agricultural Systems, 110, 30-40

**Zonderland-Thomassen M.A., Lieffering M., Ledgard S.F., 2014.** J. Clean. Prod., 73, 253-262