

EVALUATION DE LA CONTRIBUTION NETTE DES SYSTEMES D'ELEVAGE DE POULETS DE CHAIR ET POULES PONDEUSES FRANÇAIS A LA PRODUCTION ALIMENTAIRE PROTEIQUE POUR L'ETRE HUMAIN

Laisse Sarah¹, Dusart Léonie², Bouvarel Isabelle², Baumont René³

¹IDELE - Monvoisin – 35651 LE RHEU,

²ITAVI URA - Centre INRA de Tours BP1 - 37380 NOUZILLY

³INRA UMR 1213 Herbivores - 63122 SAINT-GENES-CHAMPANELLE

sarah.laisse-redoux@idele.fr

RÉSUMÉ

L'élevage avicole, peut être perçu comme non bénéfique à la sécurité alimentaire compte tenu de la consommation de végétaux nécessaire pour la production de viande ou d'œufs. Dans les élevages avicoles français, les volailles consomment des céréales qui auraient pu être en partie consommées directement en alimentation humaine, mais valorisent également des coproduits d'industries agroalimentaires et de biocarburant souvent non consommables par l'être humain. L'objectif de cette étude est d'évaluer la contribution nette des systèmes d'élevage avicole français à la production alimentaire protéique pour l'être humain. Dans cet objectif, l'indice de consommation (kg d'aliment consommé/kg de viande ou d'œufs produits) ne suffit pas puisqu'il ne différencie pas les ressources végétales qui auraient effectivement pu être consommées par l'homme et celles qui ne sont pas consommables. L'étude s'appuie donc sur un nouvel indicateur : l'Efficiencia de Conversion des Protéines Consommables par l'homme (ECPC). L'ECPC correspond au rapport entre les protéines consommables par l'homme produites par l'élevage (œufs, viande) et les protéines végétales consommables par l'homme consommées par l'élevage. La sensibilité des résultats d'ECPC a été évaluée selon la composition des aliments, les performances zootechniques des élevages ainsi que selon différents scénarios de consommations des aliments par l'homme. Il a ainsi été montré que l'élevage de volailles a la capacité de contribuer positivement à la production nette de protéines pour l'alimentation humaine. L'ECPC doit être utilisé avec précaution étant donné sa sensibilité à la composition de l'aliment et à la façon de définir les fractions « consommables » des matières premières et des produits animaux.

ABSTRACT

Estimating the net contribution of broiler chicken and laying hen systems to the protein supply of humans

Poultry may be perceived as disadvantageous for the human food supply because they must consume plants to produce meat or eggs. On French poultry farms, poultry consume cereals, part of which could have been consumed directly by humans, but poultry also consume by-products of food and biofuel industries that humans often cannot consume. The objective of this study is to estimate the contribution of French poultry farming to the net production of protein for human consumption. For this purpose, the Feed Conversion Ratio (kg feed consumed/kg meat or eggs produced) is not sufficient because it does not differentiate plant resources that humans can and cannot consume. The study is based on an updated efficiency indicator: the human edible protein conversion ratio (hepCR). The hepCR is the ratio of human edible protein produced by livestock (meat, eggs) to the human edible plant protein consumed by livestock. The sensitivity of the hepCR indicator was evaluated as a function of feed composition, livestock performance and different scenarios of food consumption by humans. Results indicate that poultry can contribute positively to net production of protein for human consumption. The hepCR should be used with caution because of its sensitivity to feed composition and to the definition of the fraction of feedstuffs and animal products that is "consumable" by humans.

INTRODUCTION

L'élevage avicole peut être perçu comme non bénéfique à la production et à la sécurité alimentaire puisqu'il consomme, en masse, davantage de végétaux qu'il ne produit d'œufs ou de viande. Les auteurs des articles de presse affirment par exemple qu'il faut 2 à 4 kg de végétaux pour produire 1 kg de viande de poulet. Ces chiffres se basent en général sur le seul indice de consommation (IC) des volailles (kg d'aliment consommé / kg de viande ou d'œufs produits). Cependant, afin d'évaluer la contribution nette de l'élevage avicole à la production alimentaire pour l'être humain, l'IC ne suffit pas puisqu'il ne différencie pas les ressources végétales qui auraient effectivement pu être consommées par l'homme de celles qui ne sont pas consommables comme certains coproduits d'industries agroalimentaires (IAA). De plus, l'intégralité des grains (de blé tendre par exemple) peut être consommée par les volailles alors que l'homme n'en consomme généralement qu'une partie puisque la transformation de ces grains en IAA (en farine par exemple) génère des coproduits (issues de meunerie) qui trouvent peu de débouchés en alimentation humaine. La compétition pour les ressources entre alimentation humaine et alimentation animale doit donc être relativisée.

L'efficacité de conversion par l'élevage des ressources végétales consommables par l'homme en produits animaux consommables est un nouvel indicateur qui paraît plus adapté pour évaluer la contribution réelle de l'élevage à la production alimentaire (Wilkinson, 2011 ; Ertl *et al.*, 2015 ; Laisse *et al.*, 2016). Il peut être calculé sur la base protéique ou énergétique des ressources alimentaires.

Une première étude de l'Efficacité de Conversion des Protéines Consommables [par l'homme] (ECPC) sur des systèmes d'élevages bovins laitiers français a montré des résultats plutôt positifs puisque les ruminants valorisent de nombreuses matières premières végétales (MP) non consommables par l'homme (fourrages, coproduits) pour produire d'importantes quantités de lait (Laisse *et al.*, 2016). L'élevage de volailles recycle également des coproduits non consommables par l'homme. En France, il est en effet estimé que les volailles valorisent annuellement plus de 2,7 millions de tonnes de coproduits d'IAA et de biocarburants (dont tourteaux) (chiffres des statistiques Agreste entre 2007-2009 issus de Viguier, 2013). Par ailleurs, les élevages avicoles producteurs d'œufs et/ou de viande présentent des IC relativement faibles par rapport aux autres filières animales dont l'objectif est la production de viande. Il est donc intéressant d'estimer l'ECPC pour des systèmes d'élevage avicole français.

Le calcul de l'ECPC est réalisé selon différents scénarios de consommations des aliments par l'homme. Wilkinson (2011), Ertl *et al.* (2015) et Laisse *et al.* (2016) ont proposé des définitions différentes de la proportion de protéines consommables (PPC) d'une MP végétale. Dans l'approche de Laisse *et al.* (2016),

la PPC représente la part des protéines contenues dans la MP initiale qui est conservée dans les produits alimentaires pour l'homme après première transformation. Il s'agit d'une estimation qui prend en compte ce qui est valorisable, selon les débouchés et les processus de transformations actuels utilisés en IAA en France. Selon ce scénario appelé « actuel », la PPC du blé tendre par exemple a été estimée à 66 %, ce qui signifie qu'en France, 66 % des protéines du blé transformé aujourd'hui pour l'alimentation humaine se retrouvent réellement dans les aliments destinés à l'alimentation humaine après première transformation (farine, gluten et autres) (Tableau 3).

Concernant la production de l'élevage avicole, la fraction « consommable par l'homme » des carcasses de volailles a également été définie.

Par ailleurs, au sein d'un même système de production, l'ECPC peut varier selon les élevages puisqu'elle dépend de l'IC et de la composition des aliments. La nature des MP qui composent ces aliments dépend à la fois du contexte économique, des caractéristiques nutritionnelles escomptées, de la disponibilité des MP sur le marché et des cahiers des charges des aliments.

L'objectif de l'étude présentée est l'évaluation de la contribution nette de systèmes avicoles à la production de protéines pour l'être humain. L'étude porte sur les deux principaux systèmes avicoles français : élevages conventionnels de poulets de chair (PCh) et poules pondeuses (PP). Elle est basée sur l'indicateur d'ECPC avec le scénario « actuel » de PPC proposé par Laisse *et al.* (2016). Afin d'estimer la variabilité possible inter-élevages et d'apprécier l'effet que peuvent avoir les spécificités méthodologiques citées ci-avant sur le résultat d'ECPC, une étude de sensibilité à ces variables a été réalisée. Elle permet aussi de rendre compte de l'importance relative des variables zootechniques et méthodologiques sur l'ECPC, ainsi que d'entrevoir de premiers leviers d'amélioration de l'ECPC.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Systèmes volailles étudiés et périmètre d'étude

Pour les deux filières, le périmètre d'étude inclut à la fois la consommation alimentaire des élevages de poulets de chair (standard, abattu à poids vif moyen de 1,8 kg) ou de poules pondeuses (cage) mais aussi celle relative aux élevages associés des parentaux et des poulettes. L'étude s'appuie sur les données des performances zootechniques des élevages français issues d'enquêtes durant l'année 2014 et des hypothèses de composition d'aliments types distribués aux volailles (CA Grand Ouest, 2014; ITAVI, 2015 ; dires d'experts) (Tableau 1).

1.2. Calcul de l'efficacité de conversion des protéines

L'efficacité de conversion des protéines d'un élevage correspond au rapport entre sa production de protéines animales (viande, œufs) et sa consommation de

protéines végétales (alimentation des animaux). Ce ratio est appelé ECPT si la totalité des protéines sont considérées. L'efficacité de conversion des protéines consommables (ECPC) est calculée par ce même rapport mais en ne prenant en compte que les protéines qui sont consommables par l'homme. La part totale consommable des produits animaux est présentée dans le tableau 2. Dans les aliments distribués aux volailles, seules les protéines consommables par l'homme des MP_i , ($i \in \llbracket 1; n \rrbracket$) qui composent l'aliment sont prises en compte (protéines consommables = $\sum_{i=1}^n (kg \text{ de } MP_i \text{ consommés} \times MAT_i \times PPC_i)$). Les valeurs de MAT et PPC des MP végétales sont issues des tables d'INRA-AFZ (2004) et de Laisie *et al.* (2016). Le scénario « actuel » des PPC a été choisi car il reflète la valorisation actuelle de la MP en IAA en France pour l'alimentation humaine (Tableau 3).

1.3. Etude de sensibilité de l'ECPC aux variables zootechniques observables en élevage

L'ECPC « témoin » est calculée avec les performances zootechniques moyennes des élevages et avec un aliment « moyen ». La sensibilité de l'ECPC aux variations de performances zootechniques (IC des PCh et des PP, % d'œufs déclassés) (Tableau 1), puis à la composition des aliments ont été étudiés. Pour cela, l'ECPC a été étudiée selon 4 compositions moyennes d'aliments dans les deux principaux ateliers des systèmes avicoles (engraissement des PCh et atelier ponte des PP) (Tableau 1). Elles sont issues de formulations réalisées dans des contextes économiques et de disponibilité des MP différents. Pour chaque production, les caractéristiques nutritionnelles des formules sont similaires, ne modifiant donc pas les performances zootechniques.

1.4. Etude de sensibilité de l'ECPC aux spécificités méthodologiques

Plusieurs spécificités méthodologiques ont été envisagées pour le calcul de l'ECPC :

- Pour l'animal abattu : les protéines consommables peuvent correspondre aux protéines de la viande maigre ou aux protéines totales consommables de l'animal (viande, abats, graisse et peau) (Tableau 2).
- Pour les MP végétales consommées par les animaux : deux scénarios de PPC complémentaires au scénario « actuel » ont été étudiés : ils sont issus de la bibliographie et font référence aux protéines de la MP potentiellement valorisables, et ce pour des contextes différents (pays, avec des changements d'habitudes alimentaires et des technologies utilisées) (Tableau 3).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Efficacité de conversion des protéines des systèmes avicoles

Les valeurs d'ECPT indiquent l'efficacité protéique totale des systèmes d'élevages PCh et PP : il faut respectivement environ 2 kg et 3 kg de protéines

végétales pour produire 1 kg de protéines animales (Tableau 4). Les valeurs moyennes d'ECPC obtenues indiquent cependant qu'en considérant la valorisation actuelle des MP végétales en IAA en France, et une composition classique de l'aliment, l'élevage de PCh contribue positivement à la production en protéines pour l'homme (ECPC moyenne > 1 avec scénario « actuel ») (Tableau 4). Quant à la production d'œufs par l'élevage de PP, dont l'IC est plus élevé que la production de PCh standard, elle apparaît à l'équilibre entre production et consommation de protéines consommables par l'homme (ECPC moyenne = 1 avec le scénario « actuel »).

2.2. Sensibilité à la composition des formules et aux performances zootechniques

Pour la production de PCh, et selon les plages de variabilités testées, l'ECPC varie davantage selon la composition de l'aliment (- 30 % à + 65 % /ECPC témoin) que selon l'IC des poulets en engraissement (- 8 % à + 5 % /ECPC témoin) (Figure 1). C'est également le cas pour le système PP. Les aliments qui incorporent plus de tourteaux de colza et tournesol, de coproduits céréaliers et/ou de maïs présentent des PPC moyennes relativement faibles (inférieures à 30 %), qui permettent des résultats d'ECPC proche ou supérieurs à 1, indiquant que l'élevage produit autant ou plus de protéines consommables par l'homme qu'il en a consommé selon le scénario « actuel » (aliments moyens 2, 3, 4, B et D) (Tableau 4). Les aliments moyens 1, A et C incorporent davantage de MP dont une grande part des protéines est consommable par l'homme : le blé (farines) et le tourteau de soja (isolats de protéines). Ces compositions fournissent à l'élevage davantage de protéines consommables par l'homme que l'élevage n'en produit par ces œufs et sa carcasse.

2.3. Sensibilité à la définition du « consommable » des produits animaux et des MP végétales

En PCh, il y a une différence non négligeable entre l'ECPC calculée en considérant seulement la viande maigre comme consommable (1,09) et celle calculée en considérant également certains abats, peau et graisses comme consommables (1,28) (Tableau 5 ; Figure 1). La définition du « consommable » de la carcasse doit donc être précisée et correspondre à la valorisation effective des carcasses.

L'ECPC présente aussi des valeurs très variables selon le scénario de PPC des MP choisi. Les 2 scénarios complémentaires étudiés supposent, pour toutes les MP, une meilleure valorisation des protéines végétales par les humains qu'actuellement en IAA et attribuent donc aux aliments des PPC plus élevées avec en conséquence une diminution de l'ECPC (Tableau 5, Figure 1). Le scénario de PPC à utiliser doit être adapté au contexte et à l'objectif de l'étude (recherche appliquée et liée au réel, étude prospective ou recherche fondamentale).

2.4. Pistes d'améliorations méthodologiques pour l'étude de la contribution de l'élevage à la production alimentaire pour l'homme

Le calcul de l'ECPC peut être affiné en prenant en compte le profil en acides aminés indispensables des protéines produites et consommées. Les protéines animales présentent un meilleur équilibre en acides aminés indispensables que les protéines végétales en général (score DIAAS in Rémond, 2014). Ertl *et al.* (2016) ont donc estimé un ratio de qualité des protéines (PQR) qui comptabilise cette différence de qualité entre les protéines végétales consommées et les protéines animales produites. Ils montrent ainsi que la production d'œufs peut être d'autant plus favorable en termes de production de protéines pour l'homme *via* la correction de l'ECPC par le PQR.

Par ailleurs, il serait intéressant de poursuivre l'étude sur ces systèmes d'élevage en exprimant l'efficacité de conversion des ressources consommables en termes d'apports énergétiques puis d'étudier en parallèle l'efficacité de conversion des surfaces mobilisées pour produire des aliments pour l'homme. Enfin, certains

sous-produits animaux de type C3 ne sont pas consommables mais rendent d'autres services à la société qui pourraient être comptabilisés (petfood, fertilisants, compost...).

CONCLUSION

Cette étude a permis de décrire pour la première fois la contribution nette de systèmes d'élevages avicoles français à la production de protéines pour l'homme. Le résultat de l'ECPC moyen est positif pour l'élevage de poulets de chair standard dont l'aliment distribué est en partie composé de coproduits non valorisés en alimentation humaine actuellement. L'incorporation de matières premières non consommables par l'homme dans les aliments pour volaille apparaît comme un levier intéressant pour l'amélioration de l'ECPC des élevages tandis que la marge de manœuvre liée à l'amélioration de l'IC est relativement moins élevée. Une étude complémentaire sera à réaliser afin de caractériser l'efficacité des autres systèmes d'élevage avicoles existants en France, notamment ceux sous signe de qualité (Label Rouge, plein air, biologique).

Tableau 1. Performances zootechniques et compositions moyennes des aliments types des ateliers PCh et PP

Filière	IC (écarts inter-élevages)	Œufs déclassés (écarts inter-élevages)	Indication sur les aliments moyens des 2 principaux ateliers	Composition moyenne des aliments (%)					
				Blé tendre	Maïs	Tourteau de soja	Autres tourteaux	Coproduits de céréales	Autres : graines de soja/colza, huiles, additifs...
PCh	1,69 (1,61 à 1,86) ⁽¹⁾	-	Aliment moyen 1	15	51	23	0	6	5
			Aliment moyen 2	15	47	13	11	8	7
			Aliment moyen 3	22	37	11	12	9	8
			Aliment moyen 4	15	43	2	11	9	19
			Moyenne de 1, 2, 3 et 4⁽³⁾	17	44	12	9	8	10
PP	2,17 (2,06 à 2,30) ⁽²⁾	5,40% (0,03% à 8,90%) ⁽²⁾	Aliment moyen A	5	54	18	10	2	12
			Aliment moyen B	1	58	13	14	3	12
			Aliment moyen C	32	28	9	15	4	13
			Aliment moyen D	1	59	9	18	3	11
			Moyenne de A, B, C et D⁽³⁾	9	50	12	14	3	12

⁽¹⁾Variation de l'IC moyen de 95% à 110% (dire d'experts); ⁽²⁾Variabilité en 2014 (ITAVI, 2015); ⁽³⁾Utilisé comme « témoin »

Tableau 2 : Composition moyenne des œufs et carcasses (en % de poids vif) et teneurs en protéines associées (Adapté d'après Nys *et al.*, 2004; FAO, 2007; Murawska *et al.*, 2011.; ANSES, 2013 ; Coudurier, 2015)

	Poulet de chair (% du PV)	Poule pondeuse de réforme (% du PV)	Œuf (avec coquille)	Teneur en protéines (g/100g)
Total consommable animal ⁽¹⁾	62%	50%	-	20,2
Viande maigre	47%	32%	-	22,8
Abats consommables ⁽²⁾ , peau et gras	15%	17%	-	12,4
Total consommable œuf	-	-	91%	12,3
Sous-produits C1/C2 et C3 ⁽³⁾ , pertes, os, coquilles	38%	50%	9%	-

⁽¹⁾ abats, viande, peau et gras de la carcasse ; ⁽²⁾ cou, gésier, foie et cœur ; ⁽³⁾ intestins, viscère, tête, pattes, plumes, sang...

Tableau 3. Proportions de protéines consommables (PPC) des principales matières premières selon 3 scénarios

Scénarios PPC (Source)	Actuel ⁽¹⁾ (Laisse <i>et al.</i> , 2016)	Potentiel ⁽²⁾ (Laisse <i>et al.</i> , 2016)	Maximum ⁽³⁾ (Ertl <i>et al.</i> , 2016)
Blé tendre grain	66%	74%	100%
Maïs grain	15%	32%	90%
Tourteau de soja	60%	90%	92%
Tourteau de tournesol hp ⁽⁴⁾	0%	50%	46%
Coproduits de céréales	0% à 98%	0% à 98%	0% à 80%

⁽¹⁾ Scénario Actuel : cf introduction ; ⁽²⁾ Scénario Potentiel : Contexte français, la PPC est calculée selon ce qui serait réalisable avec une demande croissante en protéines végétales (hypothèses de meilleure valorisation des protéines à moyen terme, par des changements d'habitudes alimentaires et de technologies) ; ⁽³⁾ Scénario Maximum : Contexte autrichien, la PPC est

calculée selon ce qui est réalisable avec de hauts progrès technologies et de relativement grands changements d'habitudes alimentaires. ⁽⁴⁾hp = high pro (obtenu avec un taux de décorticage de 40 à 50%, plus riche en protéines).

Tableau 4. Résultats d'ECPT, des PPC (%) des compositions d'aliments testées et résultats d'ECPC associées selon le scénario « actuel » (Laisse *et al.*, 2016) en poulets de chair et poules pondeuses

Filière	Indications sur les aliments des ateliers PCh et PP	ECPT	PPC de l'aliment	ECPC
PCh	Aliment moyen 1	0,49 (soit environ 2kg de protéines végétales pour produire 1 kg de protéines animales)	45%	0,88
	Aliment moyen 2		29%	1,33
	Aliment moyen 3		29%	1,32
	Aliment moyen 4		17%	2,14
	Moyenne de 1, 2, 3 et 4		30%	1,28
PP	Aliment moyen A	0,32 (soit environ 3kg de protéines végétales pour 1 kg de protéines animales)	35%	0,82
	Aliment moyen B		26%	1,05
	Aliment moyen C		31%	0,94
	Aliment moyen D		21%	1,33
	Moyenne de A, B, C et D		28%	1,00

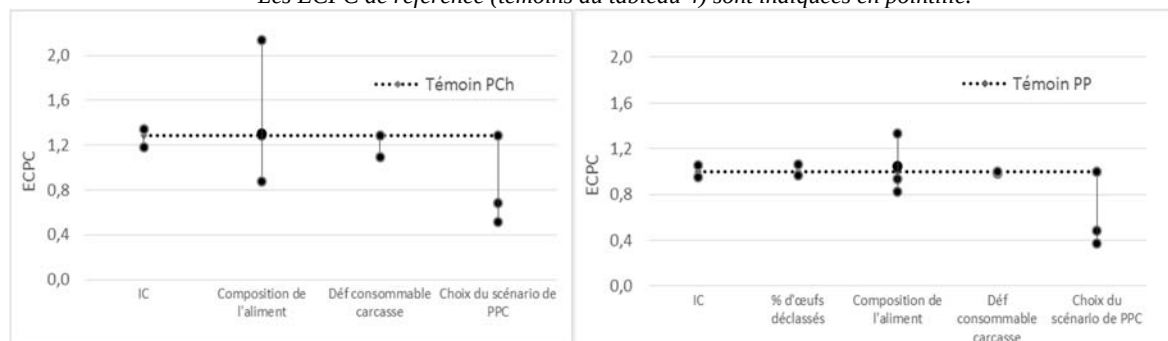
Tableau 5. Résultats de l'ECPC et de la PPC de l'aliment moyen selon le scénario de PPC des matières premières végétales et selon la définition de la fraction consommable des produits animaux

Filière	Fraction consommable	Scénario de PPC des matières premières végétales					
		Actuel (Laisse <i>et al.</i> , 2016)		Potentiel (Laisse <i>et al.</i> , 2016)		Maximum (Ertl <i>et al.</i> , 2016)	
		PPC Alim.	ECPC	PPC Alim.	ECPC	PPC Alim.	ECPC
PCh	Total consommable ⁽¹⁾	30%	1,28⁽²⁾	55%	0,68	73%	0,51
	Viande maigre		1,09		-		-
PP	Total consommable ⁽¹⁾	28%	1,00⁽²⁾	59%	0,48	77%	0,37
	Œufs +viande maigre		0,99		-		-

⁽¹⁾ La fraction totale consommable de l'animal comprend les abats, la viande, la peau et le gras de la carcasse ; ⁽²⁾ « témoin »

Figure 1. Variation de l'ECPC (flèches verticales) des systèmes PCh (à gauche) et PP (à droite) selon les performances zootechniques (IC et % d'œufs déclassés), la composition des aliments, puis selon la définition du consommable des carcasses (total consommable ou viande maigre) et le choix du scénario de PPC.

Les ECPC de référence (témoins du tableau 4) sont indiquées en pointillé.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANSES, 2013. Tables CIQUAL
Chambres d'agriculture du Grand Ouest, 2014. Résultats de l'enquête avicole.
Coudurier B., 2015. Innov. Agron., 48, pp177-200
Viguié A., 2013. Agreste conjuncture, n° 2013/208
Ertl P., Klocker H., Hörtenhuber S., Knaus W., Zollitsch W., 2015. Agric. Systems, 137, pp199-125.
Ertl P., Schönauer M., Krimberger K., Knaus W., Zollitsch W., 2016. Die Bodenkultur: Journ. of Land Manag., Food and Env., 67(2), pp91-103
FAO, 2007. ISBN: 978-974-7946-99-4
INRA-AFZ, 2004. ISBN : 2-7380-1158-6
ITAVI, 2015. Performances techniques et coûts de production – Poulettes, poules pondeuses Résultats2014, 21p.
Laisse S., Rouillé B., Baumont R. et Peyraud J-L., 2016. Renc. Rech. Ruminants, n°23.
Murawska D., Kleczek K., Wawro K. and Michalik D., 2011. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 24(4), pp532-539
Nys Y., Sauveur B., 2004. Prod. Anim. 17, pp385-393
Rémond D., 2014. Journées Franc. Nutrition 2014.
Wilkinson J. M. 2011. Animal, 5 :7, pp1014–1022