

Evaluer la production nette de protéines alimentaires par les filières avicoles

Résumé

Premières sources de protéines animales et grands consommateurs de céréales, les produits avicoles (viande de volaille et œufs) sont directement concernés par la problématique de la concurrence entre alimentation animale et alimentation humaine. En effet, 2 à 4 kg de végétaux sont nécessaires pour produire 1 kg de viande de poulet ou 1 kg d'œuf. Cependant, ces chiffres ne tiennent pas compte de la nature des protéines végétales consommées (en grande partie issues de coproduits non valorisés en alimentation humaine). Dans le cadre de cette étude, un nouvel indicateur d'efficacité protéique nette a été développé et étudié. Il évalue le rapport entre la quantité de protéines « consommables par l'Homme » produites par le système par rapport à la quantité de protéines « consommables par l'Homme » consommées par le système. Finalement, cette étude démontre la capacité des filières avicoles à produire davantage de protéines « consommables par l'Homme » qu'elles n'en consomment. Enfin, l'intérêt des leviers « amélioration des performances » et « choix des matières premières en formulation » pour améliorer l'efficacité protéique des systèmes ont pu être appréciés.

Contexte

Avec l'accroissement de la population mondiale et l'amélioration globale du niveau de vie, la demande en produits d'origine animale augmente parallèlement à la demande en produits d'origine végétale pour l'alimentation humaine. L'élevage, lui-même consommateur de matières premières végétales, est de plus en plus remis en question pour ce qui est de la compétition pour l'accès aux ressources (matières premières agricoles et surfaces pour les produire). Première source de protéines animales et grands consommateurs de céréales, les produits avicoles (viande de volaille et œufs) sont directement concernés par la problématique de la **concurrence entre alimentation animale et alimentation humaine**.

Cet article a pour ambition de présenter différentes définitions et méthodes d'évaluation de l'efficacité des élevages avicoles en termes de production de protéines.

1. Introduction

Opinion International publiait en mai 2013 : « 7 kg de céréales sont nécessaires pour produire un kilo de bœuf, 4 pour 1 kg de porc, 2 pour 1 kg de poulet. On considère qu'en 2050, la moitié des céréales produites sur Terre servira à nourrir les animaux et non les êtres humains. Les animaux d'élevage dévorent les céréales avec à la clé un coût environnemental bien supérieur à ce qu'on imagine. La viande est tout sauf écolo... » Selon la presse, 2 à 4 kg de végétaux sont ainsi nécessaires pour produire 1 kg de viande de poulet. Ce sont autant de protéines et d'énergie qui auraient pu être directement consommées par l'Homme.

Cette affirmation repose uniquement sur la notion d'indice de consommation (IC) qui exprime la quantité totale d'aliment consommé pour produire 1 kg de poulet vif. Elle

ne prend par exemple pas en compte la nature des matières premières qui composent l'aliment et dont une partie n'est pas consommable par l'Homme (ex : coproduits de l'industrie agro-alimentaire (IAA) ou des filières de biocarburants). En France, il est ainsi estimé que **l'élevage de volailles valorise annuellement plus de 2,7 millions de tonnes de coproduits** (Agreste, 2013).

Différents travaux (Wilkinson 2011 ; Ertl *et al.*, 2015 et Ertl *et al.*, 2016) ont alors proposé de **nouveaux indicateurs pour évaluer l'efficacité protéique des élevages** en distinguant les protéines dites « consommables par l'Homme » de celles qui ne le sont pas. Cet article présente les résultats obtenus pour le calcul de l'efficacité protéique dans le cas des **deux filières avicoles majoritairement représentées en France** (poulet de chair conventionnel standard et poule pondeuse conventionnelle élevée en cage). De plus, il détaille la sensibilité des résultats aux données d'entrées (performances zootechniques, composition de l'aliment).

2. Matériel et méthode

2.1. Définition de l'efficacité protéique

L'efficacité de conversion des protéines par l'élevage correspond au **rapport entre la quantité de protéines animales produites et la quantité de protéines consommées**.

Deux indicateurs distincts peuvent alors être formulés : L'**efficacité protéique brute (ECp)** exprime le rapport entre la totalité des protéines produites par l'élevage (œufs, viande) et la totalité des protéines consommées (céréales, protéagineux, coproduits, etc.).

$$EC_p = \frac{\text{Protéines animales produites}}{\text{Protéines de la ration consommées}}$$

L'**efficacité protéique nette (EC_{pc})** en revanche, distingue les protéines « consommables par l'Homme », des protéines « non consommables par l'Homme » selon qu'elles sont contenues dans des produits à destination de l'alimentation humaine (ex : céréales, protéagineux, lait, viande, abats...) ou des coproduits non valorisés en alimentation humaine (ex : drêches de distillerie, tourteaux d'oléagineux, peau, plumes, sang...). L'efficacité nette s'exprime alors comme le rapport entre les protéines « consommables par l'Homme » produites par l'élevage et les protéines « consommables par l'Homme » consommées par l'élevage. Cet indicateur se veut plus objectif dans l'évaluation de la compétition Homme-animal pour les protéines.

$$EC_{pc} = \frac{\text{Protéines animales "consommables" produites}}{\text{Protéines de la ration "consommables" consommées}}$$

2.2. Définition de la part des protéines consommables dans les matières premières

Pour chaque matière première végétale, la part des protéines « consommables par l'Homme » (Ppc) correspond à la fraction protéique valorisée en alimentation humaine actuellement en France. Elle correspond à la part de protéines qui se retrouve dans les produits issus de la première transformation en vue de la préparation des denrées alimentaires pour l'Homme (Tableau 1) (Laisse et al., 2016).

Ainsi, les graines de céréales, protéagineux et oléagineux sont caractérisés par des Ppc entre 0 % et 75 % puisqu'une partie des protéines est valorisée en alimentation humaine suite à leur transformation en farine, tofu, graines décortiquées, etc. tandis qu'une autre partie des protéines est contenue dans les coproduits issus de ces transformations et non valorisés en alimentation humaine (son, drêches, etc.). Pour finir les coproduits de transformation présentent également des Ppc très variables selon qu'ils sont en partie valorisés en alimentation humaine. C'est le cas par exemple du tourteau de soja dont peuvent être extraits des concentrés protéiques.

2.3. Définition de la part des protéines consommables dans les produits avicoles (Laisse et al., 2017)

2.3.1. Part des protéines « consommables par l'Homme » dans les œufs

La part de protéines « consommables par l'Homme » dans les œufs correspond aux protéines du blanc et du jaune des œufs destinés à une valorisation sous forme d'œufs coquille ou d'ovoproduits. Elle exclue ainsi, les œufs classés impropres à la consommation et les protéines de la coquille (Tableau 2).

Tableau 1 : Part des protéines "consommables par l'Homme" (Ppc) des matières premières principales utilisées dans l'alimentation des volailles (Tt : tourteau ; Cp : coproduit)

Matières premières	Part de protéines consommables par l'Homme (%)
Blé tendre	66
Maïs	15
Orge	61
Seigle, Triticale	72
Colza	0
Féverole	92
Pois	74
Soja	61
Tt de soja	60
Tt de colza	0
Tt de tournesol	0
Coproduits de mouture du blé	90
Autres (drêches, gluten feed, etc.)	0
Huile végétale	-
Gluten de blé	100

2.3.2. Part des protéines « consommables par l'Homme » dans les carcasses et la viande de volailles

En ce qui concerne les volailles, les parties valorisées sont la viande, une partie des abats (gésier, cœur, foie) et une partie de la peau et de la graisse. Sont notamment exclus les os et le sang ainsi que les saisis en abattoir (Tableau 2).

Tableau 2 Composition des produits animaux issus des filières avicoles (estimations ITAVI)

Produits animaux	Teneur en protéines totales	Teneur en protéines « consommables par l'Homme »
Œufs	114 g / kg d'œufs coquille	112 g / kg d'œufs coquille
Poule de réforme	200 g / kg vif	93 g / kg vif
Poulet de chair	181 g / kg vif	125 g / kg vif

2.4. Description des systèmes avicoles étudiés

Pour le système poulets de chair, le périmètre inclut l'alimentation des parentaux en amont de élevages de production.

Pour le système poules pondeuses, le périmètre inclut l'alimentation des parentaux et celle des poulettes en amont de l'élevage des poules pondeuses.

Les données de performances zootechniques sont issues d'enquêtes auprès d'élevages français en 2014 (Chambre Régionale d'Agriculture Grand Ouest, 2014; ITAVI, 2015) (Tableau 3).

La composition des aliments étant très variable en fonction du prix des matières premières notamment, 4 contextes économiques ont été retenus. Ils sont caractérisés par des ratios contrastés de prix entre céréales et tourteaux (Tableau 4). La composition des aliments a alors été obtenue par optimisation linéaire minimisant le coût et soumise à validation auprès de plusieurs firmes services (Tableau 5).

2.4.1. Poulet de chair standard

Le poulet de chair standard correspond à un poulet abattu à 1,85 kg pour la production de découpes. Il est caractérisé par un bon indice de consommation qu'expliquent une période d'élevage relativement courte, une souche avec une très bonne efficacité alimentaire et un aliment plutôt concentré en énergie et protéines.

2.4.2. Poule pondeuse

Le système d'élevage de poules en cages aménagées a été retenu car il reste le système de production majoritaire en France en 2014. De la même façon, le système sol a été retenu pour l'élevage de poulettes car plus représentatif du système majoritaire.

Tableau 3 : Performances techniques moyennes des différents systèmes

	Poules pondeuses (cage aménagée)	Poulets de chair standard
Mortalité (%)	3.92	3.92
Poids abattage (kg)	1.85	1.85
Poids œufs (kg/poule départ)	20.63	-
IC (kg aliment / kg vif ou kg aliment / kg œufs)	2.17 (2,06 à 2,3)	1.69 (1,57 à 1,81)
Consommation parentaux (kg aliment / poussin mis en place ou par pondeuse mise en place)	0.50	0.41
Consommation poulettes (kg aliment / pondeuse mise en place)	6.23	-
Saisies (%)	-	0.84
Œufs déclassés (%)	5.40	-

Tableau 4 : Présentation des différents contextes économiques retenus sur la base des prix et des ratios de prix pour les matières premières principales utilisées en alimentation avicole

		Septembre 2011	Juin 2012	Août 2013	Février 2014	Moyenne 2011-2014
		Protéines « bon marché »	Contexte « moyen »	Protéines « chères » et maïs « cher »	Protéines « chères » et blé « cher »	
Prix (€/t)	Blé	187	203	170	177	199
	Maïs	190	199	181	162	199
	Tourteau de soja	318	431	454	486	404
Ratios	Tourteau de soja/ blé	1,55	1,88	2,39	2,39	1,87
	Maïs/ blé	1,18	1,00	1,14	0,92	1,01
	Tourteau de colza / tourteau de soja	0,68	0,69	0,58	0,62	0,66
	Tourteau de tournesol / tourteau de soja	0,51	0,51	0,54	0,41	0,50

Tableau 5 : Taux d'incorporation moyens minimums et maximums observés pour chaque matière première dans les gammes poulet de chair et poules pondeuses pour les différents contextes économiques.

	Composition moyenne de la gamme (%)			
	Poules pondeuses (cage aménagée)		Poulets de chair standard	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Blé	10,0	32,1	37,5	51,2
Maïs	27,8	49,9	16,1	29,3
Coproduits de blé	0,5	1,4	0,0	0,0
Coproduits de maïs	1,6	2,8	2,0	4,0
Huile de soja	0,3	0,8	1,5	2,9
Tourteau de soja	8,8	17,5	15,7	22,4
Tourteau de colza	0,3	3,0	0,0	0,0
Tourteau de tournesol	0,0	21,3	0,0	9,3
Autres	10,6	11,7	2,8	2,9

3. Résultats et discussion

3.1. Efficience de conversion des protéines par les élevages avicoles

3.1.1. Production de protéines

La production de protéines par les différents systèmes a pu être calculée compte tenu de la teneur en protéines des produits et des performances de production (Tableau 6). La filière poules pondeuses produit à la fois des œufs et de la viande.

Tableau 6 : Production de protéines totales, dont « consommables par l'Homme » par les systèmes avicoles étudiés

Systèmes avicoles	Production de protéines totales	Production de protéines « consommables par l'Homme »
Poules pondeuses	2636 g / poule	2479 g / poule
Poulet de chair standard	334 g / poulet vif	231 g / poulet vif

3.1.2. Consommation de protéines

La consommation de protéines dépend de la teneur en protéines des aliments et des quantités d'aliments consommés (Tableau 7). Les consommations des parentaux et des poulettes le cas échéant sont également comptabilisées.

Tableau 7 : Gammes de consommation de protéines totales, dont « consommables par l'Homme », par les systèmes avicoles étudiés observées pour les 4 contextes économiques

Systèmes avicoles	Consommation de protéines totales	Consommation de protéines « consommables par l'Homme »
Poules pondeuses	8429 à 8832 g / poule	2043 à 3050 g / poule
Poulet de chair standard	630 g / kg de poulet vif non saisi	254 à 311 g / kg de poulet vif non saisi

3.1.3. Efficacités protéiques brute et nette

L'efficacité protéique est calculée comme expliqué précédemment (Figure 1a. et 1b.). Dans le cas des poulets de chair, les saisiés (poulets non valorisés) sont prises en compte.

Ainsi, si l'efficacité brute des deux systèmes suggère une consommation de protéines supérieure à la production (indicateur < 1), cette affirmation peut être nuancée au regard des valeurs obtenues pour l'efficacité nette. En effet, l'efficacité nette du système poulet de chair est généralement proche de 1, sauf en 2011 lorsque la disponibilité du tourteau de tournesol décortiqué, coproduit non consommable par l'Homme n'était pas encore suffisante pour qu'il soit incorporé dans l'aliment des poulets de chair.

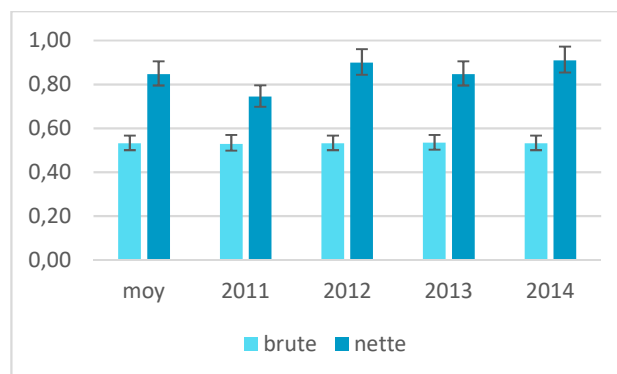


Figure 1a : Efficacité protéique brute et nette de l'élevage de poulets de chair dans différents contextes économiques

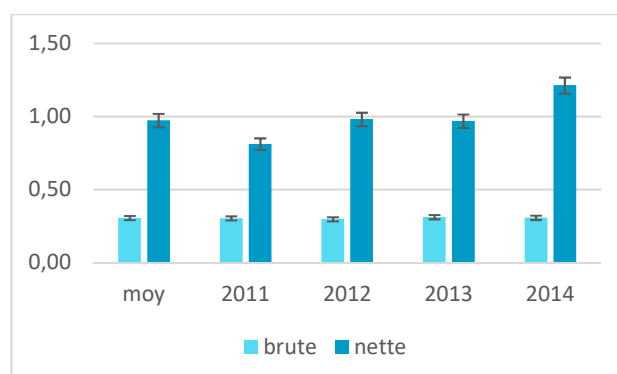


Figure 1b : Efficacités protéiques brute et nette de l'élevage de poules pondeuses dans différents contextes économiques

3.2. Sensibilité des indicateurs aux performances zootechniques et à la composition des aliments

Les variations de résultats observées entre contextes économiques (Figure 1a. et 1b.) sont uniquement liées à la nature des matières premières entrant dans la composition des aliments. En effet, les formules produites ici ont toutes le même profil nutritionnel et seul le profil en matières premières varie en fonction de leurs prix (formulation à moindre coût). L'efficacité nette est d'autant plus intéressante que les aliments utilisent des coproduits. Les substitutions maïs/blé expliquent également une partie de la variabilité. Un exercice de formulation minimisant la Ppc des aliments poulet de chair (sans contrainte de disponibilité en matières premières) montre qu'il est possible de réduire la Ppc de la gamme de 16 % à 56 % en fonction du contexte économique par rapport à la formulation à moindre coût. Cela passe par une diversification de la formule (+ 1 à 4 espèces végétales) et une augmentation du taux d'incorporation de coproduits (multiplié jusqu'à 2,6 fois).

Au sein d'un contexte économique, la variabilité observée (écart-types représentés sur les figures 1a et 1b) est liée à la variabilité de performances zootechniques (indice de consommation) qui peut être observée sur le terrain.

Ainsi, **deux pistes d'amélioration de l'efficacité protéique** peuvent être identifiées :

- 1) **Le choix des matières premières** lors de la formulation s'avère le levier le plus important. Néanmoins, il s'agit de ne pas améliorer l'efficacité protéique d'une filière au détriment des autres en captant les matières premières de Ppc faible mais plutôt d'augmenter la disponibilité de ces matières premières pour l'alimentation animale.
- 2) **Une amélioration de l'efficacité alimentaire** dans une moindre mesure.

Enfin, une **meilleure valorisation des coproduits animaux** (notamment dans le cas des volailles de chair) contribuerait elle aussi à améliorer leur efficacité protéique.

4. Conclusion

Les filières avicoles présentent des efficacités protéiques nettes satisfaisantes et, selon les contextes, sont capables de produire davantage de protéines consommables par l'Homme qu'elles n'en utilisent. Cela est principalement dû à une bonne efficacité alimentaire et repose largement sur l'utilisation de nombreuses matières premières non valorisées en alimentation humaine. Ce dernier levier apparaît comme primordial pour garantir, voire améliorer, l'efficacité protéique des filières avicoles.

La même méthodologie appliquée à l'énergie aboutie à des résultats d'efficacité énergétique brute et nette très faibles ($< 0,4$) pour les systèmes poulets de chair et poules pondeuses. Cela s'explique, d'une part, par d'inévitables pertes énergétiques dues au métabolisme des animaux (extra-chaud), et d'autre part, par une utilisation importante de matières premières riches en énergie (environ 2/3 céréales en grande partie "consommables par

Protéines animales et protéines végétales : quid de la qualité nutritionnelle

Les indicateurs d'efficacité protéique présentés ici ne s'intéressent qu'aux quantités de protéines consommées et produites, sans tenir compte des différences de qualité nutritionnelle qu'il peut exister.

En effet, du fait d'une composition en acides aminés indispensables souvent déséquilibrée (par rapport aux besoins nutritionnels de l'être humain) et d'une digestibilité souvent plus faible, la qualité nutritionnelle (mesurée par le score DIAAS - FAO, 2013) est généralement plus faible pour les protéines végétales que pour les protéines animales (Rémond, 2014). Même en combinant céréales et graines de légumineuses pour rééquilibrer l'apport en lysine et acides aminés soufrés, on estime ainsi qu'il faut manger 15 à 25 % de protéines végétales en plus que de protéines animales pour couvrir les besoins minimaux (Rémond, 2014).

Une évolution de l'indicateur d'efficacité protéique pour intégrer à la fois les aspects quantitatifs et qualitatifs permettrait d'évaluer tout à fait l'intérêt des systèmes d'élevage pour produire des protéines pour l'Homme.

l'Homme" dans les formules) pour une production de produits animaux peu concentrés en énergie (ex : la viande de volaille présente une très faible teneur en matières grasses).

Remerciements

Ce projet a été conduit dans le cadre collaboratif du GIS Elevage Demain. Les auteurs tiennent à remercier INZO°, Mixscience et CCPA pour leur accompagnement et la validation des formules.

Références bibliographiques

- Agreste, 2013. L'alimentation animale, principale destination des productions végétales. Agreste Synthèses –Moyens de production, avril 2013, n°2013/208, 9p.
- Chambres d'agriculture du Grand Ouest, 2014. Résultats de l'enquête avicole.
- Ertl P., Klocker H., Hörtenhuber S., Knaus W., Zollitsch W., 2015. The net contribution of dairy production to human food supply: The case of Austrian dairy farms. *Agric. Systems*, vol.137, p 199-125.
- Ertl P., Steinwider A., Schöner M., Krimberger K., Knaus W., Zollitsch W., 2016. Net food production of different livestock: A national analysis for Austria including relative occupation of different land categories. *Die Bodenkultur: Journ. of Land Manag., Food and Env.*, vol.67(2), p 91-103.
- FAO, 2013. Dietary protein quality evaluation in human nutrition. FAO Food and Nutrition Paper, 92. Report of an FAO Expert Consultation, Auckland, Nouvelle Zélande.
- ITAVI, 2015. Performances techniques et coûts de production – Poulettes, poules pondeuses Résultats2014, 21p.
- Laisse S., Rouillé B., Baumont R., Peyraud J.-L., 2016. Evaluation de la contribution nette des systèmes bovins laitiers français à l'approvisionnement alimentaire protéique pour l'être humain. 23^{èmes} Rencontres Recherche Ruminants, Paris, 7 et 8 décembre 2016, p263-266.
- Laisse S., Dusart L., Bouvarel I., Baumont R., 2017. Evaluation de la contribution nette des systèmes d'élevage de poulets de chair et poules pondeuses français à la production alimentaire protéique pour l'être humain. 12^{èmes} Journées de la Recherche Avicole, Tours, 05 et 06 avril 2017, p376-380.
- Opinion International, 2013. Le coût environnemental de la production de viande, vendredi 17 mai 2013. https://www.opinion-internationale.com/2013/05/17/17668_17668.html
- Rémond D., Duchène C., Bax M.L., Hafnaoui N., Oberli M., Santé-Lhoutellier V., Gaudichon C., 2014. Les 3 points forts des protéines de la viande : composition en acides aminés, digestibilité et vitesse de digestion. *Viandes et Produits Carnés*, Hors-série, p 59-60.
- Wilkinson J. M. 2011. Re-defining efficiency of feed use by livestock. *Animal*, vol.5:7, p 1014–1022.

Abstract : Assessing the net protein production by poultry systems

Poultry products (chicken meat and eggs) are the first animal protein sources for human but they are also huge cereals consumers and are thus directly concerned by the issue of food vs feed competition. Indeed, the production of 1 kg of chicken meat requires 2 to 4 kg of vegetal feedstuffs. However, this conclusion can be adapted by taking into account the nature of vegetal protein sources (by-products that are not used for food purpose for a large part). This study proposes a new indicator to assess protein net efficiency and shows that poultry industries are able to produce more “edible” proteins than they consume. To finish with, the exploration of the protein net efficiency indicator helps in identifying improvement levers such as “improved zootechnical performances” and “feedstuff choice when formulating the feed”.