

# Évaluation de la contribution nette des élevages de porcs en France à la production alimentaire de protéines pour l'Homme

Sarah LAISSE (1,2), Didier GAUDRÉ (2), Yvon SALAÛN (2), Jean-Yves DOURMAD (3)

(1) IDELE, Monvoisin, 35651 Le Rheu, France

(2) IFIP, La Motte au Vicomte, 35650 Le Rheu, France,

(3) PEGASE, INRA, Agrocampus Ouest, 35590 Saint-Gilles, France

*didier.gaudre@ifip.asso.fr*

*Avec la collaboration de l'ensemble du groupe de travail « Efficience des productions animales » du GIS Elevages Demain*

## Évaluation de la contribution nette des élevages de porcs en France à la production alimentaire de protéines pour l'Homme

Le porc peut être perçu comme concurrent de l'Homme pour les ressources végétales, pour son alimentation. Toutefois, si les porcs consomment des céréales qui auraient pu être en partie dédiées à l'alimentation humaine, ils valorisent également des coproduits non consommables par l'Homme. L'objectif de cette étude est d'évaluer la contribution nette des élevages de porcs en France à la production de protéines pour l'alimentation humaine. A cet effet, l'indice de consommation n'est pas suffisant puisqu'il ne permet pas de différencier les ressources végétales qui auraient pu être effectivement consommées par l'Homme de celles qui n'auraient pu l'être. Par ailleurs, la viande n'est pas le seul produit des carcasses porcines valorisé en alimentation humaine. L'étude s'appuie donc sur un nouvel indicateur : l'Efficiencia de Conversion des Protéines Consommables par l'homme (ECpc), qui correspond au rapport entre la somme des protéines produites par l'élevage à destination de la consommation humaine, divisée par la somme des protéines végétales consommées par l'élevage mais qui auraient pu l'être directement par l'Homme. L'ECpc a été évaluée selon différents modes d'alimentation et performances zootechniques des élevages porcins français, ainsi que selon différents scénarios de consommation des aliments par l'Homme. Les résultats indiquent que l'élevage de porcs a la capacité de contribuer favorablement à la production de protéines pour l'Homme malgré la compétition pour une partie des ressources végétales ( $ECpc > 1$ ). L'ECpc apparaît dépendre plus de la composition des rations que des performances. Les résultats montrent aussi une sensibilité élevée de ce paramètre aux modes de consommation des produits animaux et des végétaux par l'Homme.

## Estimating the net contribution of French pig livestock to the protein supply for humans

Pigs may be perceived as in competition with humans for food supply, as eating large quantities of plants. Pigs eat cereals, of which a part could have been eaten directly by humans, but also by-products from food and biofuel industries that humans could not eat. The objective of this study was to estimate the contribution of French pig farming to the net production of protein for human consumption. For this purpose, the feed conversion ratio (kg feed/kg meat produced) would not allow to differentiate plant resources humans could eat or not. The study is based on an updated efficiency indicator: the human edible protein conversion Efficiency (hepCE). The hepCE is the ratio of human edible protein produced by livestock (meat, but also offal, gelatine, edible blood) to the human edible plant protein consumed by livestock. The sensitivity of the hepCE indicator was evaluated in pig production under scenarios of feed composition and livestock performance, and scenarios of human food consumption. Results indicate that pig farming can contribute positively to net production of protein for human consumption, despite a competition for a part of plant proteins ( $hepCE > 1$ ). The efficiency is increased when more by-products are used in the feed and hepCE appears to be more sensitive to feed formulation than to animal performance. The hepCR should be used with caution because of this sensitivity to feed composition and to the definition of the fraction of feedstuffs and animal products edible by humans.

## INTRODUCTION

L'élevage de porcs, comme d'autres productions animales, est parfois perçu comme un concurrent de l'Homme pour l'accès aux ressources alimentaires puisque ces animaux consomment en masse davantage de végétaux qu'ils ne produisent de viande. Il est courant d'entendre qu'il faut 4 à 6 kg de matières premières végétales pour produire 1 kg de viande de porc. Cependant, afin d'évaluer la contribution nette de l'élevage à la production alimentaire pour l'être humain, mesurer les kg d'aliments consommés par kg de viande produite ne suffit pas puisque la nature des ressources végétales consommées n'est pas considérée : certaines auraient effectivement pu être consommées par l'Homme (céréales), mais ce n'est pas le cas de certains coproduits d'industries agroalimentaires (IAA) pour les monogastriques, ou de l'herbe pour les ruminants. De plus, les grains de céréales peuvent être intégralement consommés par les porcs alors que l'Homme n'en utilise généralement qu'une partie, la transformation de ces grains (farine blanche, extraction de l'amidon et/ou du gluten par exemple) générant des coproduits (sons, remoulages, gluten feed de blé ou de maïs) n'ayant pas ou peu de débouchés en alimentation humaine. La compétition pour les ressources entre alimentations humaine et animale doit donc être plus finement analysée.

Un nouvel indicateur a donc été mobilisé, l'efficacité de conversion (par l'élevage) des ressources végétales consommables par l'Homme en produits animaux consommables (ou efficacité nette), pour évaluer la contribution nette de l'élevage à la production alimentaire (Wilkinson, 2011 ; Ertl *et al.*, 2015 ; Laisse *et al.*, 2016). Il peut être établi pour la valeur protéique ou énergétique des ressources alimentaires.

Une première étude de l'Efficacité de Conversion des protéines consommables par l'Homme (ECpc, ou efficacité protéique nette), appliquée à des systèmes d'élevage bovins laitiers français, a montré des résultats favorables 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). Les poulets de chair standards et les poules pondeuses, dont l'indice de consommation est faible par rapport à d'autres productions animales, peuvent avoir une contribution nette positive à la production de protéines pour l'Homme (c'est-à-dire produire plus de protéines qu'elles n'en utilisent), à condition de consommer des aliments contenant une proportion importante de MP non consommables par l'Homme (Laisse *et al.*, 2017). L'élevage porcin recycle aussi de nombreux coproduits dans ses rations : il est estimé que la filière porcine française a valorisé près de 1,4 millions de tonnes de coproduits (dont tourteaux, issues d'IAA et de procédés de fabrication de biocarburant) en 2015, via les aliments achetés aux fabricants d'aliments du bétail (FAB) (Agreste, 2017). De nombreux élevages fabriquant leurs aliments à la ferme achètent aussi des tourteaux et coproduits des IAA (sous forme liquide le plus souvent).

Par ailleurs, l'élevage de porc ne produit pas seulement de la viande, mais aussi de la gélatine, des graisses et des abats dont une partie est utilisée pour l'alimentation de l'Homme.

Le calcul de l'efficacité protéique nette d'un élevage peut donc varier selon les habitudes alimentaires et la valorisation en alimentation humaine d'une part des divers produits des carcasses de porcs et d'autre part, des matières premières végétales consommées par les animaux d'élevage. Wilkinson (2011), Ertl *et al.* (2015) et Laisse *et al.* (2016) ont ainsi proposé différentes définitions de la proportion de protéines consommables (Ppc) des MP végétales et différents scénarios

selon le mode de consommation par les Hommes.

Au sein d'un même système de production porcine, l'efficacité protéique nette varie aussi entre élevages, selon les performances zootechniques et la composition des rations. Celles-ci peuvent être composées de grains produits sur la ferme (ex : maïs grain humide), de MP achetées « en vrac » et/ou d'aliments composés achetés aux FAB. La nature des MP qui composent ces aliments du commerce dépend à la fois des caractéristiques nutritionnelles escomptées, des cahiers des charges et du contexte de prix et de disponibilité des MP. L'objectif de l'étude présentée est d'évaluer la contribution nette de systèmes porcins à la production de protéines pour l'être humain. L'étude porte sur les principaux systèmes d'alimentation porcins français. Elle est basée sur l'indicateur 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.

## 1. MATERIEL ET METHODES

### 1.1. Les systèmes d'élevage porcin étudiés

Six systèmes d'élevage naisseurs-engraisseurs ont été étudiés, caractérisés par leurs performances (données de Gestion Technico Economique, GTE) et leur mode d'alimentation, selon une typologie en vigueur dans le réseau de GTE (Tableau 1). Le système conventionnel « FAB » achète la totalité des aliments aux FAB, alors que le système « FAF sec » fabrique son aliment à la ferme à partir de MP achetées. Les systèmes « M FAB », « M FAF » et « M CP » produisent le maïs sur la ferme et le distribuent humide aux porcs en engraissement ; le premier utilise un aliment acheté complémentaire de 50 % de maïs, le second complète le maïs par d'autres céréales et tourteaux, tandis que le troisième utilise de nombreux coproduits humides achetés aux usines situées à proximité. Un système « Bio » utilise quant à lui des matières premières labellisées Agriculture Biologique (AB), produites sur la ferme ou disponibles sur le marché.

L'étude s'appuie sur les performances techniques moyennes des élevages français naisseurs-engraisseurs issus de la base de données technico-économique nationale en 2014 (IFIP-GTE, 2015). Des estimations de la composition des aliments ont également été réalisées en 2014 par l'IFIP à partir de données issues de la Note de conjoncture (2014) et de la mobilisation du réseau AIRFAF (Tableau 1).

### 1.2. Calcul de l'efficacité de conversion des protéines

L'efficacité de conversion des protéines d'un système d'élevage correspond au rapport entre sa production de protéines animales (animaux abattus) et sa consommation de protéines végétales (alimentation des animaux). Le périmètre du calcul de l'efficacité inclut les consommations et les productions des porcs charcutiers et des truies depuis leur naissance.

Ce ratio est appelé ECp (efficacité de conversion des protéines, ou efficacité protéique brute) lorsque la totalité des protéines animales et végétales sont considérées. L'efficacité de conversion des protéines consommables (ECpc), ou efficacité nette, est calculée par le même rapport, mais en ne retenant que les protéines consommables par l'Homme et la part consommable des produits animaux (tableau 2).

Dans les aliments distribués aux porcs, seules les protéines consommables par l'Homme des MP  $i$  ( $i = 1$  à  $n$ ) qui composent l'aliment sont prises en compte

$kg\text{ protéines consommables} = \sum_i^n (kg\text{ consommés } i \times MAT_i \times Ppci)$ . Les valeurs de Ppc des MP végétales sont issues de la table de Laisse *et al.* (2016) ; dans cette approche, la Ppc représente la part des protéines de la MP initiale qui est conservée dans les produits alimentaires pour l'homme après première transformation. Il s'agit d'une estimation de ce qui est valorisable dans la MP, selon les débouchés et les processus de transformations en IAA actuels 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) ; les 34% restant (protéines dans les coproduits) étant valorisés notamment en alimentation animale.

### 1.3. Étude de sensibilité de l'ECpc aux variables zootechniques observables en élevage

L'ECpc « témoin » est calculée sur la base des performances des élevages « FAB » et avec des aliments « moyens » en 2014 (contexte A, tableau 1). La sensibilité de l'ECpc aux variations des performances zootechniques a été étudiée à partir des données de GTE 2014 ; les performances moyennes des élevages appartenant aux déciles inférieur et supérieur (selon marge sur coût alimentaire et renouvellement) ont été prises en compte (respectivement « 10% inf. » et « 10% sup. », Tableau 1).

**Tableau 1** - Performances zootechniques et composition moyenne de l'alimentation par système d'alimentation (pondération des aliments types de l'ensemble des ateliers de l'élevage porcin : élevage de la cochette, parentaux, truie gestante et allaitante, portées de porcelets/porcs jusqu'à abattage)

Système d'alimentation <sup>1</sup>	IC engraissement Moyenne <sup>2</sup>	Porcs produits / truie / an Moyenne <sup>2</sup>	Contexte économique de la formulation d'aliments <sup>3</sup>	Composition de l'alimentation (%)						
				Maïs	Autres céréales	Tourteaux (dont soja)	Coproduits de meunerie	Autres Coproduits de céréales et de pois	Graines oléag / protéag <sup>4</sup>	Autres MP <sup>5</sup>
FAB	2,84 10% inf. : 2,91 10% sup. : 2,75	22,4 10% inf. : 19,2 10% sup. : 24,9	A	32	42	15 (2)	6	1	1	3
			B	6	66	13 (3)	10	0	0	3
			C	24	44	12 (2)	10	1	5	3
			D	2	73	11 (0)	6	0	5	4
			E	44	31	17 (1)	3	0	1	3
FAF Sec	2,95	22,3	A	43	35	17 (6)	0	1	0	4
M FAB	2,91	22,7	A	44	27	15 (2)	6	4	1	3
M FAF	2,92	23,4	A	62	14	20 (5)	0	1	0	3
M CP	2,96	22,1	A	28	24	12 (2)	0	26	0	10
Bio	3,21	16,2	F	25	36	9 (8)	0	0	26	3

<sup>1</sup> cf § 1.1 ; <sup>2</sup> Moyenne des élevages suivis en France en 2014, soit 1748 exploitations naisseurs-engraisseurs en conventionnel et 9 en Bio (IFIP-GTE, 2015) ; <sup>3</sup> A = moyenne de l'année 2014, B = septembre 2011, C = Juin 2012, D = Aout 2013, E = Février 2014 ; F = Aliment type AB des années récentes ; Graines oléag. / protéag. = oléagineuses ou protéagineuses ; <sup>4</sup> Autres coproduits, huiles, concentrés protéiques, lactosérum, minéraux, vitamines, acides aminés, etc.

**Tableau 2** - Composition d'un porc abattu et teneurs en protéines des produits consommables pour un porc conventionnel abattu à 118 kg de poids vif (PV) (Adapté d'après Gac *et al.*, 2012 ; Blézat Consulting, 2013 ; Dourmad *et al.*, 2015)

Catégorie	Produits animaux issu du porc	Part du PV du porc (%)	Teneur en protéines (g/100g)
Produits d'abattage	Carcasse <sup>1</sup>	78%	-
	Abats consommables <sup>2</sup>	8%	15,1
	Sous-produits C1/C2 <sup>3</sup> et C3 <sup>4</sup> , pertes	14%	-
Produits de découpe de la carcasse <sup>1</sup>	Viande	45%	21,5
	Couenne et graisses	21%	12,8
	Os (gélatine)	9%	11,0
	Sous-produits C1/C2/C3 <sup>5</sup> , pertes en eau	3%	-
<b>Total consommable de l'animal<sup>6</sup></b>		<b>83%</b>	<b>17,6</b>

<sup>1</sup> carcasse = produit de l'abattage = viande, couenne, graisses et os ; <sup>2</sup> Foie, cœur, rognons, certains abats blancs, sang alimentaire, partie de la tête et pieds ; os pour gélatine alimentaire ; <sup>3</sup> contenu intestinal, sang non alimentaire, saisis ; <sup>4</sup> Poumons, trachée, rate, pancréas, certains abats blancs, soies... <sup>5</sup> écarts (maigre, os, graisses) ; <sup>6</sup> abats consommables, viande, couenne et graisses de la carcasse.

**Tableau 3** - Proportions de protéines consommables (Ppc, %) des principales matières premières (MP) selon quatre scénarios

Matières premières	Scénarios des Ppc			
	Selon le CAST (1999) in Wilkinson (2011)	Actuel <sup>1</sup> Laisse <i>et al.</i> (2016)	Potentiel <sup>2</sup> Laisse <i>et al.</i> (2016)	Maximum <sup>3</sup> Ertl <i>et al.</i> (2016b)
Blé		66	74	100
Orge		61	66	80
Maïs	80	15	32	90
Pois		74	92	90
Tourteau de soja	80	60	90	92
Tourteau de tournesol		0	55	46
Tourteau de colza	20	0	55	87
CPs <sup>4</sup> de meunerie		90	98	20
Autres CPs <sup>4</sup> de céréales et pois	20	0	0	0
Lactosérum	20	80	94	80

<sup>1</sup>Actuel : cf introduction ; <sup>2</sup>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) ; <sup>3</sup>Maximum : Autriche, ce scénario correspond à ce qui est réalisable au maximum avec de hautes technologies et de grands changements d'habitudes alimentaires. <sup>4</sup>CPs = coproduits

## 2. RESULTATS ET DISCUSSION

### 2.1. Efficience de conversion des protéines

Les résultats d'efficience protéique brute indiquent que 2,3 à 3,3 kg de protéines végétales sont nécessaires à la production d'un kg de protéines de porc (animal entier), correspondant à des valeurs d'efficience protéique brute de 0,39 à 0,42 en conventionnel et 0,30 en Bio. L'élevage Bio se distingue par une ECp plus faible en raison d'un indice de consommation plus élevé et d'une prolificité plus faible ; les aliments AB étudiés ont aussi une teneur en protéines plus élevée qu'en conventionnel du fait de l'absence d'acides aminés de synthèse.

**Tableau 4** - Résultats « actuels » de Ppc (%), ECp et ECpc (selon Laisse *et al.*, 2016) selon le type de système et d'alimentation

Système d'alimentation <sup>1</sup> – Scénario économique des aliments <sup>2</sup> et niveau des performances zootecniques retenues <sup>2</sup>	Ppc de l'aliment	ECp	ECpc
FAB – A Performance moyenne		0,42	1,06
10% inf.	35	0,40	1,01
10% sup.		0,44	1,09
FAB – B	51		0,70
FAB – C	48	0,42	0,76
FAB – D	49		0,75
FAB – E	27		1,42
FAF Sec – A	32	0,40	1,08
M FAB – A	29	0,40	1,23
M FAF – A	22	0,40	1,63
M CO – A	21	0,39	1,62
Bio - F - Performance moyenne	61	0,30	0,39

<sup>1</sup> cf § 1.1 ; <sup>2</sup> cf § 1.3 et tableau 1

### 2.2. Efficience de conversion des protéines « consommables par l'Homme »

La part consommable des carcasses de porcs est peu dépendante du système d'élevage ; les différences d'efficience protéique nette entre systèmes dépendent essentiellement de l'efficience protéique brute et de la Ppc de l'alimentation.

Par définition, la Ppc de l'alimentation est d'autant plus faible que celle-ci est composée de matières premières non

consommables par l'Homme, notamment les coproduits de céréales, de pois et les tourteaux de colza et de tournesol (Tableau 3). Par ailleurs, plus la part de maïs est importante, plus la Ppc de l'alimentation diminue, car 15% seulement des protéines du maïs sont considérées comme consommables dans le scénario « actuel », les procédés d'extraction de l'amidon de maïs ne visant pas à valoriser les protéines de cette matière première en alimentation humaine (Laisse *et al.*, 2016). En conséquence, nos résultats indiquent que de 21 à 35% des protéines de l'alimentation des porcs conventionnels en 2014 seulement sont « consommables par l'Homme » (Tableau 4). Les élevages de porcs AB, pour des raisons de disponibilité sur le marché, ont recours au pois et au tourteau de soja plutôt qu'au tourteau de colza. Leur alimentation s'avère donc plus consommatrice de protéines consommables par l'Homme (Ppc = 61%, Tableau 4), ces MPs étant affectées d'une Ppc plus élevée (Tableau 3).

Selon le scénario actuel de consommation des matières premières en alimentation humaine, l'élevage porcin conventionnel peut être considéré comme un producteur net de protéines pour l'alimentation humaine (ECpc > 1,0) dans le contexte 2014, quel que soit le mode d'approvisionnement en aliment (Tableau 4). Les élevages utilisateurs de maïs, de tourteaux non consommables et de coproduits liquides issus d'usines de proximité apparaissent les plus efficaces, produisant environ 1,6 fois plus de protéines consommables (viande, couenne, abats, gélatine, sang alimentaire) qu'ils n'en consomment.

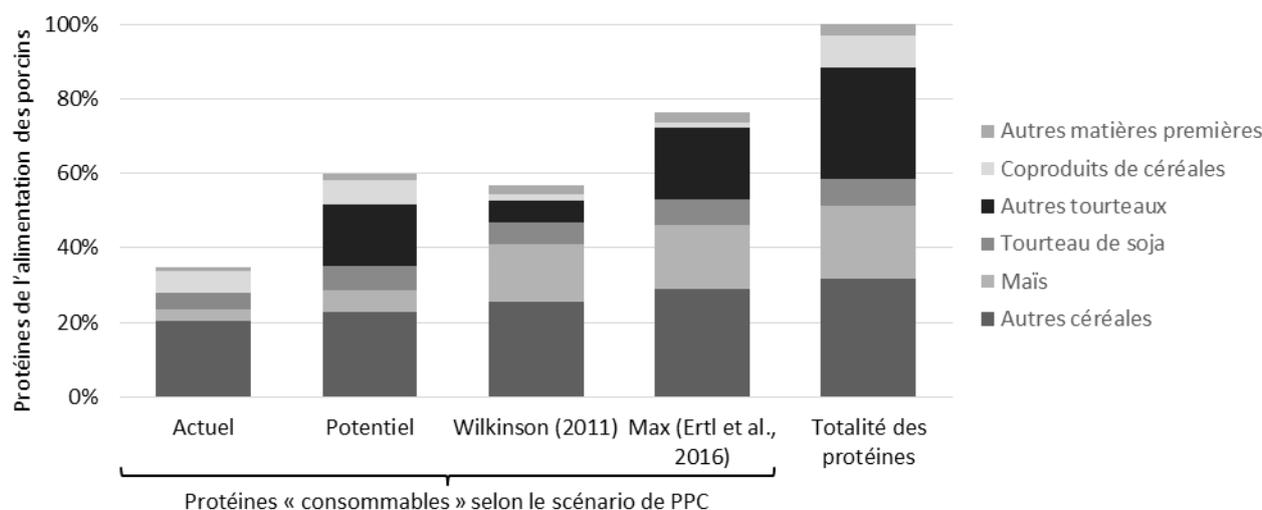
L'élevage bio est pénalisé du fait d'une efficience protéique brute plus faible et surtout d'une alimentation plus utilisatrice de protéines consommables par l'Homme: il apparaît comme un consommateur net en protéines consommables (ECpc < 1, Tableau 4). La différence d'efficience nette du système Bio par rapport au système FAB s'explique à 85% par la composition de l'aliment et sa teneur en protéines plus élevée du fait du non recours en AB aux acides aminés de synthèse ; les performances zootecniques (IC, reproduction, santé) n'expliquant donc que les 15% restants.

### 2.3. Variabilité intra-système d'élevage

L'efficience protéique nette est susceptible de varier davantage avec la composition de l'aliment acheté ou la stratégie alimentaire qu'avec les performances zootecniques.

En effet, la composition de l'aliment (liée au contexte de prix des MP) peut grandement modifier la Ppc et donc l'efficacité nette de la production porcine (Tableau 4).

Dans un système FAB, la Ppc peut varier (par rapport à l'alimentation moyenne de 2014) entre -23% dans un contexte favorable au maïs et aux tourteaux (hors soja) et +46% dans un contexte favorable aux autres céréales, coproduits et tourteau de soja ; soit une variation globale de l'efficacité nette de plus ou moins 34% selon le contexte de prix des MP, à rapprocher de l'amplitude de variation de de plus ou moins 5% selon les performances zootechniques (respectivement - 4,7% et +2,8% pour les élevages 10% inf. et 10% sup.) (Tableau 4).



**Figure 1** - Contribution des matières premières dans un système porcine conventionnel approvisionné par l'aliment du commerce (FAB) à l'apport (i) de la totalité des protéines ou (ii) des seules protéines « consommables par l'Homme », selon les quatre scénarios étudiés, différenciés par la proportion de protéines consommables (Ppc). Pour chaque scénario, la valeur totale de l'histogramme représente la Ppc de l'alimentation.

**Tableau 5** - Efficacité de conversion des protéines consommables par l'Homme (ECpc) du système porcine conventionnel approvisionné par l'aliment du commerce (FAB) selon (i) la part consommable des produits animaux retenue et (ii) la définition de la proportion de protéines consommables (Ppc) des matières premières (MP) végétales.

Définition de la part consommable des produits animaux	ECpc selon le scénario <sup>3</sup> considéré de Ppc des MP végétales			
	Actuel	Potentiel	Selon le CAST (1999) in Wilkinson (2011)	Maximum
% des protéines de l'animal vif concerné	Laisse et al. (2016)	Laisse et al. (2016)	in Wilkinson (2011)	Ertl et al. (2016b)
Viande seulement : 61%	0,74	0,44	0,46	0,34
Total consommable : 87% <sup>1</sup>	1,06 <sup>2</sup>	0,62	0,65	0,48

<sup>1</sup> Abats consommables, viande, couenne et graisses de la carcasse, os pour gélatine alimentaire ; <sup>2</sup> Témoin ; <sup>3</sup> cf tableau 3.

Ainsi, si de nouveaux débouchés plus rémunérateurs pour les coproduits végétaux apparaissent en alimentation humaine, l'élevage de porc pourrait consommer davantage de protéines consommables par l'homme qu'il n'en produit (ECpc devenant inférieur à 1, Tableau 5). A l'inverse, si davantage de maïs était utilisé pour la production d'amidon, les coproduits pourraient être disponibles pour l'alimentation animale et l'efficacité nette pourrait être améliorée, à condition que ces coproduits ne soient pas demandés par d'autres secteurs (énergie, petfood).

La table de Ppc utilisée par Wilkinson (2011), qui attribue des valeurs par catégorie de MP, aboutit à des résultats de Ppc de l'alimentation porcine proches du scénario « Potentiel », plus élevés que la valorisation actuelle des aliments en France. L'efficacité nette selon ce scénario est, en conséquence, relativement faible (ECpc = 0,65 ; Tableau 5).

## 2.4. Sensibilité de l'ECpc à la définition des parts « consommables » des produits animaux et MP végétales

### 2.4.1. Effet du scénario des proportions consommables des MP

Pour le système porcine FAB et par rapport au scénario « actuel », les trois autres scénarios de consommation des aliments par l'Homme étudiés (Tableau 3) tendent à augmenter la Ppc moyenne de l'alimentation des animaux (Figure 1). Les scénarios « potentiel » (Laisse et al., 2016) et « max » (Ertl et al., 2016b) considèrent que protéines du maïs et tourteaux de colza peuvent être mieux valorisés qu'aujourd'hui (scénario « actuel ») dans le secteur alimentaire : farine de maïs plutôt qu'extraction d'amidon ; concentrés protéiques de tournesol et de colza (Tableau 3, Figure 1).

Ce résultat d'efficacité protéique nette du système français FAB calculé avec le scénario de Wilkinson (2011) peut être comparé à l'efficacité du système porcine du Royaume-Uni (RU) présenté par le même auteur. L'efficacité protéique de l'élevage type de porcs RU est plus faible (ECpc = 0,38 ; Wilkinson, 2011) car son alimentation repose davantage sur les protéines du tourteau de soja (Ppc = 80%) que sur les autres tourteaux (Ppc = 20%). L'indice de consommation un peu plus élevé du système RU accentue cette différence.

### 2.4.2. Effet du scénario des proportions consommables des produits animaux

L'ECpc du système FAB peut être sous-évaluée de 30% si on ne comptabilise comme produit de l'élevage que la viande, plutôt que l'ensemble des produits consommables de la carcasse : abats et coproduits animaux tels que le sang alimentaire (boudins, charcuteries), couennes et os (pour la fabrication de

gélatine) dont la consommation est forte aujourd'hui en France (Tableau 5). Ainsi, si seule la viande était consommée, l'élevage porcin ne pourrait plus être considéré comme un contributeur positif à la production de protéines alimentaires (ECpc < 1).

### 2.5. Perspectives d'application des indicateurs d'efficacité protéique et prolongements méthodologiques

L'efficacité de conversion des protéines « consommables par l'Homme » pourrait être affinée par la prise en compte de l'avantage nutritionnel relatif que présentent les protéines animales sur les protéines végétales du fait de leur meilleur équilibre en acides aminés essentiels digestibles au regard des besoins de l'Homme (Rémond *et al.*, 2014). Ertl *et al.* (2016a) ont donc proposé une méthode de « correction » de l'efficacité protéique nette qui prend en compte la différence de qualité des protéines. Cette correction conduit à une élévation conséquente de l'efficacité des élevages (Ertl *et al.*, 2016b). Bien que les produits animaux soient surtout recherchés pour leur apport en protéines de qualité pour l'Homme, l'efficacité nette peut aussi être appréhendée en terme d'énergie (Efficacité de conversion de l'énergie « consommable par l'Homme ») ou d'autres nutriments d'intérêt nutritionnel (fer, vitamines...).

Ces indicateurs d'efficacité seront intéressants à considérer pour qualifier la durabilité des élevages, en parallèle d'indicateurs sociaux-économiques et environnementaux. L'occupation des surfaces ou encore l'efficacité de conversion des surfaces (Van Zanten *et al.* 2016) sont notamment indispensables à l'analyse complète de la contribution de l'élevage pour l'alimentation humaine.

Sans aller jusqu'à l'efficacité de l'élevage, la Ppc ainsi que l'utilisation des terres peuvent déjà être établies à l'échelle des aliments pour évaluer de manière simple la compétition entre l'alimentation humaine et animale (Pothin *et al.*, 2017).

### CONCLUSION

Cette première étude sur l'efficacité protéique des élevages porcins français pour l'alimentation humaine montre que ces derniers ont la capacité à contribuer de manière positive à la production alimentaire pour l'Homme, dès lors qu'ils mobilisent pour partie des matières premières non consommables par l'Homme. Ainsi, en moyenne pondérée selon la représentativité des différentes stratégies d'alimentation en France et les compositions des aliments en 2014, il est estimé qu'environ 1,2 kg de protéines consommables de porc ont été produites par kg de protéines végétales (actuellement) « consommables par l'Homme ». En porc conventionnel, une variation de 0,7 à 1,6 a été observée selon la stratégie d'alimentation et la composition des aliments du commerce. L'efficacité est plus élevée lorsque l'incorporation de coproduits est plus importante. En élevage biologique, le type d'aliment utilisé et l'indice de consommation plus élevé déterminent une efficacité protéique nette plus faible (ECpc ≈ 0,4).

Bien que l'efficacité nette doive être analysée de concert avec les autres indicateurs d'évaluation de la durabilité des élevages, cette étude constitue une première approche de la concurrence entre alimentation porcine et humaine. Les résultats nécessitent d'être interprétés avec précaution, étant donné la sensibilité de l'indicateur aux choix d'hypothèses.

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Agreste, 2017. Enquête triennale sur les matières premières utilisées pour la fabrication d'aliments composés pour animaux de ferme.
- Blézat Consulting, 2013. Etude sur la valorisation du 5ème quartier des filières bovine, ovine et porcine en France. Etudes de France AgriMer.
- Dourmad J.-Y., Nassy G., Salaün Y., Riquet J., Lebreton B., 2015. Estimation des pertes alimentaires dans la filière porcine entre la sortie de l'élevage et la commercialisation des produits. *Innovations Agronomiques*, 48, 115-125.
- 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. *Agri. Syst.*, 137, 199-225.
- Ertl P., Knaus W., Zollitsch W., 2016a. An approach to including protein quality when assessing the net contribution of livestock to human food supply. *Animal*, 10, 1883-1889.
- Ertl P., Schönauer M., Krimberger K., Knaus W., Zollitsch W., 2016b. Net food production of different livestock: A national analysis for Austria including relative occupation of different land categories. *Bodenkultur*, 67, 91-103.
- Gac A., Tribot-Lasprière P., Scislowski V., Lapasin C., Ponchant P., Guardia S., Nassy G., Chevillon P., 2012. Recherche de méthodes d'évaluation de l'expression de l'empreinte carbone des produits viande. Collection RESULTATS IDELE, CR 00 12 33 023, 128p.
- IFIP-GTE, 2015. Les résultats des élevages en France.
- 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. *Renc. Rech. Ruminants*, 23, 263-266.
- 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. *Journées Rech. Avicoles*, 12, 376-380.
- Pothin A., Méda B., Fortun-Lamothe L., 2017. Alimentations humaine et animale : évaluer la compétition sur les ressources et l'espace. *Journées Rech. Avicoles*, 12, 381-385.
- Rémond D., Duchène C., Bax ML., 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 prod. carnés, Hors-série*, 91-92
- Van Zanten H. H. E., Mollenhorst H., Klootwijk C. W., Van Middelaar C. E., De Boer I. J. M., 2016. Global food supply: land use efficiency of livestock systems. *Int. J. Life Cycle Ass.*, 21, 747-758.
- Wilkinson J. M., 2011. Re-defining efficiency of feed use by livestock. *Animal*, 5, 1014-1022