

Evaluation de la contribution nette des systèmes bovins laitiers français à l'approvisionnement alimentaire protéique pour l'être humain

S. LAISSE(1), B. ROUILLE (1), R. BAUMONT (2), J.-L. PEYRAUD (3)

(1) Institut de l'Élevage, Monvoisin, 35652 LE RHEU – France

(2) INRA UMR 1213 Herbivores, 63122 SAINT-GENES-CHAMPANELLE, France

(3) INRA UMR 1348 PEGASE, 35590 SAINT-GILLES, France

RESUME

Les ruminants valorisent des matières premières riches en fibres, notamment les fourrages et les coproduits d'industries agroalimentaires et de biocarburants, pour produire du lait et de la viande. Dans les systèmes bovins laitiers français, d'autres matières premières telles que les céréales ou les protéagineux sont aussi consommées alors qu'elles pourraient en grande partie être valorisées directement en alimentation humaine. Cette étude s'appuie sur les données des réseaux d'élevage Inosys pour calculer l'efficacité de conversion des protéines (ECP) végétales en protéines animales de différents systèmes d'alimentation des vaches laitières en considérant (i) la totalité des protéines végétales consommées par l'élevage (ECPT) et (ii) les protéines végétales consommables par l'être humain (ECPC). Ce calcul nécessite d'estimer la proportion de protéines consommables (PPC) des différentes matières premières végétales utilisées en alimentation animale. Si les valeurs de ECPT sont faibles et peu variables entre systèmes, en revanche les valeurs de ECPC sont beaucoup plus élevées et très variables. Elles peuvent être largement supérieures à 1, indiquant que le système produit plus de protéines animales consommables par l'homme qu'il ne consomme de protéines végétales pouvant entrer dans la chaîne alimentaire actuelle. C'est notamment le cas des systèmes basés sur l'herbe alors que les systèmes consommant beaucoup de grains peuvent consommer plus de protéines végétales consommables par l'homme qu'ils n'en produisent (ECPC < 1). Certains systèmes bovins laitiers ont donc une contribution nette positive en protéines pour l'alimentation humaine, argument important à considérer dans le débat sur l'efficacité alimentaire entre systèmes de production animaux et végétaux. Les résultats sont discutés en fonction des hypothèses prises pour estimer la teneur en PPC des aliments utilisés en alimentation animale. Plus les protéines des tourteaux sont directement utilisables en alimentation humaine, plus les systèmes qui ont recours à des quantités importantes de tourteaux seront en compétition avec l'alimentation humaine.

Evaluation of net contribution of French dairy cattle systems to the protein supply for humans

S. LAISSE(1), B. ROUILLE (1), R. BAUMONT (2), J.-L. PEYRAUD (3)

(1) Institut de l'Élevage, Monvoisin, 35652 LE RHEU – France

SUMMARY

Ruminants consume vegetable raw materials rich in fiber, especially forage and byproducts of food and the biofuel industries, to produce milk and meat. In the French dairy cattle systems, other vegetable feedstuffs such as cereals and legumes are consumed too, while they could be largely consumed directly by humans. This study is based on data from French livestock farm networks to calculate the protein conversion efficiency (ECP): this indicator represents the conversion rate of vegetable proteins into animal proteins. The assessment is made for various dairy cattle feeding systems considering (i) all vegetable proteins consumed by livestock and (ii) only human edible vegetable proteins (ECPC). It requires the estimation of the human edible protein fraction (PPC) of different feedstuffs. ECPT values are low and slightly variable, in contrast to ECPC values that are considerably highly variable depending on feeding systems. ECPC values can be far above 1, which indicates that the livestock system produces more human edible proteins (by milk) than vegetable protein consumed which can enter into the current French food chain. This is particularly the case for systems based on grasslands whereas systems that consume a lot of grains can consume more human edible proteins than they produce (ECPC < 1). Some dairy cattle systems also have a positive net contribution to the human food supply: this is an important point to consider in the debate comparing food efficiency of animal and vegetable production systems. The results are discussed according to the assumptions used to estimate the PPC value of feedstuffs. The more oilmeal protein is directly usable for human food, the more the systems using a large amount of oilmeal will be competing with human food.

INTRODUCTION

L'élevage a pour principale finalité la production alimentaire pour l'homme, notamment en fournissant des protéines à haute valeur nutritionnelle. De ce point de vue, il peut paraître inefficace puisqu'il consomme davantage d'énergie et de protéines de végétaux qu'il n'en produit dans le lait, les œufs ou la viande. De plus, une partie des aliments consommés par les animaux d'élevage (céréales notamment) pourrait être directement valorisée en alimentation humaine. Dans un contexte d'accroissement de la demande alimentaire mondiale, la contribution de l'élevage à la sécurité alimentaire

est ainsi remise en cause depuis plusieurs années (De Raignan, 2008).

Les ruminants peuvent valoriser des matières premières (MP) non consommables par l'homme, tels que les fourrages et les coproduits des industries agroalimentaires et de biocarburants (GLEAM in Mottet, 2014 ; Rémond, 2014). En ce sens, ils peuvent contribuer de manière positive à la production alimentaire. Or, l'efficacité alimentaire est souvent exprimée par l'indice de consommation (kg d'aliments totaux ingérés / kg de produits). En raisonnant sur la quantité de protéines consommables par l'homme, l'efficacité alimentaire devient un indicateur permettant d'évaluer la contribution réelle (ou nette) de l'élevage à la production de protéines.

Des premiers travaux calculant l'efficacité de conversion des protéines consommables (ECPC) montrent que des systèmes d'élevage laitiers produisent davantage de protéines consommables par l'homme qu'ils n'en consomment (Wilkinson, 2011 ; Ertl *et al.*, 2015).

En France, la composition moyenne de la ration des bovins laitiers (génisses et vaches laitières) est estimée à 83% de fourrages (FR), 10% de coproduits, tourteaux et déshydratés (CP, TTX et DESHY), 7% de céréales et protéagineux (CR et PR) (Devun *et al.*, 2012). Il existe cependant une grande diversité de systèmes d'alimentation des vaches laitières qu'il convient de prendre en compte (Le Doaré et Brunschwig, 2015). La présente étude évalue la contribution nette des principaux systèmes d'élevage bovin laitier à la production de protéines pour l'homme après avoir déterminé la proportion de protéines consommables (PPC) en alimentation humaine de chaque aliment utilisé en alimentation animale.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. LES SYSTEMES BOVINS LAITIERS ETUDIES

L'étude s'intéresse aux huit principaux systèmes d'élevages laitiers spécialisés et conventionnels décrits dans l'Observatoire de l'alimentation des vaches laitières (Le Doaré et Brunschwig, 2015). Ces données sont issues de 262 exploitations laitières des réseaux d'élevage Inosys, durant l'année 2011.

La typologie des principaux systèmes a été basée sur trois critères : la zone naturelle (plaine, montagne-piémonts : « MtP »), l'OTEX (polyculture-élevage laitier : « PEL », spécialisé laitier : « SpéL ») et la part de maïs dans la surface fourragère principale (SFP) (<10% de la SFP : « herbe », 10 à 30% de la SFP en plaine ou >10% de la SFP en montagne : « maïs herbe », >30% de la SFP : « maïs dominant »). Le tableau 1 présente les compositions des rations des vaches laitières par système et par famille d'aliments ainsi que leurs performances de production.

1.2. CALCUL DE L'EFFICACITE DE CONVERSION DES PROTEINES

L'efficacité de conversion des protéines de la ration en protéines laitières a été calculée à l'échelle de la vache laitière au cours d'une année en incluant la période de tarissement. La consommation des génisses et la production de viande n'ont pas été prises en compte car ces données ne sont pas disponibles dans l'Observatoire de l'alimentation des vaches laitières. L'efficacité de conversion des protéines totales (ECPT)

a été calculée par le ratio entre la production de protéines laitières (PL/VL/an x TP) et la consommation totale de protéines végétales (Σ quantités d'aliments consommés/VL/an x MAT des aliments). Les teneurs en matières azotées totales (MAT) des aliments sont issues des tables INRA (2010) et INRA-AFZ (2004). L'efficacité de conversion des protéines consommables par l'homme (ECPC) a été calculée par la même approche mais en intégrant la proportion de protéines consommables par l'homme (PPC) dans les aliments utilisés pour alimenter les animaux (quantités des aliments consommés/VL/an x MAT x PPC des aliments).

1.3. DETERMINATION DES PROPORTIONS DE PROTEINES CONSOMMABLES PAR L'HOMME DANS LES ALIMENTS

Deux études (Wilkinson 2011, Ertl *et al.*, 2015) ont proposé des valeurs de PPC des aliments utilisés en alimentation animale (Tableau 2). Les différences entre auteurs montrent que la méthodologie d'estimation n'est pas clairement stabilisée mais aussi que les PPC ne sont pas fixes et généralisables, car elles dépendent à la fois des technologies disponibles, des habitudes alimentaires et du contexte de disponibilité alimentaire (Ertl *et al.*, 2015). Dans le cadre de cette étude et d'un travail du GIS Elevage Demain, les PPC ont été recalculées compte tenu des procédés industriels utilisés en France pour produire les aliments à partir des produits végétaux. Il existe une grande diversité d'aliments utilisés en alimentation animale qui se distinguent par l'espèce végétale, la fraction de la plante utilisée et le traitement technologique. La PPC correspond au rapport entre la quantité de protéines réellement consommables et utilisées en alimentation humaine après transformation et les protéines totales de la matière première avant transformation. Le calcul est illustré dans la figure 1 dans le cas des grains de blé tendre. Les PPC sont calculées selon deux scénarios. Le premier « actuel » correspond à ce qui est couramment réalisé aujourd'hui, le second « potentiel » pose une hypothèse de forte croissance de la demande en protéines végétales à moyen terme qui conduirait à des progrès technologiques pour une plus forte valorisation des protéines végétales accroissant ainsi la compétition entre alimentation animale et humaine (extraction de protéines des tourteaux par exemple) ainsi qu'à des changements d'habitudes alimentaires. Les valeurs de PPC retenues dans les deux scénarios résultent de l'analyse de la littérature scientifique et d'échanges avec des experts du secteur de l'alimentation humaine.

Tableau 1 : Performances laitières et composition des rations des principaux systèmes types laitiers étudiés

Système		Production laitière (l/VL/an)	TP moyen annuel (g/l)	Composition annuelle de la ration des VL (%)					
				Maïs ensilage	Fourrages herbe	Autres fourrages	Grains	Tourteaux	Autres concentrés
PolyEL Plaine	maïs dominant	8455	32,9	59%	14%	3%	4%	12%	7%
	maïs herbe	8480	32,8	44%	30%	5%	5%	9%	7%
	herbe	7336	33,4	6%	50%	3%	23%	9%	9%
SpéL Plaine	maïs dominant	8180	33,1	59%	18%	2%	5%	13%	4%
	maïs herbe	7264	33,5	44%	33%	4%	6%	9%	4%
	herbe	5999	34,0	6%	75%	2%	8%	3%	5%
SpéL MtP	maïs herbe	7437	33,2	46%	26%	3%	9%	11%	4%
	herbe	6217	33,0	3%	74%	2%	13%	4%	5%

Tableau 2 : Teneurs en MAT et PPC des matières premières (MP) selon les différents scénarios

Matières premières		MAT (g/ kg MS)	Proportion de Protéines Consommables (%)				Commentaires (Scénario Potentiel)
type MP	Libellé MP		Scénario Wilkinson (2011)	Scénario Medium Ertl (Ertl <i>et al.</i> , 2015)	Scénario Actuel	Scénario Potentiel	
CR	Blé tendre	121	80%	80%	67%	75%	Plus de farines complètes consommées, valorisation accrue des sons, amélioration des processus de transformation (glutennerie, extraction protéines), davantage de débouchés pour la valorisation des protéines (semoulerie de maïs plutôt que l'amidonnerie, farine de lin plutôt que l'huile de lin, plus de pois cassés, grains complets)
	Triticale	110	80%	80%	0%	84%	
	Avoine	116	80%	-	84%	94%	
	Orge	116	80%	65%	87%	92%	
	Maïs grain	94	80%	80%	15%	32%	
PR	Pois	239	80%	80%	76%	91%	
	Féverole	294	80%	-	92%	98%	
	Lin	250	80%	-	40%	79%	
TTX	Tourteau de soja	494 à 516	80%	71%	60%	90%	Amélioration des processus d'extraction des protéines à moyen terme en cas de demande croissante en protéines végétales
	Tourteau de colza	380	20%	59%	0%	55%	
	Tourteau tournesol	373	20%	30%	0%	55%	
DESHY	Luzerne déshydratée	184	0%	0%	0%	30%	
CP	Sons de blé	170	20%	10%	98%	98%	Valorisation déjà possible des sons (ex : enrichissement farine, ingrédient) Autres coproduits : en général peu adaptés à la transformation : peu/pas de recherche pour la valorisation des protéines de ces MP
	Drèches blé, orge	262 à 341	0%	0%	0%	0%	
	Pulpes betteraves	91	0%	0%	0%	0%	
	Corn gluten feed	219	0%	0%	0%	0%	
	Pulpes PdTerre	53	0%	-	0%	0%	
FR	Maïs ensilage	70	0%	29%	11%	23%	Partie [grains] consommable : cf PPC du Maïs grain MP riches en fibres et peu adaptées à la transformation pour l'alimentation humaine
	Fourrages herbe	90 à 140	0%	0%	0%	0%	
	Autres fourrages	90 à 170	0%	0%	0%	0%	

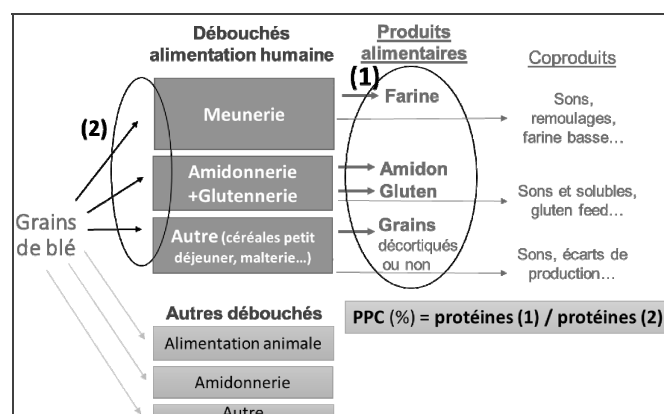


Figure 1 : Méthodologie de calcul de la PPC (%) des matières premières. Exemple du blé tendre.

2. RESULTATS

2.1. TABLE DES PPC DES MATIERES PREMIERES UTILISEES EN ALIMENTATION ANIMALE

Le tableau 2 présente les valeurs obtenues en comparaison de celles publiées par Ertl *et al.* (2015) et Wilkinson (2011). Dans le scénario Actuel, les PPC des fourrages sont faibles, varient de 0% pour l'herbe à 11% pour l'ensilage de maïs et n'ont pas vocation à s'accroître fortement. Les PPC des concentrés varient de 0% pour de nombreux coproduits, les tourteaux de colza et de tournesol et le triticale, à 92% pour la féverole. Le tourteau de soja et les céréales présentent des valeurs intermédiaires. Les PPC de ces matières premières pourraient augmenter à l'avenir (scénario Potentiel), notamment celles des tourteaux, du fait du progrès des technologies d'extraction des protéines.

2.2. EFFICIENCE DE CONVERSION DES PROTEINES

L'ECPT varie de 0,24 à 0,29 selon les systèmes d'élevage, les vaches laitières produisant donc entre 0,24 à 0,29 kg de protéines laitières par kg de protéines végétales ingérées (Tableau 3). L'EPCT est plus faible pour les systèmes herbagers, du fait d'une moindre productivité laitière.

L'ECPC est toujours bien plus élevée que l'ECPT et présente une plus grande variabilité selon les systèmes d'élevage

(Tableau 3). Dans le scénario Actuel l'ECPC est proche ou supérieure à 1 quel que soit le système d'élevage (1,5 en moyenne, pondérée selon les effectifs des fermes étudiées dans chaque type de système). L'ECPC des systèmes spécialisés laitiers est d'autant plus élevée que le système utilise plus d'herbe. Les systèmes spécialisés laitiers herbagers produisent en effet en moyenne environ 2 kg (ou plus) de protéines laitières par kg de protéines végétales utilisées par les animaux et potentiellement consommables par l'homme. L'ECPC baisse dans le scénario Potentiel et seuls les systèmes spécialisés lait et herbagers continuent d'avoir une contribution positive à la production de protéines.

Tableau 3 : ECPC selon les systèmes d'élevages bovins laitiers et les scénarios PPC

Système		ECPT	ECPC	
			Actuel	Potentiel
PolyEL _Plaine	maïs dominant	0,29	1,22	0,64
	maïs herbe	0,28	1,79	0,81
	herbe	0,25	0,94	0,62
SpéL _Plaine	maïs dominant	0,28	1,16	0,61
	maïs herbe	0,28	1,52	0,77
	herbe	0,25	2,33	1,49
SpéL MtP	maïs herbe	0,29	1,27	0,66
	herbe	0,24	1,98	1,20

3. DISCUSSION

Le calcul de la PPC des aliments utilisés en élevage reste délicat. Le résultat est très sensible aux hypothèses retenues mais aussi aux habitudes alimentaires et à la technologie utilisée en industrie agroalimentaire comme le montrent les différences entre les scénarios étudiés. Pour les fourrages, les scénarios Actuel et Potentiel que nous avons construits sont plus proches du scénario « moyen » d'Ertl *et al.* (2015) que de celui de Wilkinson (2011) qui a considéré que le maïs ensilage n'était pas comestible dans la mesure où il y a des hybrides de maïs doux produits spécialement pour l'alimentation humaine alors que nous avons considéré que les protéines des grains pouvaient être valorisées en alimentation humaine. Pour les céréales et graines oléo-protéagineuses, les différences s'expliquent principalement par le fait que les calculs de Ertl *et al.* (2015) et de Wilkinson (2011) ne considèrent généralement qu'un seul débouché de

la matière première en alimentation humaine alors que notre étude intègre des chaînes plus complexes. Dans le cas des tourteaux, nous avons considéré l'utilisation effective de leurs protéines en alimentation humaine dans le scénario Actuel (nulle pour le colza et le tournesol) et une valorisation plus importante dans le futur alors que Wilkinson (2011) et Ertl *et al* (2015) ont considéré qu'actuellement on pouvait déjà utiliser une partie des protéines de tous les tourteaux, leur estimation se rapprochant alors plus de notre scénario Potentiel. Logiquement, ces différences affectent l'estimation des valeurs d'ECPC. Celles-ci sont, en moyennes pondérées, de 1,46 pour le scénario Actuel, de 1,14 avec les PPC proposés par Wilkinson (2011), de 0,89 avec celles proposées par Ertl *et al.* (2015) et de 0,79 pour le scénario Potentiel. Les classements entre systèmes ne sont pas modifiés selon les scénarios.

Les valeurs de l'ECPC sont toujours plus élevées que celles de l'ECPT car les ruminants ingèrent majoritairement des aliments non consommables par l'homme, car trop riches en cellulose. Il faut noter que les controverses sur le rôle de l'élevage dans la fourniture de protéines ne sont basées que sur des données d'ECPT. L'élevage limite aussi le gaspillage alimentaire en valorisant des coproduits peu comestibles par l'homme et non désirés (Garot, 2015). En considérant l'ECPC, les systèmes apparaissent alors très différents et peuvent être consommateurs ou producteurs nets de protéines. Les systèmes laitiers spécialisés herbagers de plaine et de montagne-piémonts ont une contribution nette très positive à la production globale de protéines. Ces résultats s'expliquent par la composition de la ration : en moyenne 70% des protéines sont apportées par les prairies, les graminées et légumineuses fourragères (non comestibles), et seulement 40% des protéines apportées via les concentrés sont potentiellement consommables avec le scénario Actuel. En revanche, plus un système utilise de maïs fourrager et/ou de concentrés et moins il contribue à la production nette de protéines, ce qui est le cas de certains systèmes à base d'ensilage de maïs ou des systèmes de polyculture élevage très consommateurs de grains entiers (tableau 3). L'intensification à l'animal apparaît donc contre-productive en termes de fourniture nette de protéines dans une approche globale de la chaîne alimentaire. Ces résultats sont cohérents avec ceux d'Ertl *et al.* (2015) qui a mis en évidence une corrélation négative entre l'ECPC et la proportion de concentré dans les rations des vaches laitières. Les écarts entre systèmes ne peuvent que s'accroître à l'avenir avec l'utilisation croissante des protéines végétales et les progrès technologiques pour l'extraction des protéines des tourteaux pour un usage direct en alimentation humaine. Enfin, notons que les valeurs d'ECPC pourraient être corrigées du fait que les protéines animales ont une valeur nutritionnelle pour l'homme plus élevée que les protéines végétales, en raison d'un meilleur équilibre de leur composition en acides aminés indispensables (FAO, 2013). Ainsi, en l'absence de protéines animales dans le régime alimentaire de l'homme, il est estimé qu'il faut consommer environ 20% de protéines végétales de plus pour satisfaire l'ensemble des besoins en acides aminés (Rémond, 2014). Les systèmes laitiers seraient donc neutres dans leur contribution nette à la production de protéines alimentaires dès lors que leur ECPC est supérieure à 0,84.

Afin d'approfondir l'analyse de la contribution des systèmes bovins laitiers français à l'alimentation humaine, il est nécessaire d'étendre le calcul à l'échelle de l'ensemble de l'atelier laitier. La prise en compte des protéines apportées aux génisses réduira l'ECPT, bien qu'il y ait une compensation par les protéines produites issues de la viande des vaches réformées et des veaux vendus. Il sera également intéressant de poursuivre l'étude en considérant l'efficacité de conversion de l'énergie des aliments, ainsi que l'efficacité de conversion des surfaces en produits animaux. Un travail équivalent sera réalisé dans les autres filières afin d'évaluer la contribution nette à l'alimentation humaine des

élevages produisant des œufs et/ou de la viande (volailles, porcins, bovins viande, ovins...).

CONCLUSION

Ce travail a permis pour la première fois de décrire la contribution nette des systèmes bovins laitiers français à l'approvisionnement en protéines pour l'alimentation humaine. Il montre que l'élevage laitier peut y contribuer de manière très positive et qu'il le fera d'autant plus qu'il valorisera de l'herbe et des matières premières végétales non comestibles par l'homme alors que la recherche de productivité laitière accroît de fait la compétition entre l'alimentation animale et humaine.

De Ravignan. 2008. Alternatives Economiques, n°274.

Devun J., Brunschwig P., Guinot C., 2012. CR Résultats Idele, n° 00 12 39 005

Ertl P., Klocker H., Hörtenhuber S., Knaus W., Zollitsch W., 2015. Agricultural Systems, 137, 199-125.

FAO, 2013. FAO Food and nutrition paper, 92.

Garot G., 2015. Lutte contre le gaspillage alimentaire : propositions pour une politique publique. Rapport de mission parlementaire, avril 2015.

INRA-AFZ, 2004. Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage.

INRA, 2010. Alimentation des bovins, ovins et caprins : Besoins des animaux – Valeurs des aliments.

Le Doaré C., Brunschwig P., 2015. Observatoire de l'alimentation des vaches laitières. Références.

Mottet A., 2014. VPC-2014-30-6-1

Rémond D., 2014. Journées Franc. Nutrition 2014.

Wilkinson J. M. 2011. Animal, 5:7, 1014–1022