

Des systèmes laitiers caprins, ovins et bovins producteurs nets de protéines et consommateurs d'énergie

ROUILLÉ B. (1), BIENNE F. (1), LE TIEC M. (1), FANÇA B. (1), JOST J. (1), BLUET B. (2), MORIN E. (1), LAURENT M. (1)

(1) Institut de l'Élevage, 149 rue de Bercy, 75595 Paris Cdx12, France

(2) Chambre d'agriculture de l'Indre, 24 rue des Ingrains, 36022 Châteauroux Cdx, France

benoit.rouille@idele.fr

RESUME

Les systèmes laitiers français (vache, chèvre et brebis) présentent une richesse de par leur diversité, notamment selon leurs systèmes alimentaires. Les aliments consommés peuvent être en concurrence avec l'alimentation humaine (céréales, légumineuses à graines, maïs ensilage) ou non (prairies, parcours). Les efficacités énergétiques et protéiques, en brut et en net ont été évaluées. L'approche nette permet de mieux prendre en compte la compétition « feed-food ». Les systèmes laitiers sont consommateurs nets d'énergie et producteurs nets de protéines pour l'homme, avec de meilleurs résultats en systèmes herbagers. A l'échelle nationale, l'efficacité protéique nette est de 1,16 pour les brebis, 1,12 pour les chèvres et 1,88 pour les vaches. Il existe des marges d'amélioration technique dans les trois filières.

Goat, sheep and cattle dairy systems are net producers of proteins and consumers of energy

ROUILLÉ B. (1), LAURENT M. (1), JOST J. (1), BLUET B. (2), FANÇA B. (1), MORIN E. (1), BIENNE F. (1), LE TIEC M. (1)

(1) Institut de l'Élevage, 149 rue de Bercy, 75595 Paris Cdx12, France

SUMMARY

French dairy systems (cow, goat, ewe) present an important diversity, due to different feeding systems. Feeds consumed by the herds can be human edible (cereals, legumes, maize silage) or not (grasslands, wild grass areas). Energy and protein conversion efficiencies have been evaluated. The net efficiency approach allows to better take into account the "feed-food" competition. Dairy systems are net consumers of energy and net producers of proteins, with better efficiencies for systems based on grass. At national scale, net protein efficiencies are respectively 1.16 for ewes, 1.12 for goats and 1.88 for cows. Technical improvement have been identified for all these dairy sectors.

INTRODUCTION

La production laitière sera socialement acceptable demain si elle est rémunératrice pour les éleveurs, vertueuse sur le plan environnemental, légitime dans l'occupation et l'entretien des territoires et peu en compétition avec l'alimentation humaine. L'efficacité de conversion des aliments par les ruminants permet d'évaluer la compétition entre l'alimentation animale et l'alimentation humaine dans l'utilisation des ressources. Elle tient compte de la part consommable par l'homme dans les aliments consommés par les animaux et dans les produits animaux (lait et viande). Des premiers résultats sont disponibles pour différents systèmes de production à travers le Monde (Wilkinson, 2011 ; Ertl *et al.*, 2015). L'objectif du projet CASDAR ERADAL est de déterminer les efficacités énergétique et protéique pour les principales filières laitières en France (brebis, chèvres et vaches).

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. UNE METHODOLOGIE PARTAGEE PAR LES INSTITUTS TECHNIQUES ANIMAUX

La méthodologie de calcul de l'efficacité de conversion des aliments végétaux consommés par les animaux en produits animaux destinés à l'alimentation humaine a été définie dans le cadre des travaux du GIS Elevages Demain (<https://www.gis-elevages-demain.org/>). Elle est partagée par les filières de ruminants, de porcs et de volailles à l'échelle nationale. Elle consiste à faire le rapport entre d'une part les produits animaux d'un élevage et d'autre part les consommations alimentaires de produits végétaux des animaux du même élevage. Deux critères sont évalués : la

protéine et l'énergie. Pour chaque critère, deux périmètres d'efficacité sont considérés : i) l'efficacité brute considère le rapport entre tous les produits animaux (lait et viande) consommables par l'homme et toutes les consommations de produits végétaux (fourrages et concentrés), et ii) l'efficacité nette est ce même rapport mais en ne considérant que la fraction de l'alimentation animale consommable par l'homme. L'efficacité nette semble plus adaptée pour évaluer la compétition « feed/food ». Par choix sémantique, le terme « consommable » se réfère toujours à l'alimentation humaine. Exemple de la formule de calcul pour la protéine :

- **Efficacité protéique brute (EPB)** = kg de protéines animales consommables produites sur l'exploitation / kg de protéines végétales consommées par les animaux

- **Efficacité protéique nette (EPN)** = kg de protéines animales consommables produites sur l'exploitation / kg de protéines végétales consommables consommées par les animaux.

Pour faire ces calculs, il est indispensable de caractériser les fractions énergétiques et protéiques consommables par l'homme pour les aliments consommés par les ruminants laitiers (Laisse *et al.*, 2016). Par exemple, la fraction protéique consommable du blé est de 66 % alors qu'elle est de 0 % pour les tourteaux de colza et de tournesol (tableau 1). Cela signifie qu'en moyenne 66 % des protéines du blé sont actuellement valorisées lorsque le blé est transformé pour l'alimentation humaine. Pour les fourrages, cette même fraction est de 0%, sauf pour l'ensilage de maïs (10 %) en lien avec sa teneur en grains, potentiellement valorisables en alimentation humaine. Le même travail a été fait sur les produits animaux (lait et viande).

		Proportion d'énergie consommable par l'homme (%)	Proportion de protéines consommables par l'homme (%)
Fourrages	Herbe pâturée ou affouragée	0	0
	Ensilage de maïs	32	10
	Foin, enrubannage et ensilage d'herbe	0	0
	Ensilage de céréales immatures	70	70
Concentrés	Féverole	83	92
	Blé	68	66
	Tourteau de soja	38	60
	Tourteau de colza	0	0
	Aliment commerce 40 % MAT	24	32
	Pulpes de betteraves	0	0
Lait	Lait de brebis	100	100
	Lait de chèvre	100	100
	Lait de vache	100	100
Viande	Viande d'agneau	39	45
	Viande de chevreau	48	63
	Viande de vache laitière	31	55

Tableau 1 Proportion d'énergie et de protéine actuellement consommables par l'homme de quelques aliments de la ration des ruminants laitiers et de quelques produits animaux.

1.2. LA BASE DE DONNEES DIAPASON

La base de données **Diapason** (INOSYS-Réseaux d'élevage, Idele, Chambres d'agriculture) a été mise à contribution pour déterminer l'efficacité d'utilisation des ressources alimentaires. Les données mobilisées sont des « ferme-année » et vont de 2012 à 2016 pour les trois filières. 1382 données de 498 fermes en vaches laitières, 847 données de 274 fermes en chèvres laitières et 343 données de 108 fermes en brebis laitières ont été conservées pour les calculs d'efficacité. Ces fermes sont spécialisées en production laitière. Pour chaque ferme, plus d'une centaine de variables ont été mobilisées et notamment des données précises et consolidées sur l'alimentation des animaux et les produits de l'exploitation. Comme la composition de l'échantillon INOSYS n'est pas proportionnelle à l'ensemble des fermes françaises, et pour prendre en compte la diversité des systèmes laitiers français, l'évaluation à l'échelle nationale des différentes filières a été réalisée en pondérant l'importance relative de chacun des systèmes étudiés selon les données de référence disponibles. Pour les caprins (Bossi et Jost, 2016) et ovins laitiers, cette pondération a été faite en s'appuyant sur les résultats du Recensement Agricole 2010. Pour les bovins laitiers, l'Observatoire de l'alimentation des vaches laitières a permis cette pondération (Idele et Cniel, 2015).

2. RESULTATS

2.1. DE L'ENERGIE ET DE LA PROTEINE MAJORITAIREMENT NON CONSOMMABLES PAR L'HOMME DANS LA RATION DES RUMINANTS

Les proportions d'énergie et de protéine consommables par l'homme dans les aliments consommés par les animaux ayant été définis (Tableau 1), il est possible, pour ces deux fractions, de caractériser le pourcentage non consommable par l'homme. Ainsi, dans ce qui est consommé par les ruminants (tableau 2 et tableau 3) :

- en bovin laitier (BL), 86 % de l'énergie et 89 % de la protéine ne sont pas consommables par l'homme ;
- en caprin laitier (CL), 83 % de l'énergie et 86 % de la protéine ne sont pas consommables par l'homme ;
- en ovin laitier (OL), 88 % de l'énergie et 89 % de la protéine ne sont pas consommables par l'homme.

Les ruminants laitiers valorisent donc une majorité d'aliments non valorisables en alimentation humaine et, à partir de cela, génèrent des produits animaux à haute valeur nutritionnelle. La compétition dans l'utilisation des ressources est donc faible entre l'alimentation des ruminants et l'alimentation humaine pour l'énergie et la protéine.

2.2. DES SYSTEMES LAITIERS CONSOMMATEURS NETS D'ENERGIE

Les systèmes bovins, caprins et ovins laitiers présentent de faibles niveaux d'efficacité énergétique brute avec une faible variabilité : 0,14 en BL, 0,09 en CL et 0,07 en OL (Tableau 2). Cela signifie par exemple que pour 1 kcal végétale consommée par un troupeau de brebis laitières, seulement 0,07 kcal est disponible pour l'alimentation humaine via les produits lait et viande. Toutefois, bien qu'elle reste inférieure à 1, cette efficacité s'améliore lorsque l'on prend en compte la fraction non consommable par l'homme et consommée par le troupeau. Ainsi les systèmes laitiers ont des efficacités énergétiques nettes de 0,54 en CL et de 0,63 en OL (Tableau 2). Seuls les systèmes BL atteignent l'équilibre à 1,00 : ils consomment donc autant de kcal consommables qu'ils n'en produisent. L'efficacité énergétique nette (EEN) présente une variabilité inter-systèmes qui faible en OL et forte en BL. Cela varie de 0,67 à 2,67 en BL, de 0,39 à 0,73 en CL et de 0,59 à 0,67 en OL. En revanche, la variabilité intra-système est plus importante, ouvrant ainsi la voie à des solutions techniques pour améliorer ce critère, notamment par la nature des aliments consommés par les troupeaux.

2.3. DES SYSTEMES LAITIERS PRODUCTEURS NETS DE PROTEINES

Les systèmes bovins, caprins et ovins laitiers présentent de faibles niveaux d'efficacité protéique brute avec, là encore, une homogénéité entre les systèmes alimentaires : 0,20 en BL, 0,15 en CL et 0,13 en OL (Tableau 3). Cela signifie par exemple que pour 1 kg de protéines végétales consommés par un troupeau de chèvres laitières, seulement 0,15 kg de protéines sont disponibles pour l'alimentation humaine via les produits lait et viande.

Toutefois, l'efficacité protéique est très fortement améliorée lorsqu'on ne retient que la partie consommable par l'homme et consommée par le troupeau. Ainsi les systèmes laitiers ont des efficacités protéiques nettes de 1,88 en BL, de 1,12 en CL et de 1,16 en OL (Tableau 3). En moyenne, les systèmes étudiés produisent plus de protéines consommables par l'homme qu'ils n'en consomment. Ils sont donc producteurs nets de protéines pour l'alimentation humaine. Ainsi, les systèmes BL produisent en moyenne +88 % de protéines animales par rapport à leur consommation de protéines végétales consommables par l'homme. Les variabilités intra- et inter-systèmes sont importantes et permettent d'identifier des leviers techniques pour encore accroître l'efficacité protéique nette.

2.4. DES ALIMENTS PEU EN COMPETITION POUR AMELIORER L'EFFICIENCE NETTE

Pour tous les systèmes laitiers étudiés, les efficacités nettes pour l'énergie et la protéine sont d'autant plus élevées que la part d'aliments peu ou pas en compétition avec l'alimentation humaine est importante. Ainsi, l'herbe, qu'elle soit pâturée, affourragée ou récoltée, est un levier crucial d'efficacité énergétique et protéique. Par exemple, en BL, le système « plaine-maïs » a une EPN de 1,41 alors que le système « plaine-herbager » est à 4,23. Notons que l'efficacité est aussi dépendante de la production laitière et permet donc à des systèmes productifs d'avoir une EPN supérieure à 1. Autre exemple en CL : quand le système « ensilage maïs » a une EPN de 0,74, le système « affouragement en vert » est à 1,44. De plus, les systèmes faisant davantage appel à des coproduits qu'à des matières premières en l'état ont en moyenne des efficacités plus importantes. L'intérêt des coproduits est d'avoir des proportions d'énergie et de protéine consommables par l'homme plus faibles que les matières premières en l'état. Un bon équilibre entre production laitière et consommations d'aliments favorise également les efficacités nettes.

3. DISCUSSION

Les chiffres d'efficacité énergétique et protéique pour les systèmes laitiers français sont conformes à ceux présentés récemment (Laisse *et al.*, 2016 ; Laisse *et al.*, 2018). On y retrouve une hiérarchie liée notamment à la part d'herbe valorisée dans les rations, ou plus largement aux aliments peu ou pas en compétition avec l'alimentation humaine. Ces chiffres démontrent que les ruminants sont efficaces pour transformer des végétaux en produits animaux valorisables par l'homme.

D'autres travaux ont fait évoluer les valeurs des proportions d'énergie et de protéines consommables pour les aliments consommés par les ruminants. Wilkinson (2011) a proposé un scénario « potentiel » qui anticipe une meilleure valorisation des matières premières en alimentation humaine. Ainsi, les systèmes de ruminants verraient s'accroître la compétition sur les ressources végétales. Les efficacités seraient dégradées pour tous les systèmes. Une part d'herbe importante permet de mieux maintenir l'efficacité du système (Laisse *et al.*, 2018). La valorisation potentielle en alimentation humaine des protéines issues des tourteaux est difficile à prévoir et reste une interrogation pour l'avenir.

Bien qu'efficaces pour valoriser des ressources non consommables par l'homme, les ruminants laitiers sont en compétition sur l'occupation des surfaces. A l'échelle mondiale, l'élevage consomme 32 % des grains, 40 % des terres arables et 700 millions d'hectares de prairies potentiellement cultivables (Mottet *et al.*, 2017). En France, cela concerne surtout les systèmes bovins laitiers de plaine où des surfaces cultivables sont destinées au maïs ensilage, au méteil ou aux prairies temporaires. Les systèmes de montagne valorisant des prairies permanentes ne sont pas ou peu en compétition sur ce point. En France, la surface agricole utile (SAU) est de 28 millions d'hectares. Environ 18 millions d'hectares sont destinés à l'alimentation animale (64 %) (Agreste, 2013). Parmi ces 18 millions d'hectares, 14 millions sont occupés par des cultures fourragères dont 9,8 millions sont des terres non arables. Une réaffectation des surfaces arables destinées à l'élevage (8,2 millions ha) à l'alimentation

végétale humaine pose la question de la conduite de ces surfaces et de leurs rendements, de l'intensification des productions animales. Cette approche fait l'objet d'une attention particulière pour la suite du projet CASDAR ERADAL, notamment selon l'approche « Land Use Ratio – LUR » proposée par Van Zanten *et al.* (2016). Cet indicateur se focalise sur la protéine digestible par l'homme et permettra de comparer la production réelle de protéines animales d'un élevage et la production potentielle de protéines végétales si l'arrêt de l'élevage permet de remettre les surfaces libérées en cultures pour l'alimentation humaine.

Enfin, les coproduits d'industries agroalimentaires représentent aujourd'hui 12 millions de tonnes MS dont 76 % sont valorisés par l'alimentation animale (RESEDA, 2017). Les filières de ruminants sont donc au cœur de l'économie circulaire en valorisant de manière efficace les coproduits issus de l'alimentation humaine. Et à partir de ces coproduits, ils fournissent à nouveau cette alimentation humaine en protéines à haute valeur nutritionnelle. En effet, celles-ci sont mieux équilibrées en acides aminés essentiels et présentent donc un meilleur score DIAAS « Digestible Indispensable Amino Acid Score » (FAO, 2013).

CONCLUSION

Le projet ERADAL a permis de caractériser une large diversité de systèmes bovins, ovins et caprins laitiers sur leurs capacités à transformer l'énergie et les protéines de leur alimentation en produits animaux destinés à l'alimentation humaine. Bien que les efficacités brutes soient faibles, l'approche nette a permis de confirmer que des filières sont en moyenne consommatrices nettes d'énergie et productrices nettes de protéines. C'est un enjeu majeur pour le futur des systèmes de ruminants afin de traiter la question de la compétition entre l'alimentation animale et l'alimentation humaine.

Il existe toutefois une variabilité importante intra-système, notamment sur l'approche nette. Cela permet de déterminer des voies d'amélioration via le choix des aliments (fourrages et concentrés) ou la capacité du système à produire plus en consommant autant ou moins.

Les partenaires du projet ERADAL doivent encore traiter de la compétition dans l'utilisation des surfaces et de la qualité nutritionnelle des protéines animales produites. Des indicateurs sur ces critères seront disponibles pour la fin du projet prévue en juin 2021.

Les partenaires du projet CAS DAR ERADAL tiennent à remercier le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation sur contribution du compte spécial Développement Agricole et Rural pour le financement de ce travail.

Bossis N., Jost J., 2016. Observatoire de l'alimentation des chèvres laitières françaises.

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

Idele, 2015. Observatoire de l'alimentation des vaches laitières. Références

Laisse S., Rouillé B., Baumont R., Peyraud J.L., 2016. Renc. Rech. Rum., 23, 263-26

Laisse S., Baumont R., Dusart L., Gaudré D., Rouillé B., Benoit M., Veysset P., Rémond D., Peyraud J.L., 2018. INRA Prod. Anim., 2018, 31 (3), 269-288

Mottet A., de Haan C., Falcucci A., Tempio G., Opio C., Gerber P., 2017. Livestock: on our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. Global Food Security, 14, 1-18.

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

ENERGIE	Effectifs (n)	Efficiency Energétique brute (EEB)	Ecart-type EEB	Efficiency Energétique Nette (EEN)	Ecart-type EEN	Energie non consommable par l'homme (%)
Système bovins laitiers						
Montagne herbager	415	0,12	0,02	1,31	0,49	91%
Montagne maïs	178	0,14	0,02	0,74	0,18	81%
Plaine herbager	133	0,11	0,02	2,67	5,61	96%
Plaine maïs	222	0,15	0,02	0,67	0,16	78%
Plaine maïs-herbe	434	0,14	0,02	0,88	0,31	84%
Moyenne pondérée	1382	0,14	0,02	1,00	0,63	86%
Systèmes caprins laitiers						
Affouragement	52	0,11	0,03	0,51	0,12	78%
Enrubannage	63	0,10	0,02	0,48	0,11	79%
Ensilage de maïs	81	0,11	0,03	0,41	0,13	74%
Foin de mélange	102	0,09	0,03	0,58	0,17	84%
Foin légumineuses	135	0,09	0,02	0,47	0,11	80%
Pastoral distribué	78	0,09	0,03	0,73	0,29	88%
Pastoral pâturage	113	0,06	0,03	0,59	0,24	89%
Pâturage	208	0,09	0,02	0,56	0,22	84%
Ration sèche	15	0,11	0,03	0,39	0,10	71%
Moyenne pondérée	847	0,09	0,02	0,54	0,18	83%
Systèmes ovins laitiers						
Corse - Livreur	33	0,06	0,01	0,61	0,32	91%
PA - Non transhumant	46	0,08	0,01	0,59	0,19	86%
PA - Transhumant	54	0,06	0,01	0,60	0,20	90%
RR - Zone pastorale	84	0,08	0,01	0,65	0,14	88%
RR - Zones montagne et piémont	126	0,09	0,01	0,67	0,16	87%
Moyenne pondérée	343	0,07	0,01	0,63	0,18	88%

Tableau 2 Efficiences énergétiques brutes et nettes des systèmes laitiers en France

PROTEINE	Effectifs (n)	Efficiency Protéique brute (EPB)	Ecart-type EPB	Efficiency Protéique Nette (EPN)	Ecart-type EPN	Protéine non consommable par l'homme (%)
Système bovins laitiers						
Montagne herbager	415	0,18	0,03	2,17	1,00	92%
Montagne maïs	178	0,20	0,03	1,18	0,55	83%
Plaine herbager	133	0,17	0,03	4,23	6,08	96%
Plaine maïs	222	0,22	0,03	1,41	1,12	85%
Plaine maïs-herbe	434	0,21	0,04	2,08	1,58	90%
Moyenne pondérée	1382	0,20	0,03	1,88	1,45	89%
Systèmes caprins laitiers						
Affouragement	52	0,17	0,05	1,44	1,79	88%
Enrubannage	63	0,16	0,04	0,96	0,65	83%
Ensilage de maïs	81	0,18	0,04	0,74	0,42	76%
Foin de mélange	102	0,15	0,04	1,13	0,53	87%
Foin légumineuses	135	0,16	0,03	0,93	0,43	83%
Pastoral distribué	78	0,15	0,04	1,48	0,66	90%
Pastoral pâturage	113	0,11	0,05	1,57	1,35	93%
Pâturage	208	0,15	0,04	1,08	0,59	86%
Ration sèche	15	0,17	0,04	0,66	0,14	74%
Moyenne pondérée	847	0,15	0,04	1,12	0,67	86%
Systèmes ovins laitiers						
Corse - Livreur	33	0,10	0,02	1,38	0,85	92%
PA - Non transhumant	46	0,14	0,02	1,28	0,54	89%
PA - Transhumant	54	0,10	0,02	1,28	0,71	92%
RR - Zone pastorale	84	0,14	0,02	1,02	0,29	86%
RR - Zones montagne et piémont	126	0,15	0,03	1,02	0,47	85%
Moyenne pondérée	343	0,13	0,02	1,16	0,54	89%

Tableau 3 Efficiences protéiques brutes et nettes des systèmes bovins, caprins et ovins laitiers en France