

Cet article de la revue **Fourrages**,
est édité par l'Association Française pour la Production Fourragère

Pour toute recherche dans la base de données
et pour vous abonner :

www.afpf-asso.org

Contribution nette des productions laitières bovine, caprine et ovine à l'alimentation protéique humaine en France

B. Rouillé¹, M. Laurent¹, B. Bluet², B. Fança¹, E. Morin¹, F. Bienne¹, J. Jost¹

La production laitière fait face à de nouveaux enjeux, notamment sur la valorisation des protéines végétales entre l'alimentation animale et l'alimentation humaine. Quelle est l'efficacité de transformation des protéines végétales par les ruminants laitiers ? Dans quelle mesure ces productions sont-elles en compétition avec l'alimentation humaine ?

RÉSUMÉ

Les systèmes laitiers français (vache, chèvre et brebis) sont analysés selon leurs systèmes alimentaires et l'utilisation d'aliments en concurrence avec l'alimentation humaine (céréales, légumineuses à graines, maïs ensilage) ou non (prairies, parcours). Les efficacités protéiques brutes (protéines animales produites consommables par l'homme/protéines végétales consommées par les animaux) et nettes (protéines animales produites consommables par l'homme/protéines végétales consommées par les animaux mais consommables par l'homme) sont évaluées. En moyenne les systèmes laitiers sont 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 dans les 3 filières.

SUMMARY

Net contribution of dairy products from cows, goats, and sheep to the dietary protein consumed by the French population

This study asks two main questions: a) how efficiently are plant proteins converted into dairy proteins by livestock? and b) to what degree is there competition between systems for producing livestock feed and human food? We analysed the feeding systems used by French dairy farms (cow, goat, and sheep). We also examined the extent of competition between these feeding systems and food systems (i.e., competition = use of grain crops, pulse legumes, and silage maize; no competition = use of grasslands and rangelands). To this end, we evaluated gross and net feed-to-food protein conversion efficiencies (i.e., the ratio of human-edible proteins in dairy products to human-edible proteins in feed). We found that dairy systems make a net contribution to the dietary proteins consumed by the French population. The best results were obtained for grazing systems (overall mean net feed-to-food protein conversion efficiencies for the country: 1.16 for sheep, 1.12 for goats, and 1.88 for cows).

Introduction

La production laitière fait face à des enjeux sociaux importants, notamment sur la compétition entre l'alimentation animale et l'alimentation humaine. Par exemple, les ruminants sont souvent considérés comme inefficients car ils consomment 3 kg de protéines végétales pour produire 1 kg de protéines animales (PEYRAUD et PEETERS, 2016). Mais la situation est plus nuancée. En effet, cette approche ne prend pas en compte le fait que les ruminants valorisent des ressources non valorisables par l'homme comme l'herbe et les coproduits, et produisent des produits animaux à haute valeur nutritive. De plus, d'autres externalités

positives doivent être prises en compte : entretien des paysages, maintien de la biodiversité et stockage de carbone. Une nouvelle approche a été proposée pour **évaluer l'efficacité de conversion des ruminants en ne prenant en compte que les aliments réellement en compétition entre l'alimentation animale et l'alimentation humaine**. Des premiers résultats sont disponibles pour différents systèmes de production (WILKINSON, 2011 ; ERTL *et al.*, 2015). L'objectif est de déterminer l'efficacité protéique nette pour les principales filières laitières en France (brebis, chèvres et vaches laitières).

AUTEURS

1 : Institut de l'Élevage, 149, rue de Bercy, F-75595 Paris cedex 12 ; benoit.rouille@idele.fr

2 : Chambre d'Agriculture de l'Indre, 24, rue des Ingrains, F-36022 Châteauroux cedex

MOTS CLÉS : Bovin, caprin, efficacité alimentaire, ovin, production laitière, ration alimentaire, système fourrager, valeur protéique.

KEY-WORDS : Cattle, dairying, diet, feeding efficiency, forage system, goats, nitrogen value, sheep.

RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE : (2019) : Rouillé B., Laurent M., Bluet B., Fança B., Morin E., Bienne F., Jost J. (2019) : "Contribution nette des productions laitières bovine, caprine et ovine à l'alimentation protéique humaine en France", *Fourrages*, 240, 305-309

1. Matériel et méthode

■ La méthodologie du GIS Elevages Demain

Le GIS Elevages Demain (<https://www.gis-elevages-demain.org/>) a défini une méthodologie pour calculer l'efficacité de conversion des protéines végétales en protéines animales des systèmes d'élevage, ou **efficacité protéique**. Cette méthodologie est partagée à l'échelle nationale par toutes les filières animales. Elle consiste à faire le rapport entre d'une part les produits animaux d'un élevage et d'autre part les consommations de produits végétaux des animaux du même élevage. Deux périmètres d'efficacité protéique sont considérés : i) l'**efficacité brute** considère le rapport entre tous les produits animaux (lait et viande) 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* » :

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

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

* « consommable » s'applique à l'alimentation humaine

Aliment	Protéines consommables par l'homme (%)
Fourrage :	
- Herbe pâturée (graminées et/ou légumineuses)	0
- Ensilage de maïs	10
- Foin (graminées et/ou légumineuses)	0
- Ensilage de céréales immatures	70
Concentré :	
- Blé	66
- Féverole	92
- Tourteau de soja	60
- Tourteau de colza	0
- Aliment du commerce 18% MAT	48
- Pulpes de betteraves	0
Produit animal	
Ovin - Lait de brebis	100
- Viande d'agneau	46
Caprin - Lait de chèvre	100
- Viande de chevreau	63
Bovin - Lait de vache	100
- Viande de vache laitière	55

TABEAU 1 : Proportion de protéines actuellement consommables par l'homme de quelques aliments de la ration des ruminants laitiers et de quelques produits animaux.

TABLE 1 : Percentages of human-edible proteins in some components of dairy livestock rations and in some animal products.

Pour réaliser le travail de calcul des critères d'efficacité protéique, il est indispensable de caractériser les fractions protéiques actuellement consommables par l'homme pour chaque aliment consommé par les ruminants (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.

À l'échelle du système d'élevage, le calcul de l'efficacité protéique prend en compte toutes les consommations d'aliments des animaux du système et toutes les productions de produits animaux du système. Ainsi, les variations d'effectifs sont intégrées dans ce rapport afin de prendre en compte la production de viande vive.

■ La base de données Diapason

La base de données Diapason (INOSYS-Réseaux d'élevage, Idele, Chambres d'agriculture), constituée de fermes de référence, a été mise à contribution pour déterminer l'efficacité d'utilisation des ressources alimentaires. Les données mobilisées vont de 2012 à 2016 pour les trois filières avec **1 384 données de 498 fermes avec vaches laitières, 847 données de 274 fermes avec chèvres laitières et 343 données de 108 fermes avec brebis laitières**. Pour chaque ferme, plus d'une centaine de variables sont disponibles et notamment des données précises et consolidées sur l'alimentation des animaux et les produits de l'exploitation. Comme les données INOSYS ne sont pas représentatives de la diversité des systèmes laitiers en France, l'évaluation à l'échelle nationale des différentes filières a été réalisée en pondérant l'importance relative de chacun de ces systèmes selon les données de référence disponibles. Ainsi, pour les ovins laitiers, la pondération a été réalisée selon les données INOSYS car aucune autre source fiable n'existe. Pour les caprins laitiers et les bovins laitiers, deux observatoires représentatifs ont permis cette pondération, respectivement BOSSIS et JOST (2016) et IDELE et CNIEL (2015).

2. Résultats et discussion

■ Résultats pour la filière ovine

Les systèmes alimentaires en élevage ovin laitier sont définis dans le cadre de l'Observatoire INOSYS-Réseaux d'élevage. Nous ne considérons dans l'étude que les élevages livreurs. Parmi ces élevages livreurs, 11 systèmes alimentaires sont définis selon le bassin de production, la présence d'une autre production sur l'exploitation (par ex. : livreur spécialisé ou mixte) ou encore la pratique ou non de la transhumance. En France, l'alimentation des brebis laitières repose très majoritairement sur les conditions des cahiers des charges des AOP des différents bassins : AOP Roquefort pour le Rayon, AOP Ossau-Iraty pour les Pyrénées-

Système alimentaire	Nombre de données	EPB, Efficience Protéique Brute	EPN, Efficience Protéique Nette	Part du système alimentaire au niveau national (% des spécialisés lait)
Corse, livreurs	33	0,10	1,38	7,7
Pyrénées-Atlantiques, non transhumants	46	0,14	1,28	9,3
Pyrénées-Atlantiques, transhumants	54	0,10	1,28	34,7
Rayon Roquefort, zone pastorale	84	0,14	1,02	24,3
Rayon Roquefort, zones montagne et piedmont	126	0,15	1,02	24,0

TABLEAU 2 : **Efficiences protéiques brute et nette d'utilisation des ressources alimentaires des systèmes ovins laitiers** (source : Diapason).

TABLE 2 : **Gross and net feed-to-food protein conversion efficiencies for the feeding systems used in sheep dairy systems** (source : Diapason).

Atlantiques et AOP Brocciu en Corse. Pour simplifier l'approche, 5 groupes ont été constitués, selon le bassin de production et la zone géographique pour le Rayon de Roquefort, et selon le bassin de production et la pratique de la transhumance pour les Pyrénées-Atlantiques (tableau 2). Sur l'échantillon de l'étude, le niveau de production est en moyenne de 230 litres/brebis (± 76) à 54,9 g/kg de taux protéique ($\pm 2,4$) et 73,7 g/kg de taux butyreux ($\pm 2,9$).

L'efficience protéique brute (EPB) est en moyenne de 0,13. Cet indicateur est peu variable entre les systèmes alimentaires (tableau 2), en lien avec la part de fourrages qui est importante dans les rations des brebis laitières. En moyenne, dans la filière ovine laitière, 85 % des protéines consommées par les brebis sont non consommables par l'homme et le niveau d'Efficience Protéique Nette (EPN) est de 1,16. **La filière ovine laitière est donc en moyenne productrice nette de protéines pour l'alimentation humaine.**

Le tableau 2 présente les valeurs d'efficience protéique nette, selon le système alimentaire. On constate que **les systèmes misant plus sur le pâturage** (Corse, Pyrénées-Atlantiques transhumants), en parcours ou en estives, **ont les meilleurs résultats d'EPN**. De la même façon, le bassin pyrénéen affiche une efficience nette supérieure au Rayon de Roquefort où la quantité de concentrés distribuée est plus élevée. Les EPN sont tout de même en moyenne supérieures à 1 dans le bassin de production du Roquefort. Cela est lié à une plus forte productivité laitière qui traduit une bonne valorisation de la ration pour produire des protéines alimentaires pour l'homme.

La valeur moyenne cache néanmoins une **variabilité au sein de l'échantillon**, avec un écart-type d'EPN non négligeable de 0,55. Seulement 51 % des élevages de brebis sont producteurs nets de protéines pour l'alimentation humaine. Néanmoins, les marges de manœuvre sur le type de fourrages ou la nature des concentrés existent puisque 71 % des élevages de brebis ont un niveau d'efficience protéique net supérieur à 0,8 : 20 % des élevages français de brebis laitières sont proches de l'équilibre (valeur EPN comprise entre 0,8 et 1).

■ Résultats pour la filière caprine

Les systèmes alimentaires en élevage caprin sont identifiés dans le cadre de l'Observatoire de l'alimentation des chèvres laitières (Bossis et Jost, 2016) : les 9 systèmes

alimentaires sont définis selon la nature et la quantité des fourrages utilisés dans la ration des chèvres. Dans l'analyse des données techniques de l'exploitation, nous prenons en compte à la fois les systèmes caprins laitiers (48 % des élevages) et fromagers (50 % des élevages). Sur l'échantillon de l'étude, le niveau de production est en moyenne de 680 litres/chèvre (± 238) à 33,0 g/kg de taux protéique ($\pm 1,9$) et 37,1 g/kg de taux butyreux ($\pm 3,0$).

En France, les fourrages, verts ou conservés, constituent en moyenne 68 % de la ration des chèvres. L'herbe, verte ou conservée, représente 65 % de la ration des chèvres et le foin est présent dans la ration de quasiment toutes les chèvres (50 % de la ration). Cette part varie selon les régions en fonction des conditions climatiques et des potentialités des sols.

Les aliments concentrés constituent en moyenne 32 % de l'alimentation des chèvres. Ils sont produits en moyenne à 23 % sur l'exploitation. La consommation moyenne annuelle de concentrés des troupeaux caprins en France s'établit à 383 kg MS par chèvre : 43 % des aliments sont des graines brutes (céréales et oléoprotéagineux), 39 % sont des aliments composés à forts niveaux de compétition avec l'alimentation humaine et 13 % des aliments concentrés sont des coproduits à faible niveau de compétition avec l'alimentation humaine.

L'efficience protéique brute (EPB) est en moyenne de 0,15. Cet indicateur est peu variable entre les systèmes alimentaires (tableau 3), en lien avec la part de fourrages et le niveau de production laitière. En moyenne, dans la filière caprine, 83 % des protéines consommées par les chèvres sont non consommables par l'homme et le niveau d'Efficience Protéique Nette (EPN) est de 1,12. **La filière caprine laitière est donc en moyenne productrice nette de protéines pour l'alimentation humaine.**

On constate (tableau 3) que les systèmes alimentaires misant sur l'herbe verte (affouragement en vert, pastoraux et pâturage) ont les meilleures valeurs d'EPN, en lien notamment avec une réduction des quantités de concentrés apportées, et une plus forte valorisation de l'herbe dans les rations. Les systèmes valorisant plus d'aliments en compétition avec l'alimentation humaine (ensilage de maïs, ration sèche avec déshydratés et concentrés) sont moins bien évalués avec cet indicateur.

La valeur moyenne cache néanmoins une **variabilité au sein de l'échantillon**, avec un écart-type d'EPN élevé, de

Système alimentaire	Nombre d'individus	EPB, Efficience Protéique Brute	EPN, Efficience Protéique Nette	Part du système alimentaire au niveau national (%)
Foin de mélange	102	0,15	1,13	19
Foin de légumineuses	135	0,16	0,93	19
Pâturage	208	0,15	1,08	18
Ensilage de maïs	81	0,18	0,74	10
Pastoral distribué	78	0,15	1,48	10
Pastoral pâturage	113	0,11	1,57	10
Affouragement	52	0,17	1,44	6
Enrubannage	63	0,16	0,96	5
Ration sèche (déshydratés et concentrés)	15	0,17	0,66	3

TABLEAU 3 : **Efficiences protéiques brute et nette d'utilisation des ressources alimentaires des systèmes caprins laitiers** (source : Diapason).

TABLE 3 : **Gross and net feed-to-food protein conversion efficiencies for the feeding systems used in goat dairy systems** (source : Diapason).

0,86. Seulement 42 % des élevages de chèvres sont producteurs nets de protéines pour l'alimentation humaine. Néanmoins, les marges de manœuvres sur le type des fourrages ou la nature des concentrés existent puisque 62 % des élevages de chèvres ont un niveau d'efficience protéique net supérieur à 0,8 (20 % des élevages de chèvres français sont proches de l'équilibre avec une valeur EPN comprise entre 0,8 et 1).

Les variations de l'efficience protéique nette semblent s'expliquer principalement par i) le niveau d'herbe dans le régime, ii) le rapport entre la production de lait et la quantité de concentré et iii) la qualité des fourrages.

■ Résultats pour la filière bovine

Les systèmes alimentaires bovins laitiers sont identifiés dans le cadre de l'Observatoire de l'alimentation des vaches laitières (IDELE et CNIEL, 2015). Pour les élevages spécialisés lait, les cinq systèmes majeurs sont définis selon la localisation (en plaine ou en montagne), qui a une influence sur le système fourrager, et selon les parts d'herbe et de maïs dans l'alimentation. Sur l'échantillon de l'étude, le niveau de production est en moyenne de 7 146 litres/vache ($\pm 1 583$) à 33,0 g/kg de taux protéique ($\pm 1,2$) et 40,5 g/kg de taux butyreux ($\pm 2,2$).

En France, les fourrages, verts ou conservés, constituent en moyenne 78 % de la ration des vaches laitières pour les systèmes spécialisés et mixtes. L'herbe sous toutes ses formes (pâturage, foin, ensilage) constitue 29 % de la ration totale quand l'ensilage de maïs en constitue 46 %. La part des différents fourrages varie selon la région (plaine, piedmont, montagne), selon les conditions climatiques ou selon les choix techniques des éleveurs.

Les aliments concentrés constituent en moyenne 22 % de l'alimentation des vaches laitières. Ils sont produits en moyenne à 15 % sur l'exploitation. Ces concentrés produits et consommés sur l'exploitation sont quasi exclusivement des céréales. Pour les concentrés achetés, les aliments azotés comme les tourteaux ou les aliments du commerce représentent 69 % de cette fraction. Le tourteau de soja compte en moyenne pour 27 % de la consommation de concentrés tandis que les céréales comptent pour 28 % et les autres tourteaux pour 20 %. Le tourteau de soja et les céréales sont des aliments à forts niveaux de compétition avec l'alimentation humaine. A l'inverse, les coproduits représentent 17 % de la consommation de concentrés et sont peu ou pas en compétition avec l'alimentation humaine.

L'efficience protéique brute (EPB) est en moyenne de 0,20. Cet indicateur est peu variable entre les systèmes alimentaires (tableau 4), en lien avec la part importante des fourrages dans la ration des vaches laitières. On note toutefois que l'EPB varie en sens inverse de l'EPN : plus les animaux consomment de maïs et de concentrés, plus on améliore l'EPB mais plus on dégrade l'EPN. En moyenne, 89 % des protéines consommées par les vaches laitières sont non consommables par l'homme. Le niveau d'Efficience Protéique Nette (EPN) moyen est de 1,88. **Les systèmes spécialisés bovins laitiers sont donc en moyenne producteurs nets de protéines pour l'alimentation humaine.**

Les systèmes alimentaires à dominante herbagère ont les meilleures valeurs d'EPN grâce à une bonne valorisation de ce type de fourrage qui n'est pas consommable en alimentation humaine (tableau 4). La quantité de concentrés apportée, notamment de céréales, reste modérée et bien valorisée dans ces systèmes. Les systèmes ayant recours à l'ensilage de maïs et aux tourteaux ont des EPN plus faibles

Système alimentaire	Nombre d'individus	EPB, Efficience Protéique Brute	EPN, Efficience Protéique Nette	Part du système alimentaire au niveau national (%)
Montagne, herbe	415	0,18	2,17	24,2
Montagne, maïs	178	0,20	1,18	8,5
Plaine, herbe	133	0,17	4,23	6,5
Plaine, maïs-herbe	222	0,21	2,08	18,1
Plaine, maïs	434	0,22	1,41	42,7

TABLEAU 4 : **Efficiences protéiques brute et nette d'utilisation des ressources alimentaires des systèmes bovins laitiers** (source : Diapason).

TABLE 4 : **Gross and net feed-to-food protein conversion efficiencies for the feeding systems used in cow dairy systems** (source : Diapason).

car ces aliments sont davantage en compétition avec l'alimentation humaine. Les EPN sont tout de même en moyenne supérieures à 1. Cela est lié à une plus forte productivité laitière qui traduit une bonne valorisation de la ration pour produire des protéines alimentaires pour l'homme.

La valeur moyenne cache néanmoins une **variabilité au sein de l'échantillon**, avec un écart type d'EPN élevé. 76 % des élevages de vaches laitières sont producteurs nets de protéines pour l'alimentation humaine. Des leviers techniques et accessibles (fourrages herbagers ou coproduits) existent pour encore améliorer cette EPN et ainsi réduire encore la compétition avec l'alimentation humaine.

■ Synthèse à l'échelle française

Afin de déterminer l'EPN à l'échelle française (tableau 5), les chiffres ont été pondérés par l'importance relative de chaque système alimentaire selon les observatoires de référence.

En moyenne à l'échelle nationale, les systèmes laitiers étudiés pour les trois principales filières françaises sont **producteurs nets de protéines pour l'alimentation humaine avec respectivement + 16 % pour les brebis, + 12 % pour les chèvres et + 88 % pour les vaches**. Regardés sous l'angle inverse, on peut dire que pour produire 1 kg de protéines pour l'alimentation humaine, il faut 0,86 kg de protéines végétales consommables par l'homme en brebis (1/1,16), 0,89 kg en chèvre (1/1,12) et 0,53 kg en vache (1/1,88).

Pour les systèmes bovins laitiers, les résultats sont proches de ceux proposés par ERTL *et al.* (2015). Cette approche est aussi partagée par MOTTET *et al.* (2017) à une échelle mondiale : les ruminants sont efficaces pour valoriser des ressources alimentaires non consommables par l'homme. Pour les systèmes caprins et ovins laitiers, peu de références existent sur ce sujet.

Bien qu'efficaces pour valoriser des ressources non consommables par l'homme, les ruminants laitiers sont en compétition sur l'occupation des surfaces. En effet, à 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 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. Une réaffectation de ces surfaces arables à l'alimentation végétale humaine pose la question de la conduite de ces surfaces et de leurs rendements, de l'intensification des productions animales ou encore de la valorisation des coproduits d'industries agroalimentaires qui représentent aujourd'hui 12 millions de tonnes MS dont 76 % sont valorisés par l'alimentation animale (RESEDA, 2017). Cette approche fait l'objet d'une attention particulière pour la suite du projet CAS DAR ERADAL, notamment selon l'approche proposée par VAN ZANTEN *et al.* (2016).

Conclusion

L'efficience d'utilisation des ressources, notamment pour la protéine, 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. Ces premiers résultats pour les trois filières de production considérées en France montrent que les systèmes étudiés sont en moyenne producteurs nets de protéines pour l'alimentation humaine. Il existe toutefois une variabilité importante de l'EPN, permettant ainsi d'envisager des pistes techniques d'amélioration sur ce critère en productions laitières ovines, caprines et bovines, que le système considéré soit en plaine, en piedmont ou en montagne. Des approches complémentaires sont en cours dans le cadre du projet CAS DAR ERADAL pour traiter de la compétition dans l'utilisation des surfaces et de la qualité nutritionnelle des protéines animales produites.

Accepté pour publication,
le 22 octobre 2019

Financement : Projet CAS DAR Eradal financé par le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation sur contribution du compte spécial Développement Agricole et Rural.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOSSIS N., JOST J. (2016) : *Observatoire de l'alimentation des chèvres laitières*, Institut de l'Élevage.
- 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", *Agricultural systems*, 137, 119-125.
- IDELE, CNIEL (2015) : *Observatoire de l'alimentation des vaches laitières*, édition 2015-2018.
- LAISSE S., ROUILLE B., BAUMONT R., PEYRAUD J.L. (2016) : "Évaluation de la contribution nette des systèmes bovins laitiers français à l'approvisionnement alimentaire protéique pour l'être humain", *Rencontres Recherches Ruminants*, 23, 263-266.
- 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, 1-8.
- PEYRAUD J.L., PEETERS A. (2016) : "The role of grassland based production system in the protein security", *Proc. 26th Gen. Meeting Europ. Grassl. Fed., Norway*, 21, 29-43.
- RESEDA (2017) : *Gisements et valorisation des coproduits des industries agroalimentaires*, 121 p.
- 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", *The international journal of life cycle assessment*, 21, 747
- WILKINSON J.M.R. (2011) : "Re-defining efficiency of feed use by livestock", *Animal*, 5, 1014-1022.

	EPN, Efficience Protéique Nette	Protéines consommées non consommables par l'homme (%)
Brebis laitières	1,16	85
Chèvres laitières	1,12	83
Vaches laitières	1,88	89

TABLEAU 5 : Efficience protéique nette d'utilisation des ressources alimentaires des systèmes laitiers à l'échelle nationale (source : Diapason).

TABLE 5 : Net feed-to-food protein conversion efficiencies and percentage of non-human-edible proteins in feed for the 3 types of dairy systems in France (source : Diapason).