



**HAL**  
open science

## Évaluer la contribution des élevages de ruminants laitiers français à la production de denrées alimentaires consommables par l'être humain

Benoit Rouillé, Jérémis Jost, Bertrand Bluet, Barbara Faça, Claire Boyer, Hugues Caillat, Elodie Tranvoiz, Estelle Cloët, Viviane Simonin, Lucie Morin, et al.

### ► To cite this version:

Benoit Rouillé, Jérémis Jost, Bertrand Bluet, Barbara Faça, Claire Boyer, et al.. Évaluer la contribution des élevages de ruminants laitiers français à la production de denrées alimentaires consommables par l'être humain. *Innovations Agronomiques*, 2023, 88, pp.132-146. 10.17180/ciag-2023-vol88-art11 . hal-04308364

**HAL Id: hal-04308364**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04308364>**

Submitted on 6 Dec 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

## Évaluer la contribution des élevages de ruminants laitiers français à la production de denrées alimentaires consommables par l'être humain

Rouillé Benoît<sup>1</sup>, Jost Jérémie<sup>1</sup>, Bluet Bertrand<sup>1</sup>, Faça Barbara<sup>1</sup>, Boyer Claire<sup>1</sup>, Caillat Hugues<sup>2</sup>, Tranvoiz Elodie<sup>3</sup>, Cloët Estelle<sup>3</sup>, Simonin Viviane<sup>4</sup>, Morin Lucie<sup>5</sup>, Hardy Alain<sup>6</sup>, Pommaret Alain<sup>7</sup>, Le Cozler Yannick<sup>8</sup>

<sup>1</sup> Institut de l'Élevage – 149 rue de Bercy – 75595 Paris Cedex 12

<sup>2</sup> INRAE, Fourrages Ruminants et Environnement, 86600 Lusignan

<sup>3</sup> Chambre d'agriculture de Bretagne, 24 route de Cuzon, CS 26032 29322 Quimper Cedex

<sup>4</sup> Chambre d'agriculture de Normandie, Avenue de Paris, 50 009 St Lô

<sup>5</sup> Association de la ferme expérimentale La Blanche Maison, 50880 Pont-Hébert

<sup>6</sup> Lycée Agricole de La Cazotte, 12400 Saint-Affrique

<sup>7</sup> Ferme expérimentale caprine du Pradel, EPLEFPA Olivier de Serres, 07170 Mirabel

<sup>8</sup> PEGASE, INRAE, Institut Agro, 35590, Saint Gilles

**Correspondance :** [benoit.rouille@idele.fr](mailto:benoit.rouille@idele.fr)

### Résumé

Les systèmes laitiers français (vache, chèvre et brebis) présentent une diversité de 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-fuel ». 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. L'efficacité énergétique nette est respectivement de 0,63, 0,54 et 1,00. Il existe des marges d'amélioration technique dans les trois filières, lesquelles connaissent une variabilité parfois importante. Afin de vulgariser ces résultats, des groupes d'innovation composés de membres des filières et d'éleveurs ont permis de mieux cibler les modalités de communication des principaux résultats du projet ERADAL. En complément, un ensemble de supports a été créé et mis à disposition de chacun tout au long du projet ERADAL.

**Mots-clés :** compétition, efficacité, lait, viande

### **Abstract: Evaluation of the contribution of French dairy ruminant farms to the production of human-edible foodstuffs**

French dairy systems (cow, goat, ewe) present an important diversity due to different feeding systems. Feeds consumed by the herds can either be human-edible (cereals, legumes, maize silage) or not (grasslands, rangelands). Energy and protein conversion efficiencies have been evaluated. The net efficiency approach allows to better consider the "feed-food-fuel" 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.

Net energy efficiencies are respectively 0.63, 0.54, and 1.00. Opportunities for technical improvement have been identified for all these dairy sectors due to a high variability. In order to popularize these results, innovation groups made up of members of the sectors and breeders have made it possible to better target the methods of dissemination of the main results of ERADAL. In addition, a set of support documents has been created and made available to everyone throughout the ERADAL project.

**Keywords:** competition, efficiency, milk, meat

## 1. Introduction

Les ruminants ont la capacité à convertir des ressources qui ne sont pas consommables par l'être humain, comme l'herbe, en produits animaux de haute qualité qui peuvent apporter une contribution importante à la nutrition humaine et à la sécurité alimentaire. En effet, les produits d'origine animale participent fortement à satisfaire la demande croissante en alimentation humaine (Mottet et al., 2017). Malgré cela, les productions animales sont soumises à des défis grandissants comme le bien-être animal, la qualité des produits ou encore l'impact environnemental (Steinfeld et al., 2006). La production laitière sera donc 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. Ces grands objectifs sont en même temps confrontés à la nécessité de réduire la quantité d'aliments consommables par l'être humain dans l'alimentation des ruminants, et de réduire les émissions de méthane entérique (Coppa et al., 2021).

Les ruminants sont considérés comme inefficients dans la conversion des aliments (protéines et énergie) et peuvent être en concurrence directe dans l'utilisation des terres arables pour l'alimentation humaine. Peyraud et Peeters (2016) ont calculé qu'il faut plus de 3 kg de protéines végétales pour produire 1 kg de protéines via le lait, et 5 à 10 kg pour produire 1 kg de protéines via la viande bovine. Cependant, ces chiffres ne font pas la distinction entre les aliments consommés par les animaux et consommables par l'être humain, et ceux qui ne le sont pas (par exemple l'herbe ou les coproduits des industries agroalimentaires et des biocarburants). Le rapport CAST (1999) a été le premier à proposer une approche pour caractériser la partie consommable des aliments pour animaux. Plus récemment, Wilkinson (2011) a fourni des résultats utilisant cette approche pour des systèmes spécifiques. A l'échelle mondiale, Mottet et al. (2017) ont estimé que 86 % de la consommation d'aliments par le bétail, en termes de matière sèche, se composait de matières premières qui ne sont actuellement pas consommables par l'être humain. De plus, par rapport aux aliments végétaux, les produits animaux offrent des avantages importants en nutrition humaine avec une bonne digestibilité des protéines et une richesse en vitamines, macro- et microéléments.

Pour mieux comprendre les contributions de l'élevage à la production alimentaire humaine, il faut donc calculer des rapports d'efficacité. Ainsi, le rapport entre d'une part la quantité de protéines et d'énergie issue des produits animaux et consommable par l'être humain (lait et viande), et d'autre part la quantité de protéines végétales et d'énergie consommée par les animaux mais potentiellement consommable par l'être humain est extrêmement pertinent ; c'est ce que l'on appelle l'efficacité nette. Cette approche semble plus pertinente et plus informative pour aborder la compétition « feed-food » que celle basée uniquement sur la quantité totale d'énergie ou de protéines utilisée pour produire 1 kg de protéines animales (Wilkinson, 2011 ; Ertl et al., 2016). Wilkinson (2011) a proposé une redéfinition de l'efficacité de l'utilisation des aliments par les animaux d'élevage, et a ainsi été le premier à faire la distinction entre les fractions consommables et non consommables en alimentation animale. Son travail visait à caractériser la compétition « feed-food » en utilisant à la fois l'efficacité de conversion des aliments en approche brute et en approche nette pour les systèmes de ruminants, de porcs et de volailles. Ertl et al. (2016) et Laisse et al. (2018) ont utilisé la même approche pour estimer les efficacités protéique et énergétique, brute et nette, pour différents systèmes animaux. Les conclusions de ces publications étaient

similaires : les ruminants ne sont pas en compétition avec les êtres humains dans la valorisation des ressources alimentaires. Ils ont le potentiel de transformer les fourrages grossiers et les ressources non consommables en produits animaux de haute qualité nutritionnelle. Mais globalement, ce type de résultats manquent encore, notamment pour les petits ruminants laitiers.

Les études qui existent à ce jour indiquent donc clairement qu'une meilleure prise en compte de la fraction non consommable par l'être humain, à la fois pour l'énergie et pour la protéine dans l'alimentation animale, est essentielle pour bien comprendre la caractérisation de la compétition « feed-food », en particulier chez les ruminants laitiers. L'objectif du projet CASDAR ERADAL a donc été de déterminer les efficacités énergétique et protéique, brute et nette, pour les principales filières laitières en France (brebis, chèvres et vaches). Pour cela, nous avons analysé une base de données large et détaillée reflétant la diversité importante des systèmes laitiers. Les résultats ont permis de produire un ensemble de supports à destination des éleveurs, des conseillers, des apprenants et des enseignants.

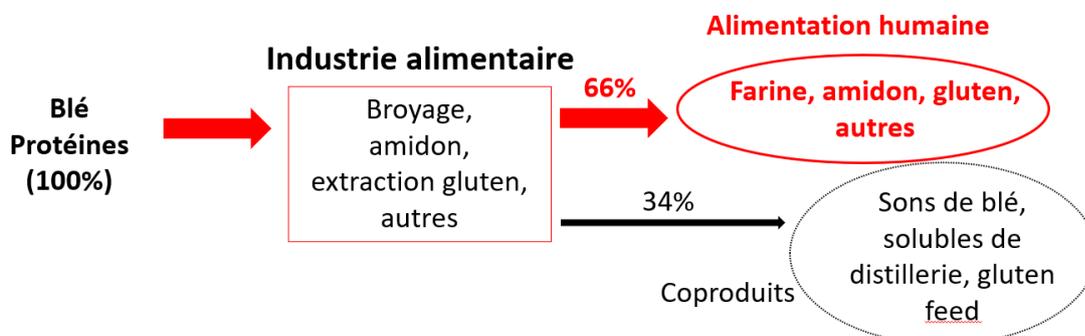
## 2. Matériel et méthodes

### 2.1 Une méthodologie partagée 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 dès 2015 (<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 % (schéma 1).



**Schéma 1** : Proportion de protéines consommables et non consommables avec l'exemple du blé

Cela signifie que la transformation du blé pour l'alimentation humaine valorise actuellement en moyenne 66 % des protéines du blé. En revanche, la fraction protéique sera de 0 % pour les tourteaux de colza et de tournesol (tableau 1). 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). Tout le lait produit et vendu par les élevages laitiers est consommable par l'être humain. Pour la viande, la fraction consommable des animaux laitiers était composée de la viande, des abats et des sous-produits actuellement consommés en France. Ces chiffres varient selon les espèces laitières en raison des différences entre les types d'animaux (adultes/jeunes, sexe mâle/femelle), de la teneur initiale en protéines et en énergie de la viande, du rendement carcasse et de la fraction consommable des différents produits.

**Tableau 1** : Proportions d'énergie et de protéine consommables par l'homme de certains aliments des ruminants laitiers et de quelques produits animaux.

		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 (Matière Azotée Totale)	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

## 2.2 Les ressources mobilisées

### 2.2.1 La base de données 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. Cette base de données rassemble les principales informations des élevages (Charroin et al., 2005). Les résultats sont accessibles au public pour le conseil et l'aide à la décision, au sein des exploitations et des filières. La base de données est structurée et organisée selon les moyens de production, la structure globale de fonctionnement de l'élevage, les performances zootechniques, les niveaux de production des animaux, et les résultats économiques.

Pour les vaches laitières, les données ont été classées en cinq groupes : exploitations de plaine avec >30 % de maïs dans la surface fourragère principale (SFP) (BL-P30+), exploitations de plaine avec 10-30 % de maïs dans la SFP (BL-P1030), exploitations de plaine avec <10% de maïs dans la SFP (BL-P10-), exploitations de montagne avec >10% de maïs dans la SFP (BL-M10+) et exploitations de montagne avec <10% de maïs dans la SFP (BL-M10-). Ces groupes donnent une bonne représentation de la diversité des systèmes de vaches laitières en France, selon la localisation (plaine et montagne), et selon la proportion d'ensilage de maïs dans la ration.

Les données des systèmes ovins laitiers ont également été réparties en cinq groupes, selon la stratégie d'alimentation et la localisation : livreurs en Corse (OL-CL), pas de transhumance dans les Pyrénées-Atlantiques (OL-PANT), transhumance dans les Pyrénées-Atlantiques (OL-PAT), système pastoral en rayon de Roquefort (OL-PR) et zone de montagne sur le territoire de Roquefort (OL-MR). Ces régions, toutes situées dans le sud de la France, sont les principales productrices de lait de brebis.

Les systèmes caprins laitiers ont été séparés en neuf groupes, en fonction du principal fourrage principal utilisé : affouragement en vert (CL-AF), herbe enrubannée (CL-EH), ensilage de maïs (CL-EM), mélange de légumineuses et d'herbe foin (CL-MLH), foin de légumineuses (CL-LEG), pastoral avec distribution à l'auge (CL-PA), pastoral herbager (OL-PH), pâturage dominant (OL-PD) et ration sèche (CL-RS).

Il est important de noter que, si la base de données INOSYS contient des informations diverses et détaillées sur les systèmes laitiers caprins, ovins et bovins, reflétant ainsi la grande diversité des systèmes laitiers français, elle ne représente pas avec précision les proportions de chaque système dans l'ensemble du pays. Une pondération relative, utilisant des données officielles, a été effectuée afin de mieux estimer la part de chaque groupe au niveau national. Pour les caprins (Bossi et Jost, 2016) et ovins laitiers, cette pondération a été faite en s'appuyant sur les résultats du RA 2010. Pour les bovins laitiers, l'Observatoire de l'alimentation des vaches laitières a permis cette pondération (Idele et Cniel, 2015).

### 2.2.2 Les fermes expérimentales

Des fermes expérimentales et des fermes de lycées agricoles ont été mises à contribution pour étudier leurs résultats d'efficacité, tester des pratiques et leurs impacts sur l'efficacité et proposer des voies d'amélioration aux producteurs (Tableau 2).

**Tableau 2** : Description des systèmes laitiers expérimentaux étudiés dans le projet

	La Blanche Maison (50)	Trévarez (29)	Inra Ferlus (86)	EPL Saint-Lô Thère (50)	EPL Olivier de Serres Aubenas (07)	EPL La Cazotte Saint-Affrique (12)
<b>Contexte pédoclimatique</b>	Plaine Zone arrosée et tempérée	Plaine Zone arrosée et froide	Plaine Zone séchante	Plaine Zone arrosée et tempérée	Plaine Zone méditerranéenne	Plaine Zone séchante
<b>Systèmes laitiers</b>	Polyculture élevage Prairies Agroécologie	Valorisation de l'herbe Robot mobile et pâturage Agrobiologie	Autonomie alimentaire Pâturage et/ou foin ventilé Agroécologie	Prairies Agroécologie Hall technologique	Valorisation de l'herbe Pâturage Transformation fermière	Alimentation Autonomie protéique Production Roquefort AOC
<b>Effectif animal</b>	90	55	180	45	120	600
<b>Espèce</b>	Vache	Vache	Chèvre	Vache	Chèvre	Brebis
<b>Races</b>	Normande	Croisement 3 voies en Hostein x Normande x Jersiaise	Alpine	Holstein	Alpine	Lacaune

### 2.2.3 Les groupes d'innovation

Des groupes d'innovation ont été animés avec pour objectif de créer une dynamique avec un maximum d'acteurs volontaires des filières laitières impliquées. L'ambition était d'échanger, d'argumenter et de proposer des indicateurs et des solutions techniques pour améliorer l'efficacité d'utilisation des ressources alimentaires en production laitière bovine, ovine et caprine. Pour cela, quatre groupes d'innovation ont été créés dans les zones où des systèmes expérimentaux et des lycées agricoles étaient suivis : deux groupes axés sur les bovins laitiers en Bretagne et en Normandie ; un groupe en caprins laitiers dans le bassin Ouest ; un groupe en ovins laitiers en Aveyron. Ces groupes étaient constitués des membres du projet, d'éleveurs volontaires, efficaces et engagés dans une démarche d'amélioration de pratiques vers l'efficacité, et d'apprenants.

## 3. Résultats

### 3.1 Des aliments majoritairement non consommables par l'être humain dans la ration des ruminants laitiers

Les proportions d'énergie et de protéine consommables par l'homme dans les aliments consommés par les animaux ayant été définies (exemples dans le Tableau 1), il est possible, pour ces deux fractions, de caractériser le pourcentage non consommable par l'homme (Tableau 3 et Tableau 4). Ainsi, dans ce qui est consommé par les ruminants :

- en bovin laitier (BL), 86 % de l'énergie et 89 % de la protéine ne sont pas consommables par l'homme (Rouillé et al., 2020) ;
- en caprin laitier (CL), 83 % de l'énergie et 86 % de la protéine ne sont pas consommables par l'homme (Jost et al., 2019) ;

- en ovin laitier (OL), 88 % de l'énergie et 89 % de la protéine ne sont pas consommables par l'homme (Jost et al., 2019).

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.

### *3.2 Des systèmes laitiers consommateurs nets d'énergie et producteurs nets de protéines*

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 3). 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 3). Seuls les systèmes BL atteignent l'équilibre à 1,00 : ils consomment donc autant de kcal consommables qu'ils en produisent. L'efficacité énergétique nette (EEN) présente une variabilité inter-systèmes faible en OL et forte en BL. En effet, la variation entre élevage d'une même espèce est faible. 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. Dans une filière, lorsqu'on considère les élevages ayant des systèmes comparables (5 systèmes en BL, 5 en OL et 9 en CL), la variation des critères d'efficacités nettes est très importante entre les élevages, au sein même de chaque type de systèmes. Cette variation entre les élevages d'un même système est largement supérieure à la variation entre les systèmes étudiés. Cela ouvre toutefois la voie à des solutions techniques pour améliorer ce critère, notamment par la nature des aliments consommés par les troupeaux.

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 4). 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 4). 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. Ces variabilités sont d'autant plus importantes que les systèmes valorisent une part importante d'herbe (Rouillé et al., 2019).

**Tableau 3** : Efficiences énergétiques brutes et nettes des systèmes laitiers en France

ENERGIE	Effectifs (n)	Efficiences Energétique brute (EEB)	Ecart-type EEB	Efficiences Energétique Nette (EEN)	Ecart-type EEN	Energie non consommable par l'homme (%)
<b>Système bovins laitiers</b>						
Montagne herbager BL-M10-	415	0,12	0,02	1,31	0,49	91%
Montagne maïs BL-M10+	178	0,14	0,02	0,74	0,18	81%
Plaine herbager BL-P10-	133	0,11	0,02	2,67	5,61	96%
Plaine maïs BL-P10+	222	0,15	0,02	0,67	0,16	78%
Plaine maïs-herbe BL-P1030	434	0,14	0,02	0,88	0,31	84%
<b>Moyenne pondérée</b>	<b>1382</b>	<b>0,14</b>	<b>0,02</b>	<b>1,00</b>	<b>0,63</b>	<b>86%</b>
<b>Systèmes caprins laitiers</b>						
Affouragement CL-AF	52	0,11	0,03	0,51	0,12	78%
Enrubannage CL-EH	63	0,10	0,02	0,48	0,11	79%
Ensilage de maïs CL-EM	81	0,11	0,03	0,41	0,13	74%
Foin de mélange CL-MLH	102	0,09	0,03	0,58	0,17	84%
Foin légumineuses CL-LEG	135	0,09	0,02	0,47	0,11	80%
Pastoral distribué CL-PA	78	0,09	0,03	0,73	0,29	88%
Pastoral pâturage CL-PH	113	0,06	0,03	0,59	0,24	89%
Pâturage CL-PD	208	0,09	0,02	0,56	0,22	84%
Ration sèche CL-RS	15	0,11	0,03	0,39	0,10	71%
<b>Moyenne pondérée</b>	<b>847</b>	<b>0,09</b>	<b>0,02</b>	<b>0,54</b>	<b>0,18</b>	<b>83%</b>

Systèmes ovins laitiers						
Corse – Livreur OL-CL	33	0,06	0,01	0,61	0,32	91%
PA - Non transhumant OL-PANT	46	0,08	0,01	0,59	0,19	86%
PA – Transhumant OL-PAT	54	0,06	0,01	0,60	0,20	90%
RR - Zone pastorale OL-PR	84	0,08	0,01	0,65	0,14	88%
RR - Zones montagne et piémont OL-MR	126	0,09	0,01	0,67	0,16	87%
<b>Moyenne pondérée</b>	<b>343</b>	<b>0,07</b>	<b>0,01</b>	<b>0,63</b>	<b>0,18</b>	<b>88%</b>

**Tableau 4** : Efficacités protéiques brutes et nettes des systèmes laitiers en France

PROTEINE	Effectifs (n)	Efficacité Protéique brute (EPB)	Ecart-type EPB	Efficacité Protéique Nette (EPN)	Ecart-type EPN	Protéine non consommable par l'homme (%)
Système bovins laitiers						
Montagne herbager BL-M10-	415	0,18	0,03	2,17	1,00	92%
Montagne maïs BL-M10+	178	0,20	0,03	1,18	0,55	83%
Plaine herbager BL-P10-	133	0,17	0,03	4,23	6,08	96%
Plaine maïs BL-P10+	222	0,22	0,03	1,41	1,12	85%
Plaine maïs- herbe BL-P1030	434	0,21	0,04	2,08	1,58	90%
<b>Moyenne pondérée</b>	<b>1382</b>	<b>0,20</b>	<b>0,03</b>	<b>1,88</b>	<b>1,45</b>	<b>89%</b>
Systèmes caprins laitiers						
Affouragement CL-AF	52	0,17	0,05	1,44	1,79	88%
Enrubannage CL-EH	63	0,16	0,04	0,96	0,65	83%

Ensilage de maïs CL-EM	81	0,18	0,04	0,74	0,42	76%
Foin de mélange CL-MLH	102	0,15	0,04	1,13	0,53	87%
Foin légumineuses CL-LEG	135	0,16	0,03	0,93	0,43	83%
Pastoral distribué CL-PA	78	0,15	0,04	1,48	0,66	90%
Pastoral pâturage CL-PH	113	0,11	0,05	1,57	1,35	93%
Pâturage CL-PD	208	0,15	0,04	1,08	0,59	86%
Ration sèche CL-RS	15	0,17	0,04	0,66	0,14	74%
<b>Moyenne pondérée</b>	<b>847</b>	<b>0,15</b>	<b>0,04</b>	<b>1,12</b>	<b>0,67</b>	<b>86%</b>
<b>Systèmes ovins laitiers</b>						
Corse – Livreur OL-CL	33	0,10	0,02	1,38	0,85	92%
PA - Non transhumant OL-PANT	46	0,14	0,02	1,28	0,54	89%
PA – Transhumant OL-PAT	54	0,10	0,02	1,28	0,71	92%
RR - Zone pastorale OL-PR	84	0,14	0,02	1,02	0,29	86%
RR - Zones montagne et piémont OL-MR	126	0,15	0,03	1,02	0,47	85%
<b>Moyenne pondérée</b>	<b>343</b>	<b>0,13</b>	<b>0,02</b>	<b>1,16</b>	<b>0,54</b>	<b>89%</b>

### 3.3 Des résultats en fermes expérimentales qui confirment les données nationales

En bovins laitiers, trois sites ont été évalués sur l'efficacité de conversion à l'échelle du système : Trévarez Bio, La Blanche Maison et la ferme du lycée de Saint-Lô-Thère. Le tableau 5 ci-dessous présente les principaux résultats. Ces systèmes consomment de 5 à 8 kg de protéines brutes pour produire 1 kg de protéines animales. Mais la majorité n'étant pas consommable par l'être humain, il ne

faut que 0,2 à 0,8 kg de protéines végétales consommables par l'être humain pour produire 1 kg de protéines animales. Ces systèmes sont donc producteurs nets de protéines (Rouillé et al., 2022).

La même approche appliquée à l'énergie révèle des résultats plus nuancés. Plus l'herbe est présente dans le système d'alimentation, plus le niveau de compétition sur l'énergie est faible. Par exemple, pour produire 1 kcal d'origine animale, le système Bio de Trévarez consomme 0,7 kcal consommable par l'être humain.

**Tableau 5** : Efficiences protéiques et énergétiques des systèmes expérimentaux

<b>Pour produire 1 kg de protéines d'origine animale...</b>	<b>Trévarez Bio 2015-2017</b>	<b>Trévarez Bio 2018-2020</b>	<b>La Blanche Maison</b>	<b>Lycée Saint- Lô-Thère</b>
...une vache consomme XX kg de protéines végétales	7,5	7,7	5,7	7,9
...une vache consomme XX kg de protéines végétales consommables par l'être humain	0,3	0,2	0,2	0,8
<b>Pour produire 1 kcal d'origine animale...</b>				
...une vache consomme XX kcal végétales	7,9	8,0	9,5	12,1
...une vache consomme XX kcal végétales consommables par l'être humain	0,7	0,7	1,0	1,5

En caprins laitiers, deux sites ont été mis à contribution : l'EPL Aubenas et le dispositif Patuchev (INRAE UE FERLus). Il a été choisi d'étudier l'une des conduites de troupeau caprin de l'expérimentation-système Patuchev ayant des mises-bas en février et maximisant l'utilisation du pâturage sur la période 2016 à 2018 (Kocken et al., 2020). Les indicateurs d'efficacité protéique et énergétique ont été calculés à partir des données enregistrées dans la base de données Diapason pour un troupeau de 63 chèvres laitières de race Alpine avec une production annuelle moyenne de 702 litres par chèvre, 25 chevrettes et 5 boucs. L'efficacité énergétique brute était en moyenne de 0,10 et l'efficacité protéique brute de 0,18 en moyenne. 82 % des protéines et 81 % de l'énergie consommées par le troupeau n'étaient pas consommables par l'humain. L'efficacité protéique nette était en moyenne de 1,02 et s'améliore nettement au cours des campagnes. En choisissant d'améliorer l'autonomie alimentaire et de limiter l'apport de concentrés, cette conduite valorisant principalement l'herbe par le pâturage améliore ses efficacités protéique et énergétique. Cependant, l'amélioration de la production laitière par chèvre au cours des campagnes montre l'importance de ce critère pour un meilleur niveau des efficacités. Egalement, au-delà des aspects quantitatifs, il est important de veiller aux caractéristiques des apports alimentaires choisis telles que la composition des aliments en compétition réduite avec la nutrition humaine (-22 % de concentrés ayant une proportion de protéines consommables > 60 % entre 2016 et 2018), la qualité énergétique et protéique des fourrages (seulement 13 % MAT en moyenne en 2017), ou encore de s'assurer de la bonne valorisation des graines entières des méteils distribués aux chèvres, qui sont davantage en compétition que les concentrés constitués de coproduits.

Pour l'EPL Aubenas l'évaluation du système complet a montré des résultats proches de ceux obtenus à l'échelle de la filière nationale. L'efficacité énergétique brute était en moyenne de 0,17 et l'efficacité protéique brute de 0,14 en moyenne. 87 % des protéines et 83 % de l'énergie consommées par le troupeau n'étaient pas consommables par l'humain. L'efficacité protéique nette était en moyenne de 1,3, soit un système producteur net de protéines.

En complément, des calculs ont été réalisés sur des rations journalières pour évaluer une efficacité « instantanée ». Cette approche ne faisait pas partie du cœur de projet mais elle a permis d'évaluer l'effet de la complémentation azotée et de modalités de pâturage sur l'efficacité de conversion des animaux.

En ovins laitiers, la ferme de Saint-Affrique a mis en place un essai pour tester l'effet d'une ration sans compétition avec l'alimentation humaine chez les brebis laitières en remplaçant la céréale par des pulpes de betteraves et des drêches, coproduits non consommables par l'être humain. L'évaluation de cette efficacité instantanée a permis de montrer que l'on peut alimenter des brebis avec une ration très peu en compétition avec l'alimentation humaine sans perdre en quantité de lait produite ni en qualité. Certaines brebis ont notamment ingéré plus de 300 g de MS (Matière Sèche) en plus par jour sans produire plus de lait. Enfin, en plus de montrer que la production de lait n'est pas affectée, la ration étudiée s'est également révélée favorable à la baisse du taux d'urée moyen du lait (444 vs 533 mg/l), et donc à une meilleure utilisation de l'azote (Fança et al., 2020).

### 3.4 Des groupes d'innovation qui se sont appropriés méthode et résultats

Quatre groupes d'innovation se sont réunis tout au long du projet, afin de prendre connaissance des méthodologies employées, des résultats et de discuter de leur interprétation et utilisation. Les groupes d'innovation sont des groupes pluridisciplinaires organisés par filière laitière. Ils ont permis de discuter de la compréhension de la compétition d'usage traitée dans le projet, de préciser la méthodologie utilisée et de vulgariser le concept et les résultats.

Ce sont ces groupes d'innovation qui ont proposé et validé les formules utilisées pour exprimer clairement les résultats. Ici l'exemple pour l'approche nette :

**« Pour produire 1 kg de protéines/1 kcal d'origine animale consommables par l'être humain, une vache consomme XX kg de protéines/ XX kcal végétales consommables par l'être humain »**

### 3.5 Un ensemble de supports et de canaux pour communiquer

Tous les résultats ont fait l'objet d'une communication importante. Ainsi de nombreux supports ont été créés pour différents types de public et sont accessibles ici : <https://idele.fr/eradal/>

La liste des supports et canaux est la suivante :

- Des films en motion design ;
- Des diaporamas commentés ;
- Un jeu de 6 familles ;
- Un outil de positionnement pour les éleveurs ;
- Les réseaux sociaux #ERADAL ;
- Des communications dans la presse agricole et la presse grand public ;
- Des salons agricoles ;
- Des colloques français et européens



Photo 1 : Jeu de 6 familles sur la compétition alimentaire

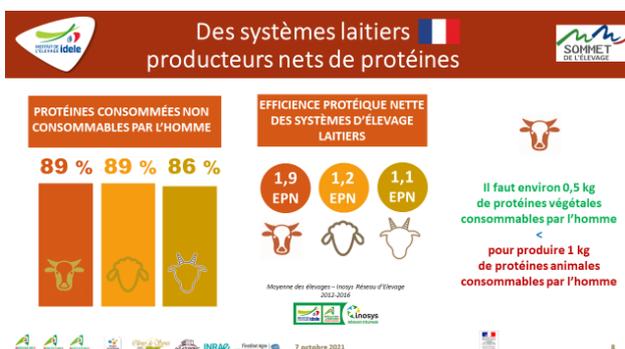


Photo 2 : Synthèse des efficacités protéiques nettes des trois filières

#### 4. 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 conduit à valoriser en alimentation humaine des aliments consommés jusqu'alors 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 des industries agroalimentaires françaises représentent aujourd'hui 12 millions de tonnes MS dont 76 % sont valorisés par l'alimentation animale (RESEDA, 2018). 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).

#### 5. 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.

Pour compléter l'approche, la compétition dans l'utilisation des surfaces et la qualité nutritionnelle des protéines animales produites devront être traitées dans la suite des travaux.

*Les partenaires du projet CASDAR ERADAL tiennent à remercier le Ministère en charge de l'Agriculture sur contribution du Compte d'affectation Spécial au Développement Agricole et Rural pour le financement de ce travail.*

## Références bibliographiques

Agreste, 2010. Recensement agricole, ministère de l'Agriculture, France, 2010. <https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/>

Agreste, 2013. Recensement agricole, ministère de l'Agriculture, France, 2013. <https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/>

Bossis, N., Jost J., 2016. Observatoire de l'alimentation des chèvres laitières françaises. Collection Références, France. <http://idele.fr/domaines-techniques/produire-et-transformer-du-lait/conduite-du-troupeau/publication/idelesolr/recommends/observatoire-de-l'alimentation-des-chevres-laitieres-francaises.html>

[Charroin, T., Palazon, R., Madeline, Y., Guillaumin, A., Tchakerian, E., 2005.](#) Le système d'information des Réseaux d'Élevage français sur l'approche globale de l'exploitation. Intérêt et enjeux dans une perspective de prise en compte de la durabilité. Rencontres Recherches Ruminants en France, 12, [335-338](#)

Council for Agricultural Science and Technology (CAST). Animal Agriculture and Global Food Supply. Task Force Report No. 135. USA, 1999 1-105.

Ertl, P., Klocker, H., Hörtenhuber, S., Knaus, W., Zollitsch W., 2016. The net contribution of dairy production to human food supply: The case of Austrian dairy farms. Agric. Syst. 137, 199-125. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.04.004>

Fança B., Hardy A., Rouillé B., 2020. Effets favorables d'une ration sans compétition avec l'alimentation humaine chez les brebis laitières. Renc. Rech. Rum., 2020, 25, 222.

Institut de l'Élevage, Centre National Interprofessionnel de l'Économie Laitière, 2015. Observatoire de l'alimentation des vaches laitières. Collection Références, France, 41 pages. <http://idele.fr/domaines-techniques/publication/idelesolr/recommends/observatoire-de-l'alimentation-des-vaches-laitiere-edition-2015-2018.html>

Jost J., Fança B., Bluet B., Morin E., Bienne F., Le Tiec M., Rouillé B., 2019. Protein conversion efficiency in French dairy small ruminant systems. 2021, Options méditerranéennes, 2021, 125, 467-470.

Kocken T., Jost J., Ranger B., Caillat H. (2020). Efficience d'utilisation des ressources alimentaires d'un troupeau caprin visant l'autonomie alimentaire pour produire des denrées alimentaires pour l'Homme. Renc. Rech. Ruminants, 2020, 25, p 223. [http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/efficience\\_-\\_20200419.pdf](http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/efficience_-_20200419.pdf)

- 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. Journées Renc. Rech. Rum. 23, 263-266. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01455953/>
- Laisse, S., Baumont, R., Dusart, L., Gaudre, D., Rouillé, B., Benoit, M., Veysset, P., Remond, D., Peyraud, J.L., 2018. L'efficacité nette de conversion des aliments par les animaux d'élevage : une nouvelle approche pour évaluer la contribution de l'élevage à l'alimentation humaine. INRA Prod. Anim. 31 (3), 269-288. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2018.31.3.2355>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.01.001>
- Peyraud, J.L., Peeters, A., 2016. The role of grassland based production system in the protein security. Proc. 26th Gen. Meet. Europ. Grassland Fed., Norway, 21, 29-43. <https://hal.inrae.fr/hal-02743435>
- RESEDA, 2018. Gisements et valorisations des coproduits des industries agroalimentaires. Enquête 2017, France, 121 pages. <http://idele.fr/reseaux-et-partenariats/comite-national-des-coproduits/publication/idelesolr/recommends/les-coproduits-de-lindustrie-agroalimentaire-un-enjeu-strategique-pour-les-filieres-2.html>
- Rouillé B., Laurent M., Bluet B., Faça B., Morin E., Bienne F., Jost J., 2019. Contribution nette des productions laitières bovine, caprine et ovine à l'alimentation protéique humaine en France. Revue Fourrages, 240, 305-309.
- Rouillé B., Bienne F., Le Tiec M., Faça B., Jost J., Bluet B., Morin E., Laurent M., 2020. Des systèmes laitiers caprins, ovins et bovins producteurs nets de protéines et consommateurs d'énergie. Renc. Rech. Rum., 2020, 25, 198-201.
- Rouillé B., Cloët E., Tranvoiz E., Lepeltier F., Morin L., 2022. Quels niveaux de compétition « feed/food » dans deux fermes expérimentales laitières en Bretagne et Normandie ? Renc. Rech. Rum., 2022. A paraître.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., de Haan, C., 2006. Livestock's long shadow. Environmental issues and options. 416 pages. <http://www.fao.org/3/a0701e/a0701e00.htm>
- van Zanten, H.H.E., Mollenhorst, H., Klootwijk, C.W., van Middelaar, C.E, de Boer, I., 2016. Global food supply: land use efficiency of livestock systems. J. Life Cycle Assess 21, 747-758. <https://doi.org/10.1007/s11367-015-0944-1>
- Wilkinson, J.M., 2011. Re-defining efficiency of feed use by livestock. Animal 5, 1014-1022. <https://doi.org/10.1017/S175173111100005X>



Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue *Innovations Agronomiques* et son DOI, la date de publication.