

## Bilans énergétiques en élevage ovin viande : quelles voies d'adaptation pour une meilleure maîtrise ?

Benoit M., Laignel G.

in

Pacheco F. (ed.), Morand-Fehr P. (ed.).  
Changes in sheep and goat farming systems at the beginning of the 21st century : research, tools, methods and initiatives in favour of a sustainable development

Zaragoza : CIHEAM / DRAP-Norte / FAO  
Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 91

2009  
pages 313-317

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=801164>

To cite this article / Pour citer cet article

Benoit M., Laignel G. **Bilans énergétiques en élevage ovin viande : quelles voies d'adaptation pour une meilleure maîtrise ?**. In : Pacheco F. (ed.), Morand-Fehr P. (ed.). *Changes in sheep and goat farming systems at the beginning of the 21st century : research, tools, methods and initiatives in favour of a sustainable development*. Zaragoza : CIHEAM / DRAP-Norte / FAO, 2009. p. 313-317 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 91)



<http://www.ciheam.org/>  
<http://om.ciheam.org/>

# Bilans énergétiques en élevage ovin viande : Quelles voies d'adaptation pour une meilleure maîtrise ?

M. Benoit et G. Laignel

Unité Economie de l'Elevage, INRA de Theix, 63122 St Genès-Champanelle (France)

---

**Résumé.** Face aux préoccupations actuelles en termes de ressources énergétiques et d'émissions de gaz à effet de serre, nous cherchons à évaluer les principales voies d'amélioration des bilans énergétiques en élevage ovin viande. Ce travail est réalisé par modélisation, grâce à un simulateur du fonctionnement et des performances des systèmes d'élevage ovin viande intégrant un module de calcul de bilan énergétique. Après le chiffrage des bilans énergétiques basé sur 4 groupes typologiques, trois adaptations sont étudiées sur le système "Mixte" (polyculture élevage, 130 ha dont 40 ha de cultures, 610 brebis) : amélioration de l'autonomie alimentaire (augmentation de la part des cultures autoconsommées), introduction de légumineuses dans la rotation (suppression des fertilisants azotés de synthèse), production d'huile carburant (colza) avec utilisation des tourteaux par le troupeau. L'adaptation la plus favorable correspond à la suppression de la fertilisation azotée de synthèse. Les adaptations successives permettent de passer d'une consommation d'énergie de 2,2 équivalent litres de fuel (EQF) par kg de carcasse d'agneau produit à 0,98 après optimisations ; l'efficacité énergétique (EE) passe alors de 0,42 à 0,93. Enfin, l'impact énergétique de 4 facteurs modifiant le fonctionnement du troupeau et la structure de l'exploitation est étudié : productivité numérique du troupeau, poids des agneaux, type de parcellaire, taille du troupeau. Les 2 premiers facteurs ont un impact positif très favorable sur les critères d'EE.

**Mots-clés.** Ovin viande – Efficacité énergétique – Exploitation – Analyse de sensibilité – Simulation.

## **Energy balance in mutton sheep farming: Adaptation schemes for a better control**

**Abstract.** Within the context of climate change and natural resource depletion, limiting energy use and greenhouse gas emissions is a key issue. This paper focus on energy balance of farms specialised in meat sheep production. Objectives are first to propose ways to improve energy balance through global change in farm management, then to assess the impact of some key factors. A meat sheep farm model is used to simulate farm outcomes related to sheep production, economic results and energy balance. Farmer's practices and farm structural characteristics are set to correspond to a typical farm ("Mixed" system: 130 ha of which 40 ha crops, and 610 ewes). Three adaptations of this system are studied: improvement of food self-sufficiency (increased proportion of self produced concentrate), introduction of legume crops into the rotation to reduce nitrogen fertilizers use, production of fuel-oil from rapeseed with use of the oil cakes by the flock. The most favourable adaptation corresponds to the removal of the nitrogen fertilizers. Energy consumption decreases from 2.2 equivalent litres of fuel by kg carcass of lamb produced to 0.98 after the three optimizations and the energy efficiency rises from 0.42 to 0.93. Then, the impact of 4 factors modifying the functioning of the flock and the structure of the farm are studied on the base of the "Mixed" system: numerical productivity of the flock, weight of the lambs, plots structure, and importance of the flock. The first 2 factors have a very favourable positive impact on the criteria of energy effectiveness.

**Keywords.** Sheep for meat – Energy effectiveness – Farm – Sensitivity analysis – Simulation.

---

## I – Introduction

L'évaluation multi-critères des systèmes d'élevage se réfère le plus souvent aujourd'hui, en parallèle aux résultats technico-économiques, à des diagnostics d'impact environnemental dont celui établi par le bilan énergétique. Celui-ci est fondé sur la capacité de l'exploitation à produire le maximum d'énergie sous forme de produits agricoles, avec un recours minimum aux

énergies non renouvelables. Cette approche se positionne dans le contexte de la raréfaction des ressources énergétiques fossiles, de leur prix croissant et du réchauffement climatique.

L'efficacité énergétique (EE : rapport entre la production d'énergie sous forme de produits agricoles et la quantité d'énergie non renouvelable, directe ou indirecte, mise en œuvre) des systèmes de polyculture élevage ovin est essentiellement liée à l'achat de l'aliment du troupeau, à la fertilisation et au fuel (Boisdon et Benoit, 2006 ; Solagro, 2005). Après avoir illustré la variabilité des niveaux d'EE au sein d'une typologie d'exploitations de plaine, nous cherchons, sur la base du groupe typologique le plus représentatif des exploitations étudiées, à évaluer les gains d'amélioration potentiels d'EE et leurs impacts économiques, par trois adaptations successives et cumulatives concernant ; (i) l'alimentation du troupeau ; (ii) la fertilisation azotée ; et (iii) la production d'agro-carburant (colza). Enfin, nous évaluons l'impact de 5 autres facteurs faisant intervenir une modification du fonctionnement du troupeau et/ou de la structure d'exploitation.

## II – Méthodologie

Ce travail est fondé sur l'observation d'une diversité de systèmes de production situés en zone de plaine défavorisée du centre-ouest de la France et sur un travail de simulation basé sur le type d'exploitation très représentatif ("Mixte"). Les fonctionnements et les performances des exploitations ont été reconstitués grâce à un outil de simulation (OSTRAL) permettant l'élaboration du bilan énergétique grâce à la connexion au logiciel PLANETE (Bochu, 2002). Le Tableau 1 présente 4 des 5 types d'exploitations étudiés qui représentent un groupe de 20 fermes (Benoit et Laignel, 2004). Les caractéristiques techniques et structurelles des fermes ont permis, par simulation (conjuncture 2006), de reconstituer a posteriori les bilans énergétiques, sur la base d'itinéraires techniques calibrés dans le simulateur (âge des matériels et bâtiments, structuration parcellaire comparable...).

**Tableau 1. Principales caractéristiques des types d'exploitations étudiés**

Types d'exploitations	Mixte=Base simul.	Ovins-Cultures	Herbager autonome	Extensif +cultures
Surface agricole utile (ha)	130	165	120	148
Dont total cultures (ha)	37	113	3	72
Dont cultures pour ovins (ha)	9	5	3	5
Chargement UGB/ha surf. fourr.	1,08	0,74	0,90	0,70
Nombre de brebis (>12 mois)	612	234	623	335
Productivité numérique ovins	1,39	1,42	1,47	1,09
Poids carcasse agneaux (kg/tête)	18,4	17,8	19,1	17,8
Total kg concentrés par brebis	137	187	73	75
Dont achetés kg (% du total)	77 (56%)	95 (51%)	50 (68%)	22 (29%)
% autonomie fourragère (calcul UF)	78,2	65,4	88,8	86,0
% autonomie alimentaire (calcul UF)	88,5	82	92,5	95,7
Résultat courant par travailleur (€)	20700	7500	20900	12800

Dans un premier temps de simulation, les performances énergétiques des 4 groupes typologiques sont reconstituées et comparées. Dans un second temps, les simulations portent sur le groupe le plus représentatif ("Mixte"). Il s'agit d'une exploitation de 130 ha de SAU, dont 29 des 40 ha de cultures sont consacrés à des cultures de vente. Le troupeau est composé de 610 brebis (40% des mise bas en fin d'automne). Les adaptations étudiées ne remettent pas en cause le fonctionnement du troupeau : la productivité numérique est maintenue ainsi que le type d'agneaux engraisés, en majorité en bergerie. Trois évolutions successives et cumulatives du système sont alors étudiées : (i) en vue d'obtenir une autonomie alimentaire

totale (A.Alim) nous substituons des cultures autoconsommées (triticale, mélanges protéagineux) aux cultures de vente (blé, tournesol) ; (ii) en vue d'obtenir une autonomie totale en azote (A.azote) la rotation est basée sur 2 années de trèfle violet suivies de 4 années de cultures (Triboi et Triboi-Blondel, 2004), avec intégration systématique de prairies à base de légumineuses dans la surface fourragère ; et (iii) la production d'agro-carburant est envisagée, avec deux niveaux de production : 30% (Carb30%) et 100% (Carb100%) des besoins, les tourteaux de colza étant utilisés par le troupeau en substitution à des céréales et protéagineux.

Dans un troisième temps de simulation, l'analyse de sensibilité est complétée par l'étude de l'impact des variations de 5 autres facteurs sur l'EE (toujours sur la base du groupe "Mixte") : productivité numérique du troupeau, poids des agneaux, proportion des cultures de vente, nombre de brebis, structure de l'exploitation (taille et distance des parcelles par rapport au siège d'exploitation).

### III – Résultats

#### 1. Diversité des systèmes étudiés : Caractéristiques générales et bilans énergétiques

Les résultats (Tableau 2) montrent que l'efficacité énergétique globale (EEg) des exploitations est avant tout fonction de la part des cultures de vente. Ainsi, les "Ovins-Cultures", avec une efficacité énergétique de l'atelier ovin (EEov) de seulement 0,36 ont une EEg de 3,9, la plus élevée. Les "Herbagers Autonomes" ont la meilleure EEov (0,62, soit 48% de plus que le groupe "Mixte") grâce à un bon niveau de production de viande (productivité numérique et poids des agneaux élevés) combiné à une très forte autonomie fourragère (88,8% contre 78,2 pour les "Mixtes"). Par ailleurs, l'ensemble de l'énergie non renouvelable utilisée pour l'atelier ovin atteint seulement 1,47 EQF par kg de carcasse produit (33% de moins que les "Mixtes"). Les gains d'efficacité concernent essentiellement les achats d'engrais (0,47 EQF/kg carcasse, soit -48%), les achats d'aliment (0,35 EQF/kg carcasse, soit -31%), et le fuel (0,25 EQF/kg carcasse, soit -24%). Le revenu de ce groupe demeure le plus élevé observé, comparable à celui des "Mixtes". Notons cependant que ce système de production est basé sur une production d'agneaux d'été et d'automne qui ne pourrait être généralisée compte tenu des besoins de la filière, les agneaux de contre-saison étant plutôt fournis par les systèmes de type "Mixtes" ou "Ovins-Cultures".

Tableau 2. Efficacités Energétiques et consommations d'énergie pour les 4 types d'exploitations

Types d'exploitations	Mixtes = Base simul.	Ovins- Cultures	Herbagers autonomes	Extensifs +cultures
Efficacité énergétique Globale (EEg)	1,8	3,9	0,62	3,4
Efficacité énergétique Ovins (EEov)	0,42	0,36	0,62	0,54
Efficacité énergétique Cultures vente	5,4	4,9	-	4,5
Équivalent Litres de Fuel / kg carcasse	2,18	2,54	1,47	1,75

#### 2. Impacts des 3 adaptations successives et cumulatives sur le groupe des "Mixtes"

Initialement ("Mixte", Fig. 1), l'EEov était de 0,42. L'obtention d'une autonomie alimentaire totale (A.Alim) assure un gain de 10% (0,46). L'amélioration est beaucoup plus importante lorsque les légumineuses se substituent à l'achat d'azote, l'EEov atteignant 0,69. La production de 30% à 100% du fuel nécessaire permet d'atteindre 0,75 et 0,93. Parallèlement, l'énergie non renouvelable nécessaire exprimée en EQF diminue de 2,18 à 0,98 par kilo de carcasse produite, avec une importante baisse (près de 0,7 EQF/kg) lors de l'absence de fertilisant

azoté. Notons que l'EEg de l'exploitation baisse entre "Mixte" et A.Alim car l'amélioration de l'autonomie alimentaire du troupeau est réalisée aux dépens des cultures de vente dont les efficacités énergétiques sont beaucoup plus élevées (5 à 6). Dans la conjoncture retenue (blé à 10 €/T, colza à 20 €/T, ovins à 5,27 €/kg carcasse, fuel à 0,55 €/l), il n'y a pas d'incompatibilité entre l'amélioration de l'EE et celle des résultats économiques ; la marge brute par brebis et le revenu sont d'abord améliorés par une meilleure autonomie alimentaire (+10%) puis azotée (respectivement +5% et +14% de gain supplémentaire). L'autonomie en carburant, dans la conjoncture actuelle, ne génère qu'un faible gain de revenu (+3% supplémentaires).

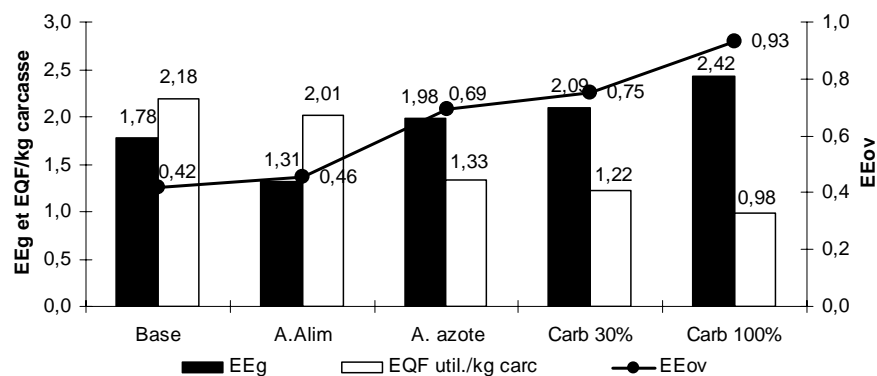


Fig. 1. Évolution : Efficacités Énergétiques (EEg et EEov) et consommation d'énergie par kg de carcasse.

### 3. Autres facteurs de variabilité (Étude sur la base du groupe "Mixtes")

Le niveau de productivité numérique (PN = nombre d'agneaux vivants par brebis et par an) influence très favorablement l'EEov qui passe de 0,29 à 0,48 lorsque la PN évolue de 0,80 à 1,70. Il en est de même lorsque le poids de vente des agneaux augmente : l'EEov passe de 0,38 à 0,44 lorsque le poids varie de 15,3 kg/tête à 20,3. En effet, en élevage allaitant, l'essentiel du coût économique et énergétique est lié à l'élevage des mères, en particulier la production de fourrage avec les fertilisants correspondants. Aussi, un poids moyen plus élevé des agneaux ou une PN plus importante permet de "diluer" ces coûts initiaux.

Lorsque la distance moyenne des parcelles de l'exploitation devient plus importante, les déplacements des matériels requièrent plus d'énergie. Ainsi, lorsque la distance moyenne passe de 592 mètres (structure compacte de l'exploitation) à 11 800 mètres, l'EEov passe de 0,42 à 0,37. Ce phénomène explique que l'on ait que peu d'économie d'échelle d'un point de vue énergétique (énergie indirecte liée au matériel par exemple) lorsque le troupeau augmente fortement car la dimension de l'exploitation progresse alors également. Ainsi, en passant de 175 à 1200 brebis (+ de 12 mois), l'EEov passe de 0,40 à 0,42. Pour les très gros effectifs de brebis (> à 1200 pour le système étudié), l'utilisation de gros matériel, pour la distribution automatique d'aliments aux animaux par exemple, a un impact notable sur l'EEov qui est ramenée à 0,39 pour 2000 brebis.

## IV – Conclusion

Cette étude montre que le principal gain d'EE est obtenu par la suppression de la fertilisation azotée (SOLAGRO, 2005), avec l'introduction dans la rotation de cultures de légumineuses qui sont avantageusement valorisées par le troupeau. En élevage allaitant, une augmentation de la productivité de l'animal en terme de PN ou de poids de carcasse commercialisé correspond à une amélioration de l'EE. Le niveau atteint sera cependant d'autant plus élevé que le mode d'alimentation des animaux sera réalisé à partir des ressources de l'exploitation, en particulier les fourrages, et au maximum par le pâturage. L'augmentation de la dimension des exploitations peut ne pas correspondre à une amélioration de l'EE dans la mesure où cela peut coïncider avec une plus forte mécanisation des travaux, en relation avec de plus fortes productivités du travail. D'autres voies d'amélioration de l'EE pourraient être étudiées, en particulier une modification de la conduite du troupeau par une meilleure utilisation des fourrages et une amélioration de l'autonomie fourragère, comme le suggère les observations faites sur la base de la typologie présentée, les "Herbagers" en étant l'illustration.

## Références

- Benoit M. et Laignel G., 2004.** Exploitations ovins viande en zone de plaine : évolution sur 16 ans et analyse de la diversité. Dans : *Colloque SFER : les systèmes de production agricole, performances, évolutions, perspectives*. Lille, 18-19 nov. 2004, SFER, Société Française d'Économie Rurale, Paris, 15 p.
- Boisdon I. et Benoit M., 2006.** Compared energy efficiency of dairy cow and meat sheep farms in organic and in conventional farming. Dans : *Organic Farming and European Rural Development*, 30 et 31 mai 2006, p. 442-443, Odense (Danemark).
- Bochu J.L., 2002.** *Méthode d'analyse pour l'analyse énergétique de l'exploitation agricole et l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre*. SOLAGRO, 10 p. ([http://www.solagro.org/site/im\\_user/014planeteeoct02.pdf](http://www.solagro.org/site/im_user/014planeteeoct02.pdf))
- SOLAGRO, 2005.** *Maîtrise de l'énergie et autonomie énergétique des exploitations agricoles françaises : état des lieux et perspectives d'actions pour les pouvoirs publics*. Synthèse d'étude. Réf. MPA 05.B1.05.01. 15p.
- Triboï E. et Triboï-Blondel A.M., 2004.** Cropping system using lucerne as nitrogen sources. Dans : *Proceedings du VIII ESA Congress: European agriculture in a global context*. LVL Copenhagen (Danemark), 11-15 juillet 2004, p. 683-684.