

# Les consommations d'énergie dans les systèmes d'élevage bovin.

## Première contribution des Réseaux d'Elevage

T. Charroin<sup>1</sup>, F. Galan<sup>2</sup>, M. Capitain<sup>3</sup>

avec la collaboration de S. Hacala, C. Raison et J. Pavie (Institut de l'Elevage)

1 : Institut de l'Elevage, 43, avenue Albert Raimond, BP 50, F-42272 Saint-Priest-en-Jarez ;  
thierry.charroin@inst-elevage.asso.fr

2 : Institut de l'Elevage, 19 bis, rue Alexandre Dumas, F-80096 Amiens Cedex 3

3 : Institut de l'Elevage, Actipole, 5 rue Hermann Frenkel, F-69364 Lyon cedex 7

### Résumé

Cette étude analyse les consommations d'énergie selon différents systèmes d'élevage bovin à partir de données collectées sur 107 exploitations des Réseaux d'Elevage pour l'année 2004. Les consommations des principaux postes des énergies directes et indirectes, soit environ 80 à 85% du total des consommations en exploitations d'élevage, sont rapportées globalement par hectare de SAU et, après affectation des consommations selon les ateliers : par 1 000 litres de lait pour la production laitière, par 1 000 kilos de viande vive pour la production de viande, et par hectare pour les productions végétales.

Avant l'analyse des données, une typologie a été appliquée. Elle intègre la combinaison de productions à partir de l'orientation technico-économique (OTEX), le type d'atelier lait selon le système fourrager et le type d'atelier viande selon les catégories d'animaux produits. L'analyse des consommations d'énergie au niveau de l'exploitation et selon les systèmes de production permet de mettre en évidence des niveaux de consommation différents selon les types et ainsi de réduire la variabilité des résultats. Au sein des systèmes laitiers, le système fourrager est plus discriminant que la présence ou non de cultures. En viande bovine, il existe une différence entre les systèmes spécialisés et ceux qui associent des cultures et aussi selon le type d'atelier viande (naisseur et naisseurs-engraisseurs).

En production laitière (69 exploitations), la consommation moyenne d'énergie pour produire 1 000 litres de lait est de 93 EQF. Le poste Alimentation représente 38% de l'ensemble des consommations, et celui-ci tend à augmenter avec la part de maïs dans la surface fourragère. Les postes Fuel et Electricité sont de même importance avec 20 EQF/1 000 litres. Au sein des systèmes fourragers Dominant maïs, les systèmes spécialisés herbivores et les polyculteurs diffèrent non pour la consommation totale d'énergie par 1 000 litres de lait mais pour le rapport énergies indirectes sur énergies directes. Les postes Engrais et Concentrés ont un poids plus importants en polyculture. En production biologique, la consommation d'énergie est 22% plus faible par rapport au groupe des fermes conventionnelles.

En production de viande (38 exploitations), la consommation moyenne d'énergie pour produire 1 000 kg de viande vive est de 756 EQF mais avec une forte variabilité selon les systèmes de production. L'alimentation représente la part la plus importante avec respectivement 41% pour les concentrés et 12% pour les achats de fourrages. Les postes d'énergie directe représentent moins du quart de cette consommation avec une contribution très faible de l'électricité.

En grandes cultures (95 exploitations), la consommation d'énergie pour produire est de 345 EQF par hectare. Le poste Engrais, qui représente dans notre analyse l'ensemble des énergies indirectes, contribue pour 55% à ce résultat.

## 1. Problématique

Que ce soit au niveau collectif, dans une optique de limiter le pouvoir de réchauffement global, ou au niveau individuel, par une maîtrise du volume des intrants en vue d'optimiser les coûts de production, la recherche de la meilleure efficacité énergétique devient un enjeu important pour les éleveurs.

Les premiers travaux sur l'analyse énergétique au niveau des exploitations ont été conduits par le groupe Planète de 1996 à 2002 (RISOUD *et al.*, 2002). Ils ont permis de mettre au point une méthode et d'analyser les résultats d'un groupe de 140 exploitations. Deux limites méthodologiques ont été relevées : l'une est liée à la combinaison de productions dans les exploitations agricoles et dans ce cas aux difficultés de différencier les consommations d'énergie entre ateliers ; l'autre tient à la nature différente des énergies comptabilisées en entrées et en sorties lorsque l'on raisonne en termes de bilan. L'exemple des céréales illustre bien ce dernier point. En entrée, 1 kg de céréales coûte 2,4 MJ/kg en énergie non renouvelable (consommations directes et indirectes d'énergie liée à la production et au transport de cette céréale), tandis qu'en sortie l'énergie brute alimentaire est de 15 MJ/kg. Ainsi, dans cette étude, nous avons préféré retenir **une approche qui privilégie les seules consommations d'énergie**.

L'analyse énergétique selon les différents systèmes d'élevage porte préalablement sur l'ensemble des consommations d'énergie de l'exploitation rapportées à la surface, puis selon les productions après avoir affecté les consommations entre les ateliers. C'est pourquoi nous proposons des clés d'affectation pour les différents postes d'énergie. **Les consommations peuvent alors être rapportées à des volumes de production** : par 1 000 litres de lait pour la production laitière, par 1 000 kilos de viande vive pour la production de viande et par hectare pour les productions végétales. Les résultats ainsi obtenus seront analysés pour ces trois productions avec un regard plus spécifique sur l'impact du système fourrager en production laitière, sur les niveaux de consommation, et la décomposition par type d'énergie (directe et indirecte).

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Les exploitations des Réseaux d'Élevage, support de l'analyse

L'analyse des consommations d'énergie développée dans cet article s'appuie sur les données 2004 de **107 fermes des Réseaux d'Élevage** dont 37 intégrées dans le projet européen « Green Dairy »<sup>1</sup>. Ces exploitations sont suivies dans le cadre d'une action partenariale associant des éleveurs volontaires, l'Institut de l'Élevage et les Chambres d'Agriculture, selon une approche globale de l'exploitation, sur une durée d'au moins trois ans. Les données collectées sont l'identification des moyens de production, les éléments du fonctionnement global du troupeau et des surfaces, les performances zootechniques des herbivores et les résultats économiques (CHARROIN *et al.*, 2005).

Géographiquement, les exploitations de l'échantillon se répartissent pour deux tiers dans les régions de Basse-Normandie et Nord-Picardie, et pour un tiers en Bretagne, Pays-de-la-Loire et Aquitaine.

### 2.2. Une typologie des systèmes de production pour mieux appréhender la diversité des fonctionnements

La typologie nationale (PERROT et FRAYSSE, 2002), habituellement utilisée dans le traitement des données des Réseaux d'Élevage (Réseaux d'Élevage, 2005), a été appliquée à ce groupe d'exploitations. Cette typologie intègre la combinaison de productions à partir de l'orientation technico-économique (OTEX), le type d'atelier lait selon le système fourrager (part de maïs dans la surface fourragère) et l'atelier viande suivant le type de production (broutards, jeunes bovins ou bœufs).

---

1 : L'objectif du projet « Green Dairy » est de comparer l'impact environnemental des systèmes laitiers de l'espace atlantique européen.

Parmi les 107 exploitations retenues pour les traitements, 60 sont spécialisées herbivores (OTEX 41 et 42), 35 sont du type polyculteur-éleveur (OTEX 60 et 81), et 12 des exploitations sont céréalières avec une production de viande (OTEX 13 et 14).

Deux tiers des exploitations laitières sont spécialisées dans cette production pour la partie "herbivores", les autres présentant une production de viande (jeunes bovins ou bœufs, ou présence de vaches allaitantes). Au sein des systèmes allaitants, ce sont les systèmes naisseurs avec 14 exploitations et les naisseurs engraisseurs de jeunes bovins avec 12 exploitations qui sont les plus fréquents (tableau 1).

**TABLEAU 1 – Répartition des exploitations selon les systèmes de production.**

Combinaison de productions (OTEX)	Exploitations laitières					Exploitations allaitantes				Ensemble
	Lait Herbe	Lait Herbe-Maïs	Lait Maïs	Lait + Viande	Total	Nais.	Nais. Eng de JB	Nais. Eng de bœufs	Total	
Spécialisés herbivores	7	11	17	16	51	7	2		9	60
Polyculteurs éleveurs		2	15	9	26	2	5	2	9	35
Céréales + élevage						5	5	2	12	12
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>32</b>	<b>25</b>	<b>77</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>30</b>	<b>107</b>

L'approche en fonction du système fourrager sera limitée aux exploitations laitières et se fera selon la part de maïs dans la surface fourragère (SFP). Avec moins de 10% de maïs dans la SFP, les exploitations sont considérées comme « herbagères ». Le type « Herbe-Maïs » est composé de celles qui ont entre 10 et 30% de maïs et les « Dominant maïs », de celles en ayant plus de 30%.

Huit exploitations sont conduites en agriculture biologique dont sept en production laitière. Elles seront mobilisées pour une comparaison aux exploitations conventionnelles sur les consommations d'énergie pour produire 1 000 litres de lait.

### 2.3. Une analyse qui porte sur les principaux postes d'énergie directe et indirecte

Les consommations étudiées portent sur les postes d'énergie directe (fuel, gaz, lubrifiants, et électricité) et d'énergie indirecte (concentrés, fourrages achetés et engrais), soit 80 à 85% de la consommation totale d'énergie, selon les résultats du groupe Planète (RISOUD et al., 2002). Elles sont exprimées en équivalents litres de fuel (EQF)<sup>2</sup>. Les consommations liées aux matériels, aux bâtiments et produits phytosanitaires ne sont pas comptabilisées dans ces résultats.

Dans la base de données des fermes des Réseaux d'Élevage (base Diapason), nous disposons uniquement des valeurs monétaires sur les postes d'énergie directe. Leur conversion en quantité physique n'étant pas aisée, compte tenu des variations importantes de prix enregistrées, nous avons été amenés à réaliser une enquête complémentaire pour mieux les cerner.

Les références utilisées pour calculer les consommations d'énergie sont celles définies par le groupe Planète (tableau 2), à l'exception des aliments concentrés composés. Disposant du taux de matière azotée totale (MAT) des aliments composés au niveau des exploitations, nous avons privilégié une référence basée sur l'équivalent en céréales et soja pour obtenir le même niveau de MAT au lieu de retenir un aliment composé moyen des herbivores en France.

**TABLEAU 2 – Quelques références utilisées** (extrait du référentiel Planète).

Postes d'énergie directe		Postes d'énergie indirecte	
Fuel	40,7 MJ / litre	Céréales	2,4 MJ / kg brut
Lubrifiant	45,2 MJ / litre	Tourteau de soja	5,8 MJ / kg brut
Electricité	9,6 MJ / kWh	Unité d'azote	52,6 MJ / unité

2 : 1 EQF = 35,8 MJ

Ces références représentent l'ensemble des énergies non renouvelables consommées pour la production, la fabrication, la distribution et le transport des différents produits.

Les distances parcourues pour livrer les aliments et les engrais dans les exploitations sont des données mal connues des producteurs d'autant que les livraisons sont souvent faites lors d'une tournée de plusieurs exploitations. Pour les postes de transport routier (pour la livraison des intrants) et maritime (lors de l'importation du tourteau de soja), les valeurs forfaitaires du référentiel Planète ont été retenues.

Les céréales auto-consommées par les animaux sont gérées comme une cession entre l'atelier de cultures et les productions animales. La production laitière intègre le co-produit viande généré par les vaches de réforme et les veaux. Cette production est jointe à la production laitière et indissociable de celle-ci. Nous limitons volontairement l'analyse aux productions de lait, viande et cultures dans un premier temps, ce qui exclut quelques exploitations diversifiées hors-sol.

### 3. Modes de répartition des consommations d'énergie entre productions

Un des objectifs de l'étude étant de quantifier la consommation d'énergie au niveau de l'atelier, nous avons recherché la solution la plus adaptée pour répartir les consommations selon les postes d'énergie directe et indirecte et le niveau de détail des données disponibles.

Dans un premier temps, les clés de répartition permettent de dissocier les consommations entre l'atelier végétal et animal et, dans un deuxième temps, de les répartir au sein des productions animales entre le lait et la viande pour les systèmes mixtes.

#### 3.1. Energies indirectes

L'information collectée dans le cadre du suivi technico-économique des exploitations des Réseaux d'Élevage facilite l'affectation des consommations d'énergie indirecte entre productions.

Pour les engrais, nous connaissons la fumure minérale de la surface fourragère et celle des cultures. Nous avons donc repris directement ces éléments pour établir la consommation des surfaces fourragères et des cultures. Dans le cas de systèmes lait et viande, nous avons appliqué une répartition selon le prorata des UGB du lait et de la viande.

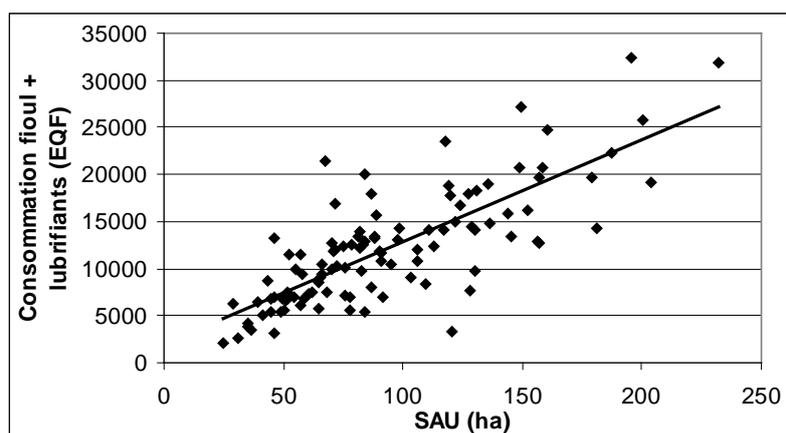
La nature des concentrés et les quantités consommées selon les ateliers sont des éléments disponibles. La consommation a pu ainsi être affectée aux ateliers directement par le calcul.

Enfin, la consommation liée aux achats de fourrages a été affectée au prorata des UGB pour les exploitations avec du lait et de la viande.

#### 3.2. Energies directes

Pour les deux postes d'énergie directe que sont le fuel et l'électricité, nous ne connaissons que la consommation globale de l'exploitation.

**FIGURE 1 – Relation entre consommation de fuel et surface totale de l'exploitation.**



## – Poste Fuel

Le poste Fuel (y compris le fuel des travaux par tiers, les lubrifiants et les autres produits pétroliers) est très lié au degré de mécanisation des exploitations, lui-même lié au système de production. La relation entre la consommation de fuel et la surface totale de l'exploitation que nous observons sur les exploitations de l'échantillon (figure 1) nous amène à privilégier **un référentiel de consommation à l'hectare**.

La consommation moyenne de fuel (EQF/ha de SAU) des 11 exploitations les plus céréalières de l'échantillon est de 133 EQF/ha de SAU. Cette consommation est probablement sous-estimée, ces exploitations ayant toutes une production de viande bovine associée. Cette hypothèse est confortée par les résultats d'un groupe de 32 exploitations spécialisées en grandes cultures de la base Planète (RISOUD *et al.*, 2002), pour lesquelles la consommation moyenne est de 153 EQF/ha de SAU. Nous retiendrons **la valeur repère de 150 EQF de fuel** (consommation des travaux par tiers incluse) / **ha de culture**. Pour les 9 exploitations spécialisées viande, la valeur repère s'établit à 80 EQF/ha de SFP.

**En production laitière**, la consommation des exploitations spécialisées est liée au système fourrager : **plus la part de maïs dans la surface fourragère est importante, plus la consommation de fuel par hectare augmente** (tableau 3).

**TABLEAU 3 – Consommation de fuel par ha SAU des exploitations spécialisées lait selon le système fourrager.**

Système fourrager	Consommation de fuel (EQF) /ha SAU	NB d'exploitations
Herbagers (< 10% maïs/SFP)	<b>107</b>	4
Herbe-maïs (10-30% maïs/SFP)	<b>125</b>	9
Maïs dominant (> 30% maïs/SFP)	<b>179</b>	17

La valeur repère retenue pour la SFP de l'atelier lait est de 110 EQF/ha pour les herbagers, 130 EQF/ha pour les systèmes Herbe-maïs et 180 EQF/ha pour les systèmes Maïs dominant.

Dans le cas de systèmes mixtes (lait et viande), la SFP respective de chaque atelier est calculée au prorata des UGB.

### **Modes de calcul utilisés pour la répartition du poste Fuel par atelier**

Atelier cultures = 150 EQF x ha Surface non fourragère (SNF)

Atelier viande = UGB BV / Total UGB x ha SFP x 80

Atelier lait herbagers (<10% de maïs) = UGB BL / Total UGB x ha SFP x 110

Atelier lait herbe-maïs (10 à 30% de maïs) = UGB BL / Total UGB x ha SFP x 130

Atelier lait maïs dominant (> 30% de maïs) = UGB BL / Total UGB x ha SFP x 180

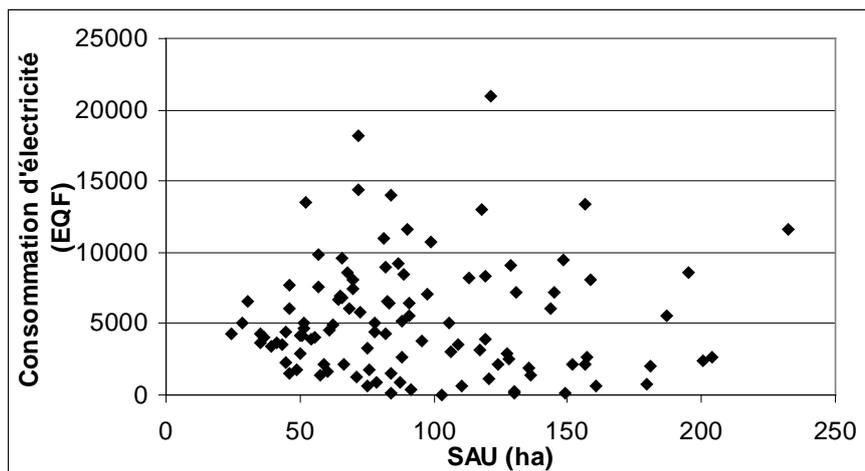
Ces formules de calcul ne sont utilisées que pour déterminer le pourcentage de consommation de chaque atelier. Pour intégrer la variabilité des consommations entre exploitations et rester cohérent avec la consommation globale de chacune, les pourcentages de consommation de chaque atelier sont ensuite appliqués à la consommation réelle de l'exploitation.

## – Poste Electricité

Il n'existe pas de relation satisfaisante entre le poste Electricité et la surface de l'exploitation pour les fermes de l'échantillon (figure 2).

Néanmoins, on observe des différences significatives selon les types de fermes. **Le poste Electricité est prépondérant en production laitière alors qu'il est très faible en cultures** (11 EQF/ha de SAU) **et en production de viande** (9 EQF/ha de SAU). Pour les cultures, nous retiendrons une valeur repère de 10 EQF par hectare.

**FIGURE 2 – Relation entre consommation d'électricité et surface totale de l'exploitation.**



Partant de ces hypothèses, nous avons, par différence, apprécié la consommation d'électricité des herbivores et celle-ci a été rapportée à l'UGB. Pour les exploitations spécialisées viande, elle est de 7 EQF/UGB, que nous retiendrons comme valeur repère.

Pour les exploitations laitières, le solde après déduction des consommations pour la viande et les cultures à partir des valeurs repères ci-dessus donne des résultats relativement homogènes pour les trois principaux types d'exploitations lorsqu'il est rapporté à 1 000 litres de lait (tableau 4).

**TABLEAU 4 – Consommation moyenne d'électricité de l'atelier lait selon les systèmes.**

	Nombre d'exploitations	EQF électricité / 1 000 l de lait
VL uniquement	52	21
VL + taurillons	10	21
VL + bœufs	8	17

**Modes de calcul utilisés pour la répartition du poste Electricité**

Atelier cultures = 10 EQF x ha SNF

Atelier viande = 7 EQF x UGB BV

Atelier lait = Consommation totale de l'exploitation – consommation estimée des cultures  
– consommation estimée de l'atelier viande

**4. Consommations d'énergie au niveau de l'exploitation**

Nous rappelons que les consommations présentées ci-après portent sur 80 à 85% des consommations totales pour les exploitations d'élevage.

**4.1. Une moindre variabilité des résultats en intégrant une typologie d'exploitations**

L'analyse des consommations et de la variabilité des résultats au niveau de l'exploitation a porté sur les systèmes d'exploitations suivants :

- Trois systèmes laitiers dont deux spécialisés (Herbe-Maïs et Maïs dominant) et un système Lait + cultures,
- Deux systèmes allaitants naisseurs, l'un spécialisé et l'autre avec des cultures,
- Un système naisseur-engraisseur avec cultures.

Les caractéristiques moyennes de ces systèmes sont présentées ci-après (tableau 5).

**TABLEAU 5 – Caractéristiques des différents groupes d'exploitations.**

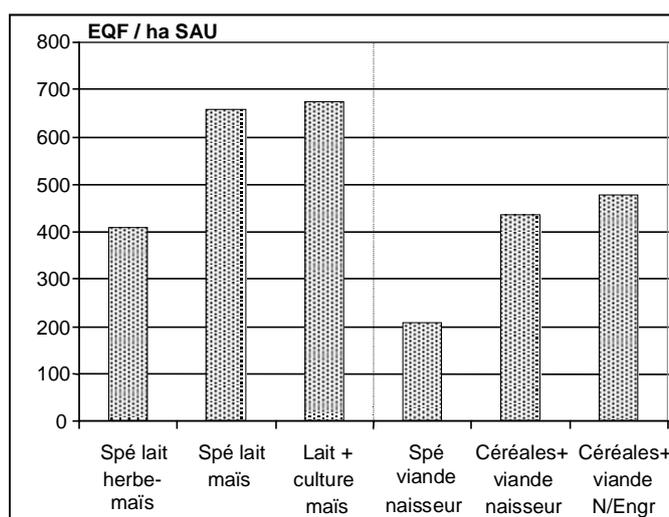
	Spé. lait herbe- maïs	Spé. lait maïs	Lait + cultures maïs	Spé. viande naisseur	Céréales + viande naisseur	Céréales + Viande Nais.- Eng.
SAU (ha)	67	68	79	110	159	106
SFP (ha)	59	47	34	102	48	41
% maïs / SFP	20	44	52	4	2	19
% cultures / SAU	13	32	57	7	70	61

Comme l'ont explicité les travaux du groupe Planète, il existe une forte variabilité des résultats de consommation énergétique des exploitations lorsque l'on utilise le seul critère « type de production » (présence / absence de lait ou de cultures de vente par exemple).

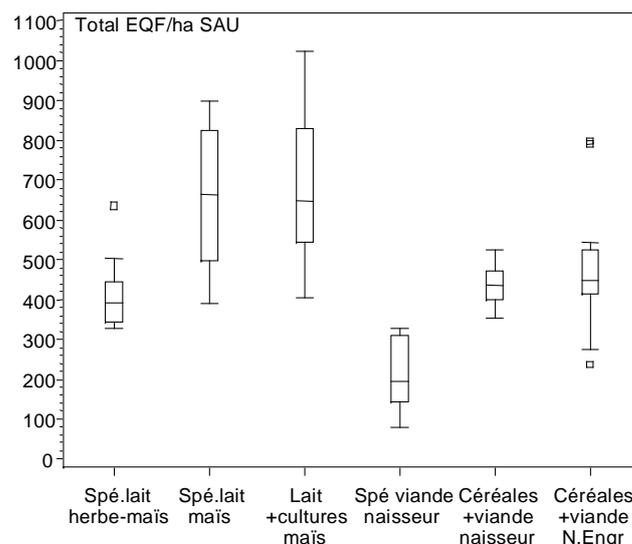
Dans la figure 3 ci-après, l'analyse fait ressortir des consommations différentes. La figure 4 permet d'illustrer le rôle de la typologie dans la prise en compte de la variabilité des données. En production laitière par exemple, on passe d'un rapport de 1 à 10 sans typologie fourragère (BOCHU, 2006, ce même ouvrage) à un rapport de 1 à 2 lorsque l'on tient compte de l'importance du maïs dans le système fourrager.

Au sein des fermes laitières spécialisées, il existe un écart significatif entre le système 10-30% de maïs dans la SFP et celui à plus de 30% de maïs (valeurs respectivement de 409 et 658 EQF/ha de SAU), alors qu'il est négligeable entre une exploitation laitière spécialisée à plus de 30% de maïs dans la SFP et une exploitation de grandes cultures avec un atelier laitier conduit à plus de 30% de maïs dans la SFP. **En production laitière, le système fourrager apparaît prépondérant sur la combinaison lait/culture pour analyser la consommation énergétique.**

**FIGURE 3 – Décomposition des consommations d'énergie de quelques systèmes de production**



**FIGURE 4 – Analyse de la dispersion selon ces mêmes systèmes de production<sup>3</sup>**



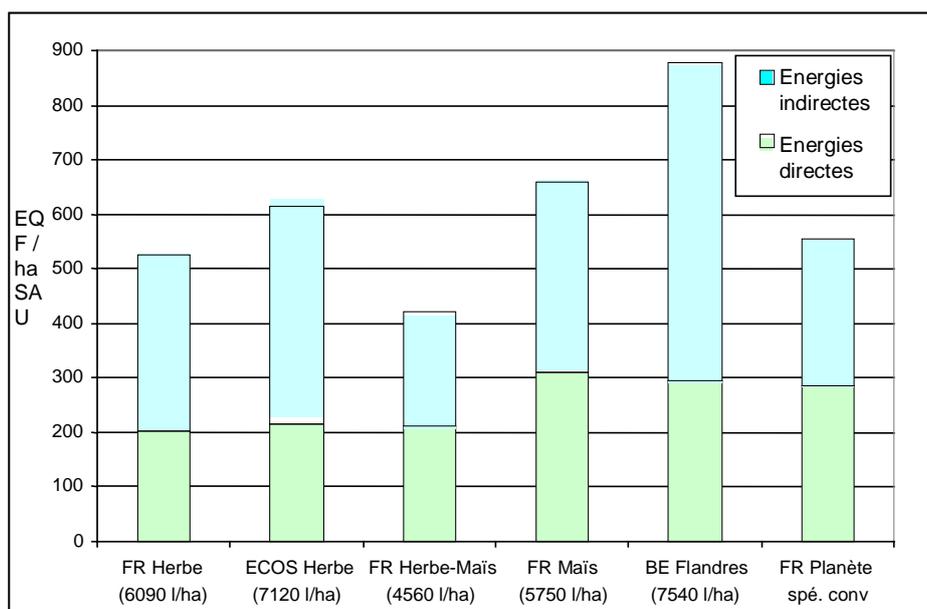
3 : Pour chaque système, le rectangle central correspond à 50 % des exploitations réparties autour de la valeur médiane (résultats compris entre les 1er et 3ème quartiles). En dehors de cette plage de variation les traits verticaux matérialisent l'étendue des données comprises dans une fois et demi l'interquartile et les points représentent les valeurs les plus extrêmes.

**En production de viande**, il existe une variabilité significative liée à la combinaison de productions (spécialisé herbager significativement différent de cultures + viande) mais également semble-t-il au type d'atelier. Ces éléments seront à approfondir avec un échantillon plus étoffé.

#### 4.2. Une mise en perspective des données au regard de la productivité laitière par hectare

Les résultats des exploitations conventionnelles des systèmes laitiers spécialisés de notre échantillon ont été comparés à **des données** obtenues **sur des fermes laitières spécialisées des Flandres** (MEUL *et al.*, 2005), **d'Ecosse** (RAISON et PFLIMLIN, 2005) et de **Planète** (RISOUD *et al.*, 2002) (figure 5).

**FIGURE 5 – Consommation d'énergie en systèmes laitiers spécialisés de France, Belgique et Ecosse.**



Si le niveau des **énergies directes** apparaît **relativement homogène, autour de 240 EQF/ha** (200 EQF/ha pour les systèmes valorisant l'herbe contre 300 EQF/ha pour ceux ayant fortement recours au maïs ensilage), il n'en est pas de même pour **les postes Engrais et Aliments**. Ces derniers **augmentent avec la productivité laitière à l'hectare**.

En première analyse, les 35 données des fermes spécialisées françaises conventionnelles apparaissent cohérentes au regard de celles du groupe Planète, et de celles de nos voisins européens. Le système laitier herbager de notre échantillon est assez intensif, ce qui explique son niveau de consommation à l'hectare relativement élevé.

Ces données, rapportées à l'hectare de SAU, peuvent cacher des disparités assez importantes selon l'importance de la SFP dans la SAU de l'exploitation d'une part, le niveau de productivité animale et le chargement d'autre part. Une analyse de la consommation aux 1 000 litres de lait produits permet de compléter l'approche et d'introduire la notion d'efficacité énergétique de l'atelier animal.

### 5. Consommations d'énergie selon les productions

Les consommations d'énergie selon les productions sont calculées après avoir réparti celles-ci entre les ateliers lait, viande et culture selon les conventions décrites dans le paragraphe 3.

#### 5.1. Consommation d'énergie en production laitière

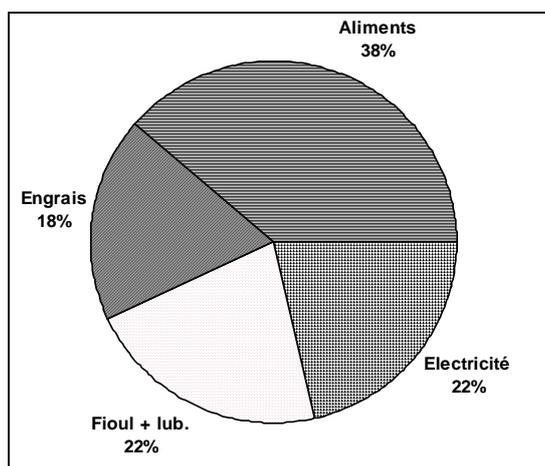
Les traitements porteront sur différents regroupements des exploitations. Les caractéristiques de ces groupes sont présentées dans le tableau 6.

**TABEAU 6 – Caractéristiques des différents groupes d’exploitations laitières.**

	Ensemble	Exploit. conventionnelles	Exploitations bio	Exploit. herbagères	Exploit. Herbe maïs	Exploit. Maïs dominant	Éleveurs maïs dominant	Polyculteurs maïs dominant
Nombre d'exploitations	69	63	6	5	14	44	25	19
SAU (ha)	81	81	84	62	77	84	75	95
SFP (ha)	52	51	65	54	61	47	52	41
% maïs / SFP	34	37	10	1	22	45	42	49
% cultures / SAU	36	37	23	12	21	44	31	57
Lait vendu (1000 l)	363	365	335	290	326	386	390	382
Lait / vache (l)	6 803	6 943	5 327	6 098	6 320	7 238	7 032	7 508
Qté. concentrés (kg)/ vache	1 388	1 443	812	1 264	1 077	1 580	1 477	1 716
Chargement (UGB/ha SFP)	1,8	1,8	1,5	1,4	1,6	2,0	1,9	2,2
N minéral / ha SFP	83	91	0	35	49	105	81	136
Autonomie fourragère (%)	96	96	96	96	97	96	96	95

Calculée à partir des 69 exploitations laitières de l'échantillon, **la consommation moyenne d'énergie pour produire 1 000 litres de lait est de 93 EQF**. Le poste Alimentation représente 36 EQF dont plus de 90% pour les concentrés. La consommation liée aux achats de fourrages est très faible (3 EQF/1 000 l), ce qui s'explique par une très forte autonomie fourragère des exploitations de l'échantillon (96%). Le poste Engrais est le moins important : il représente 17 EQF/1 000 litres et ceci malgré un chargement apparent de 1,8 UGB/ha de SFP. Les postes Fuel et Electricité sont de même importance avec 20 EQF/1 000 litres (figure 6). Ceci confirme le poids important de l'électricité en production laitière (50% de l'énergie directe). A titre d'illustration, à la ferme expérimentale de Derval (80 vaches, 700 000 litres de lait), les mesures effectuées en 2005 montrent que la seule consommation électrique du tank à lait et de la pompe à vide représente 8,7 EQF / 1 000 litres.

**FIGURE 6 – Décomposition des principaux postes d'énergie pour produire 1000 litres de lait.**



Le groupe Agriculture biologique étant seulement représenté par 6 exploitations, nous nous limiterons à une simple comparaison de ces deux modes de production et les traitements suivants seront réalisés uniquement à partir des 63 exploitations conventionnelles.

**La consommation d'énergie pour produire 1 000 litres de lait est 22% plus faible pour le groupe des exploitations bio (73 EQF) par rapport au groupe des conventionnelles (94 EQF).** En production biologique, le niveau des énergies directes semble légèrement supérieur. En revanche, la part des énergies indirectes est nettement plus faible (tableau 7), en lien avec l'absence de fertilisation minérale et une consommation limitée de concentrés.

**TABEAU 7 – Consommation d'énergie (EQF) pour 1 000 litres de lait selon le mode de production.**

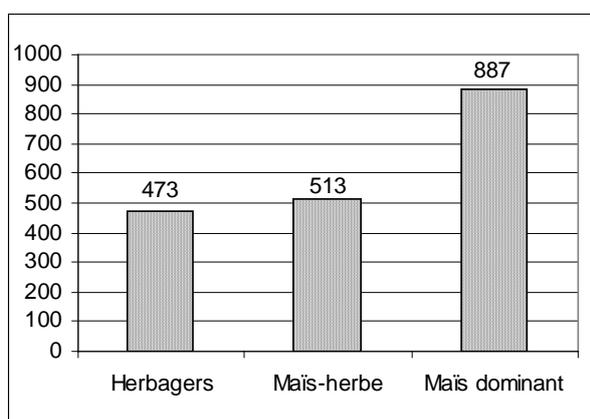
	Exploitations conventionnelles	Exploitations en production biologique
Nombre d'exploitations	63	6
Fourrages achetés	3	6
Concentrés	34	16
Engrais	18	0
Fuel	20	26
Electricité	19	25
<b>Total</b>	<b>94</b>	<b>73</b>

– Relation entre le système fourrager et les consommations d'énergie

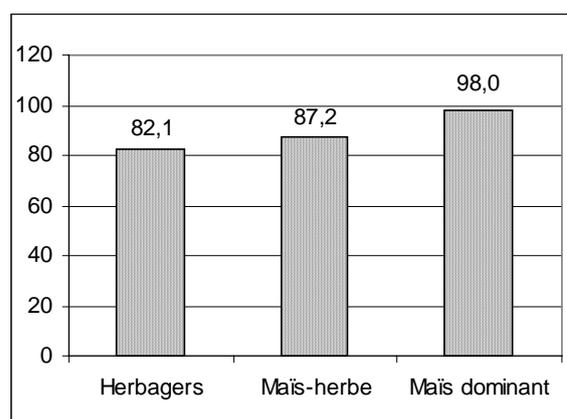
L'impact du système fourrager sur la consommation d'énergie est une question centrale pour la production laitière. Préalablement à la décomposition des consommations d'énergie selon les postes, ce premier traitement illustre la sensibilité des résultats selon que l'on intègre ou non la productivité des animaux et des surfaces.

Que ce soit par hectare de SFP ou par 1 000 litres de lait, la consommation d'énergie du système Maïs dominant est toujours supérieure à celle de systèmes plus herbagers, mais cet écart est nettement moins important en intégrant la productivité des animaux et des surfaces (figures 7 et 8). La consommation d'énergie est inférieure de 42% pour le système Maïs-Herbe par rapport au groupe des Maïs dominant si nous établissons cette comparaison à l'hectare de SFP. Elle n'est plus que de 11% quand la consommation est rapportée à 1 000 litres de lait. Nous retiendrons uniquement l'expression aux 1 000 litres de lait pour les résultats suivants.

**FIGURE 7 – Consommation d'énergie (EQF) / ha de SFP**



**FIGURE 8 – Consommation d'énergie (EQF) pour 1 000 litres de lait**

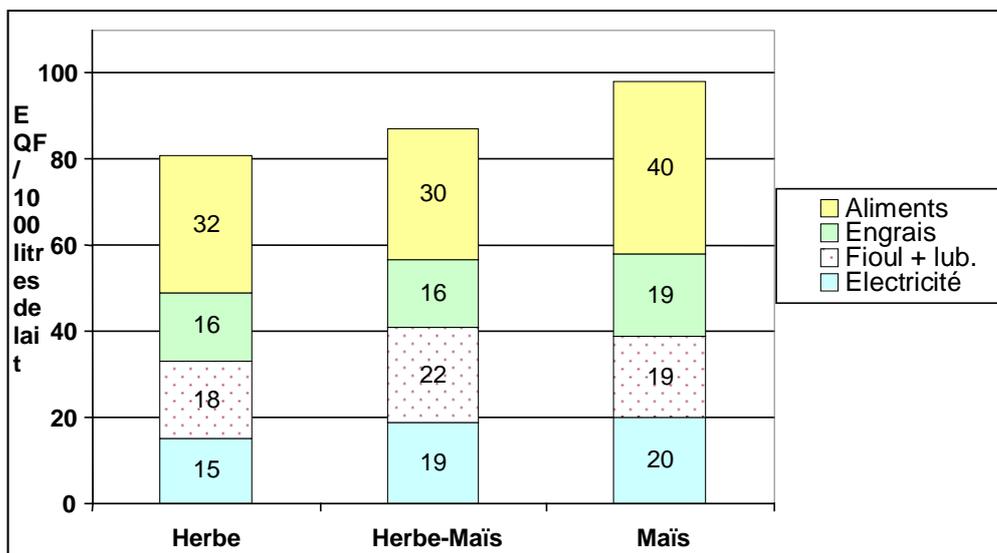


La consommation d'énergie pour produire 1 000 litres de lait tend à augmenter avec la part de maïs dans la surface fourragère et ceci s'explique essentiellement par la contribution du poste Alimentation (figure 9). Ce poste (concentrés et fourrages) est supérieur de 29% pour le système Maïs dominant par rapport au système Herbe-maïs.

Comme nous avons déjà pu le constater lors d'un précédent traitement sur la composition des différents types d'aliments dans le poste Concentrés des exploitations laitières, il existe un lien étroit entre le type de système et le type d'aliment, notamment la proportion de maïs et la part de tourteaux (CHARROIN *et al.*, 2001). La référence en énergie retenue est de 5,8 MJ/kg de tourteau

de soja dont 2,7 pour le transport (le transport depuis le Brésil est estimé à 9 600 km en bateau et à 300 km en camion). Elle est de 2,4 MJ pour 1 kg de céréales dont 0,11 de transport. A partir des données sur la nature et les quantités de chacun des aliments, le transport des aliments achetés représente 26% de l'énergie de ce poste pour le système Maïs dominant et 18% pour le système Herbe-maïs. Le poste Engrais est lui aussi le plus important dans le système Maïs dominant, ce qui est probablement à mettre en relation avec la recherche d'un haut niveau de rendement des productions fourragères et une fertilisation azotée plus libérale.

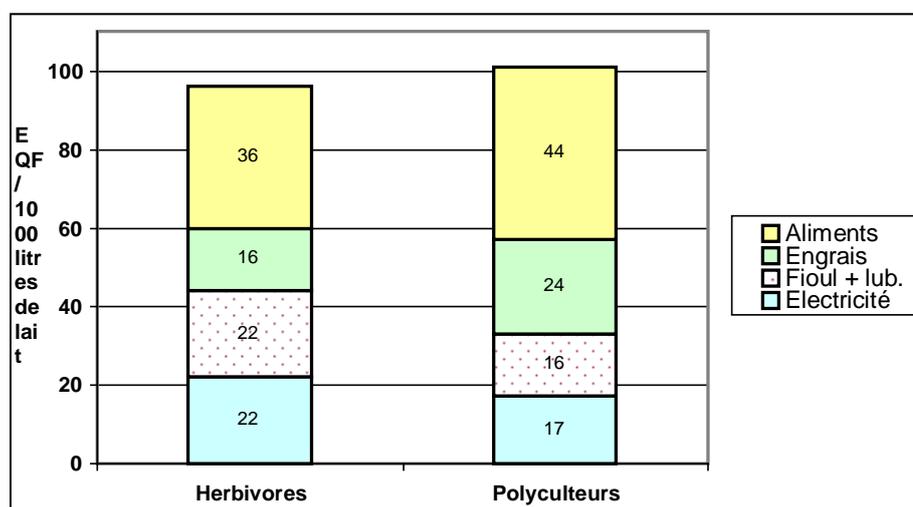
**FIGURE 9 – Décomposition de la consommation d'énergie selon le type de système fourrager.**



– Relation entre la combinaison de productions et la consommation énergétique

Cette analyse est faite à partir des 44 exploitations avec plus de 30% de maïs dans la SFP. Globalement, on observe peu d'écart entre Herbivores et Polyculteurs, mais un rapport énergie indirecte sur énergie directe différent. Les postes Engrais et Concentrés sont plus importants chez les polyculteurs (figure 10) en lien avec une production de lait par vache de 7 500 litres chez les polyculteurs contre 7 000 litres chez les herbivores, un chargement respectivement de 2,2 et 1,9 UGB/ha SFP et une fumure organique sur les cultures chez les polyculteurs d'où une compensation par des apports de fumures minérales.

**FIGURE 10 – Décomposition de la consommation d'énergie selon la combinaison de productions.**



## 5.2. Consommation d'énergie en production de viande

Les résultats obtenus sur la production de viande sont issus de 38 exploitations avec une diversité importante des systèmes de production (tableau 8), ce qui ne permet pas de développer l'analyse comme nous venons de le faire pour la production laitière.

**TABLEAU 8 – Caractéristiques des exploitations avec une production de viande.**

	Naisseurs	N.E. bœufs	N.E. JB	JB laitiers
Nombre d'exploitations	14	4	11	8
SAU (ha)	135	117	106	91
SFP (ha)	75	46	51	68
% maïs / SFP	3	12	19	35
% cultures / SAU	44	61	52	25
Nb d'UGB de l'atelier bovins viande	115	84	97	31
Autonomie fourrages (%)	89	100	90	97
Chargement (UGB /ha SFP)	1,7	2,2	2,6	1.8
N minéral / ha SFP	61	79	87	68
Nombre de vaches allaitantes	68	40	47	0
Production brute de viande vive /UGB	258	279	367	676

**En moyenne, la consommation d'énergie pour produire 1 000 kg de viande vive est de 756 EQF.** L'alimentation représente la part la plus importante avec respectivement 41% pour les concentrés et 12% pour les achats de fourrages. Les postes d'énergie directe représentent moins du quart de cette consommation avec une contribution très faible de l'électricité (tableau 9), contrairement à la production laitière.

Au sein des systèmes allaitants, la productivité animale (production brute de viande vive / UGB) semble être en lien avec la consommation d'énergie. Les systèmes naisseurs, avec une moindre productivité animale, du fait de l'entretien d'un cheptel de souche, seraient plus consommateurs d'énergie que les systèmes naisseurs-engraisseurs, mais dans cet échantillon les systèmes naisseurs ne sont pas totalement autonomes en fourrages (89%) et sont relativement intensifs par rapport à ceux du Centre de la France.

**TABLEAU 9 – Consommation d'énergie (EQF) pour produire 1 000 kg de viande vive.**

	Ensemble des exploitations		Naisseurs	Naisseurs-engraisseurs de bœufs	Naisseurs-engraisseurs de taurillons	Engraissement de taurillons laitiers
Fourrages achetés	88	(12%)	143	0	40	12
Concentrés	307	(41%)	260	333	359	280
Engrais	200	(27%)	257	269	175	108
Fuel	133	(18%)	181	131	120	68
Electricité	26	(4%)	30	31	36	11
<b>Total</b>	<b>756</b>	<b>(100%)</b>	<b>871</b>	<b>764</b>	<b>730</b>	<b>479</b>

## 5.3. Consommation d'énergie en production végétale

Dans cette dernière analyse, nous traiterons des productions végétales sur l'ensemble des systèmes dans un premier temps, puis selon la combinaison de productions. La part de cultures représente en moyenne 24% de la SAU dans les systèmes herbivores, 54% chez les polyculteurs pour atteindre 75% dans les systèmes les plus céréaliers de l'échantillon (tableau 10).

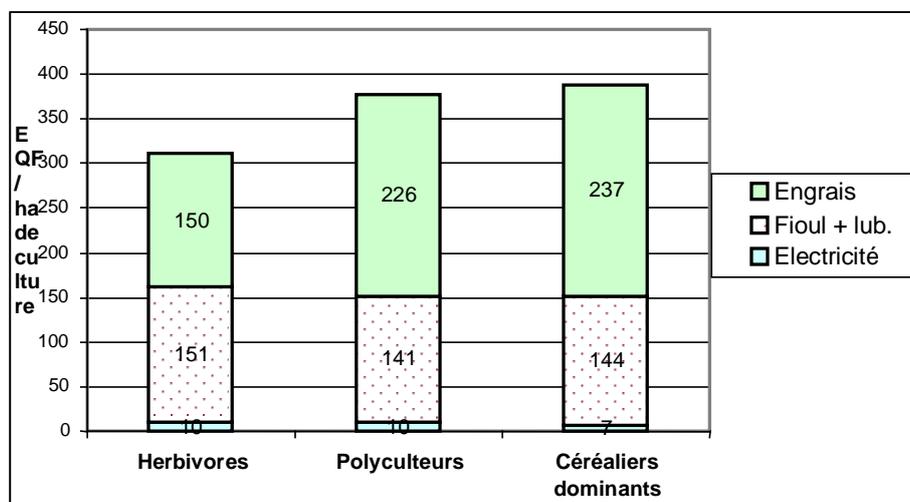
**TABLEAU 10 – Caractéristiques des exploitations avec une production végétale selon la combinaison de productions.**

	Ensemble des exploitations avec des cultures	Herbivores	Polyculteurs	Céréaliers dominants
Nombre d'exploitations	95	48	34	13
SAU (ha)	96	82	103	126
Cultures (ha)	43	20	56	95
% cultures / SAU	45	24	54	75
N minéral / ha culture	116	95	137	139

**En moyenne, la consommation d'énergie pour produire un hectare de cultures est de 345 EQF.** Le poste Engrais, qui représente ici l'ensemble des énergies indirectes, contribue pour 55% à ce résultat et le Fuel à 43%. Le poste Electricité est très faible (< 3%).

L'analyse selon les combinaisons de productions semble mettre en évidence une relation entre le niveau de consommation du poste Engrais par hectare de culture et la part de cultures. Plus la part de l'élevage est faible dans l'exploitation, plus la consommation par les engrais et par hectare de culture est importante : moins de 50% pour les éleveurs et plus de 60% pour les plus céréaliers (cf. figure 11). Dans les exploitations d'élevage, une partie des déjections produites par le cheptel est recyclée sur les cultures et les besoins en fertilisation minérale sont donc réduits par rapport aux systèmes avec une part significative de cultures.

**FIGURE 11 – Consommation d'énergie pour produire un hectare de culture selon la combinaison de productions.**



## Discussion - conclusion

L'approche énergétique selon les ateliers permet de comparer les niveaux de consommation d'une même production entre exploitations. Ce travail a été conduit sur un nombre limité d'exploitations de systèmes bovins lait et viande avec plus ou moins de cultures. Les valeurs repères utilisées comme clés de répartition des énergies directes devront être testées sur un plus grand nombre d'exploitations et affinées pour mieux prendre en compte la diversité des systèmes bovins viande notamment. Cette démarche devra aussi être élargie aux productions hors-sol, aux diversifications de cultures pérennes et spéciales.

Les informations disponibles dans la base de données des Réseaux d'Élevage (Diapason) facilitent l'affectation des énergies indirectes entre ateliers mais ne sont pas suffisantes pour

aborder précisément les consommations d'énergies directes, d'où la nécessité de recourir à une enquête complémentaire. L'introduction de quelques variables dans cette base de données permettrait de généraliser le calcul des consommations d'énergie de la même manière que nous l'avons fait pour le calcul du bilan de l'azote, du phosphore et de la potasse en 1996.

L'analyse des consommations d'énergie pour la production laitière montre que le système fourrager est un facteur à prendre en compte et qu'il interfère sensiblement sur le poste Alimentation. C'est le type Maïs dominant avec un recours important aux concentrés riches en protéines qui est le plus gros consommateur d'énergie, dont un quart pour le transport. Cette comparaison de moyennes n'est qu'une première étape ; un travail plus analytique sur la variabilité des résultats au sein de chaque type devra être engagé si nous voulons apporter des éléments utilisables pour le conseil.

Un travail conséquent sur le référentiel a été fait par le groupe Planète au moment de la mise au point de la méthode. Cependant, les références utilisées pour l'estimation des consommations d'énergie pour produire des céréales (poste Concentrés) ou une unité d'azote, de phosphore ou de potassium sont-elles encore aujourd'hui d'actualité ? Voici quelques questions qui devraient montrer l'intérêt de réunir les partenaires les plus compétents dans les différents domaines afin de proposer un référentiel national actualisé.

Cette première contribution montre l'intérêt d'appréhender les consommations d'énergie selon les systèmes d'élevage et selon les productions au sein de ces systèmes. Le groupe d'exploitations mobilisé dans cette étude est limité. Etendre cette démarche à un plus grand nombre d'exploitations des Réseaux d'Elevage permettrait de conforter les résultats et de couvrir une plus grande diversité de systèmes.

## Remerciements

Les auteurs remercient toutes les personnes des Réseaux d'Elevage qui ont en charge le suivi des exploitations et qui ont réalisé les enquêtes complémentaires sur les consommations d'énergie directe :

BRAS A. (CA 29), CADORET P. (CA 22), CORBEILLE G. (CA 62), DENEUX J.P. (CA 61), DÉSARMÉNIEN D. (CA 53), DORENOR J.C. (CA 50), DOYHENARD V. (CA64), GABORIAU L. (CA 85), GOULARD L. (CA49), GRAVET V. (CA 60), HANNEQUIN R. (CA 80), HUCHON J.C. (CA 44), JEULIN T. (CA 61), LEBRUN J.M. (CA 62), LE LAN B. (CA 56), LEGROS F. (CA 14), MÉTIVIER T. (CA 14), PLATEL D. (CA 80), RUBIN B. (IE), SABATTÉ N. (CA 72), SIMONIN V. (CA 50), TIRARD S. (CA 35), VALDÉAVÉRO H. (CA 40).

## Références bibliographiques

- CHARROIN T., PALAZON C., MADELINE Y., GUILLAUMIN A., TCHAKÉRIAN E., 2005. Le système d'information des Réseaux d'Elevage français sur l'approche globale de l'exploitation. Intérêt et enjeux dans une perspective de prise en compte de la durabilité, Renc. Rech. Ruminants, 12, 335-338.
- CHARROIN T., PERROT C., PSALMON G., LAMARCQ G., CHAMI S., LEQUENNE D., 2001. Analyse de la structure des charges des exploitations spécialisées en production de lait de vache. Application à l'élaboration d'un indice des prix des charges, Renc. Rech. Ruminants, 8, 17-20.
- MEUL M., NEVENS F., VERBRUGGEN I., REHEUL D., 2005. Energy use and energy use efficiency of specialised dairy farms in Flanders, XX International Grassland Congress, 2005.
- PERROT C., FRAYSSE J.L. 2002. Diversité des exploitations d'élevage de ruminants : principaux facteurs et éléments de quantification à partir du recensement agricole 2000. Renc. Rech. Ruminants, 9, 165-168.
- RAISON C., PFLIMLIN A. 2005. Green Dairy, Sustainable dairy systems respectful of the environment in the Atlantic Area - Action B – 2nd year - Optimisation of environmental practices in the pilot farm networks - Campaign results 2004 - 2005, November 2005.
- Réseaux d'élevage. 2005. Les systèmes bovins laitiers en France. Repères techniques et économiques. Ed. Institut de l'Elevage, 24 pp.
- RISOUD B. et al, 2002. Analyse énergétique d'exploitations agricoles et pouvoir de réchauffement global. Méthode et résultats sur 140 fermes françaises. Rapport d'étude pour l'ADEME, 100 p. + annexes