

Consommation et efficacité énergétique de différents systèmes de production agricoles avec la méthodologie PLANETE

J.-L. Bochu

Le bilan PLANETE est une méthode d'analyse énergétique globale qui prend en compte et quantifie l'ensemble des intrants utilisés ainsi que les sorties de l'exploitation agricole. Le dépouillement des résultats portant sur 463 exploitations agricoles volontaires donne des indications intéressantes.

RÉSUMÉ

La consommation d'énergie s'élève en moyenne à environ 600 équivalents litres de fuel par ha SAU. Les principaux postes de consommation sont le fuel (21%), l'électricité et l'irrigation collective (19%), les achats d'aliments du bétail (19%), les achats de fertilisants (19%), l'amortissement énergétique des matériels utilisés (9%). La consommation d'énergie est très variable selon les pratiques des agriculteurs : il faut de 4 à 23 EQF pour 100 litres de lait vendu (moyenne : 12 EQF pour 100 litres), de 100 à 300 EQF/UGB en production d'ovin viande, de 100 à 450 EQF/UGB en vaches allaitantes et de 170 à 900 EQF/UGB en bovin laitier. L'efficacité énergétique des systèmes économes en énergie est toujours meilleure que celle des systèmes intensifs. Cette variabilité des résultats illustre les marges de manœuvre possibles pour améliorer l'autonomie énergétique des exploitations.

MOTS CLÉS

Analyse énergétique, bovin, caprin, efficacité, élevage extensif, exploitation agricole, gaz à effet de serre, ovin, production laitière, production de viande, système de production

KEY-WORDS

Cattle, dairying, efficiency, energy analysis, extensive breeding, farm, goats, greenhouse-effect gas, meat production, production system, sheep

AUTEUR

Association Solagro, 75, voie du TOEC, F-31076 Toulouse cedex 3 ;
jean.luc.bochu@solagro.asso.fr

1. L'agriculture et l'énergie, l'effet de serre : des préoccupations croissantes

Aujourd'hui, le développement de l'agriculture durable impose de se poser en particulier la question de l'énergie et des émissions de gaz à effet de serre (GES) dues à l'activité agricole (LUSSON et BOCHU, 2003). L'augmentation récente du prix de l'énergie engendre un questionnement des agriculteurs. Les énergies renouvelables sont de plus en plus "à la mode", parfois avec un engouement qui dépasse la raison. Si ce contexte économique est d'une certaine manière une opportunité pour le développement des énergies renouvelables, leur mise en œuvre durable doit se faire avec, au préalable, une analyse des consommations d'énergie et une recherche d'économies. "*L'énergie la moins chère est celle que l'on ne consomme pas*", qu'elle soit renouvelable ou non.

La **méthode de l'analyse énergétique** n'est pas nouvelle. Ses premières applications en agriculture datent des années soixante-dix, au moment des premiers chocs pétroliers. La recherche en agriculture a alors analysé les consommations d'énergie de l'agriculture française, et ce jusqu'au contre-choc pétrolier de 1985. Les préconisations de l'époque portaient principalement sur la connaissance des consommations d'énergie, de carburant, par exemple dans les chantiers de préparation de semis, de récolte d'ensilage... En désuétude durant plusieurs années, l'analyse énergétique a été restaurée pour justifier de l'intérêt énergétique de la production de biocarburants, à travers le bilan comparé des filières. L'analyse globale à l'échelle de l'exploitation agricole est restée en veille en France durant plusieurs années. Les notions d'agriculture durable et de développement durable, combinées à une prise de conscience des problèmes de changement climatique et de ses liens forts avec l'énergie, ont permis de poser à nouveau **la question de la consommation d'énergie de l'agriculture et des exploitations agricoles**.

2. Présentation de la méthode du bilan énergétique PLANETE

Le bilan énergétique PLANETE a pour objectif de **quantifier à l'échelle de l'exploitation agricole** :

- La consommation totale d'énergie de l'exploitation (évaluée en équivalents litres de fuel, EQF) ;
- La répartition des énergies consommées par poste ;
- Les sorties énergétiques (contenu énergétique des produits¹).

1 : Le contenu énergétique des biomasses végétales et animales est l'énergie brute (ou valeur alimentaire), ce qui est comparable au pouvoir de combustion inférieur (PCI) des combustibles. Les valeurs, obtenues par mesure calorimétrique, sont celles des tables d'alimentation animale et humaine. Il ne faut cependant pas "réduire" l'alimentation au seul apport d'énergie. Il manque en particulier dans le système énergétique (au sens des sciences physiques) la prise en compte des énergies naturelles que sont celles du soleil (énergie lumineuse nécessaire à la photosynthèse), de l'eau (énergie de changement de phases entre liquide et vapeur, et énergie de liaison entre atomes), de l'air (température) ou du sol (énergie de liaison des éléments nutritifs absorbés par exemple).

- Une estimation des émissions de gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O) de l'exploitation agricole.

Les **principaux critères d'analyse** des résultats d'un bilan sont :

- La consommation d'énergie globale et par poste : totale, par ha SAU, en % ;

- L'énergie des productions de l'exploitation : totale, par type de production et en % ;

- Les ratios de comparaison entre énergie produite et énergie dépensée, tels que :

- le **bilan énergétique** est la différence : sorties - entrées, globalement, par ha, ou par unité spécifique ;

- l'**efficacité énergétique** est le rapport : sorties énergétiques / consommation totale d'énergie ;

- ou **toute autre unité spécifique liée à la production** (énergie dépensée par litre de lait, par kg de viande, par t de céréale...).

Les ratios de comparaison de l'énergie produite sont très liés au type de production de l'exploitation. Les productions animales sont moins productives que les productions végétales, car elles constituent un maillon ultérieur dans la chaîne alimentaire des écosystèmes.

Le ratio d'efficacité énergétique n'est utilisé ici que pour des comparaisons au sein d'une même production. Il permet de prendre en compte la variation du contenu énergétique unitaire selon la composition du produit agricole (par exemple, la valeur d'un litre de lait de vache varie de ±10% selon les taux butyreux et protéiques rencontrés sur les exploitations agricoles analysées ; de même pour les viandes, les céréales et les oléoprotéagineux).

La conception de la méthode a été formalisée par un collectif d'organismes : ENESAD, CEIPAL, CEDAPAS Nord-Pas-de-Calais, CETA Thiérache et Solagro dans le cadre d'un travail de recherche mené entre 1999 et 2002 et aidé par le département Agriculture et Agroalimentaire de l'ADEME. Des premiers résultats, sur une centaine d'exploitations agricoles, ont été produits. Ces travaux ont fait l'objet d'un rapport d'étude à l'ADEME et de plusieurs articles de vulgarisation (RISOU *et al.*, 2002 ; RISOU et BOCHU, 2002 ; BOCHU, 2001 ; BOCHU, 2002).

La méthode PLANETE **se limite volontairement à la quantification des flux d'énergies non renouvelables mobilisées pour la production agricole et à l'estimation des principales émissions de gaz à effet de serre** contribuant au pouvoir de réchauffement global (PRG) issues de l'activité agricole, à savoir le gaz carbonique (CO₂), le méthane (CH₄) et le protoxyde d'azote (N₂O) (figure 1).

L'analyse est effectuée pour une année de production. Le système analysé se limite aux entrées (les intrants, quelle que soit leur forme) et aux sorties (les produits vendus) de la ferme. Il est toutefois utile de pouvoir séparer les productions végétales des productions animales, mais très souvent les données de base ne sont pas

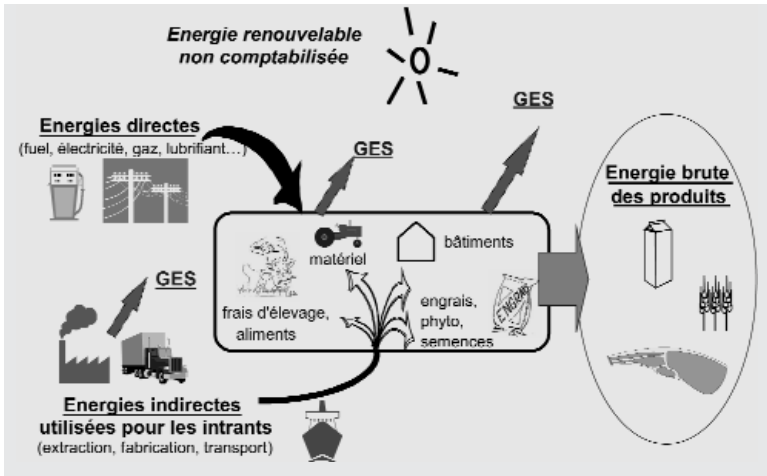


FIGURE 1 : Les flux d'énergie et les émissions de GES quantifiés dans l'analyse énergétique PLANETE (RISOUD et al., 2002).

FIGURE 1 : Energy flows and production of greenhouse-effect gas as quantified in the PLANETE energy analysis method (RISOUD et al., 2002).

suffisamment précises pour pouvoir les séparer. Il est toutefois possible de distinguer ces deux ateliers et d'analyser succinctement leurs résultats respectifs par comparaison à des exploitations de production similaire.

Depuis 2002, la méthode PLANETE est gratuitement mise à disposition auprès des utilisateurs qui en font la demande², sous la principale condition de retourner les résultats des bilans énergétiques effectués pour alimenter une base de données nationale nommée "Références PLANETE", gérée par Solagro. Cette base permet aujourd'hui à l'utilisateur de choisir parmi 40 types de production agricole, plus ou moins spécialisés et précis selon le nombre de bilans déjà effectués (minimum 10 bilans pour un type de production).

3. Les résultats globaux des bilans énergétiques PLANETE

L'analyse des résultats des bilans énergétiques a été effectuée à partir de **463 bilans** disponibles dans la base de données "Références PLANETE" en août 2004. Les exploitations présentes dans la base **ne sont pas représentatives de l'agriculture française**, puisqu'il s'agit d'agriculteurs volontaires pour réaliser un bilan sur leur exploitation. Beaucoup d'entre eux ont réalisé ce bilan PLANETE dans le cadre de formations d'agriculteurs ou de programmes d'acquisition de références.

■ Description des exploitations analysées

La "ferme moyenne" a une SAU de 75 ha, dont 21 ha de STH, 27 ha d'autres surfaces fourragères, 28 ha de COP (céréales, oléagineux, protéagineux) dont 6 ha autoconsommés par les animaux de l'exploitation. Elle a 63 UGB herbivores (27 vaches laitières, 6 vaches

2 : Lettre d'engagement à télécharger sur le site de Solagro : www.solagro.org

allaitantes et 18 brebis ou chèvres), avec des porcs et des volailles. Elle produit en moyenne 165 000 litres de lait, 20 tonnes de viande (kg vif) et 1 600 tonnes de céréales.

Les 463 exploitations sont **réparties selon les productions effectivement vendues**. L'analyse globale étant effectuée à partir des entrées et des sorties, le type de production de l'exploitation est déterminé selon la présence et/ou l'absence d'animaux ou de surfaces par catégorie, et l'existence de sorties de lait et/ou de cultures vendues (tableaux 1 et 2). Les cultures autoconsommées sont considérées comme un flux interne à l'exploitation et ne sont donc pas considérées comme une sortie. Le type de production retenu est une combinaison de ces productions.

TABLEAU 1 : Critères utilisés pour la définition du type de production dans la base PLANETE (présence / absence).

TABLE 1 : *Criteria utilized for defining the type of production in the PLANETE panel (presence / absence).*

Critère	Seuil
Lait vendu (litres)	>0
Nombre de vaches laitières	>0
Nombre de brebis / chèvres laitières	>0
Nombre de vaches allaitantes	>0
Nombre de UGB herbivores	>0
Nombre de UGB porcs	>2 ou UGB porcs + volailles < 1
Nombre de UGB volailles	>2 ou UGB porcs + volailles < 1
Surfaces COP + cultures industrielles vendues	>0
Surf. COP + cultures industrielles autoconsommées (animaux)	>0
Surf. arboriculture / maraîchage / viticulture (vente)	>0
Vente de fourrages	Si pas de SCOP + cult. indus. + arbo./mar./viti. et EQF autres > 0

TABLEAU 2 : Répartition des 463 exploitations par type de productions animales et végétales dans la base PLANETE (Solagro-PLANETE, 2004).

TABLE 2 : *Distribution of the 463 farms according to their kind of plant and animal productions in the PLANETE panel (Solagro-PLANETE, 2004).*

Les 463 exploitations se répartissent en 65 combinaisons de productions agricoles, avec des effectifs très variables. Le lait de vache est particulièrement présent dans les exploitations ayant réalisé un bilan PLANETE : 263 exploitations (57% des références PLANETE 2004) en produisent, dont 99 en bovin lait strict (la production est le lait de vache associé à la viande du troupeau lait) et 106 avec des cultures de vente (tableau 2). Ces types "bovin lait" ne peuvent pas être assimilés aux orientations technico-économiques des exploitations agricoles (OTEX) définies par le SCEES, qui sont calculées à partir des coefficients de "marge brute standard" affectés aux animaux et aux surfaces, et de la marge brute cumulée sur l'exploitation.

	Avec vente de cultures (autoconsommation partielle ou nulle)	Sans vente de cultures (autoconsommation)	Total
Bovin lait (seul élevage)	106	99	205
Bovin lait avec autres élevages de viande	38	20	58
Ovin ou caprin lait (seul ou avec autres élevages de viande)	11	25	36
Autres élevages de viande	57	37	94
Grandes cultures et autres végétaux	49	0	49
Autres cultures	21	0	21
Total	294	169	463

Face à un nombre encore insuffisant d'exploitations ayant été volontaires pour un bilan PLANETE et à la diversité des productions au sein des exploitations, nous avons regroupé les exploitations entre grandes catégories de productions :

- Les élevages autres que les Bovins laitiers sont regroupés dans une catégorie "Autres élevages".

- Les productions végétales (PV) regroupent l'ensemble des types de cultures de vente : céréales et oléoprotéagineux, cultures industrielles, maraîchage, arboriculture et viticulture. Les productions végétales spécialisées de maraîchage, d'arboriculture et de viticulture sont regroupées dans la catégorie "Autres cultures". Les exploitations de grandes cultures peuvent avoir une part de leur assolement avec ces productions.

■ Les principaux postes de consommation d'énergie

La consommation d'énergie de ces exploitations agricoles s'élève en moyenne à **618 litres équivalent fuel (EQF) par ha SAU**, soit environ 0,5 tonne équivalent pétrole. Le carburant des tracteurs ne représente que 20% de l'énergie totale. **L'énergie dépensée pour fabriquer les intrants représente en moyenne 55% du total.**

Les principaux postes de consommation d'énergie des exploitations sont :

- le fuel domestique, utilisé principalement par les tracteurs et automoteurs : 127 EQF /ha (21%) ;
- l'électricité et l'irrigation collective : 115 EQF /ha (19%) ;
- les achats d'aliments du bétail : 115 EQF /ha (19%) ;
- la fertilisation : 92 EQF /ha (15%) ;
- l'amortissement de l'énergie dépensée pour la fabrication du matériel : 55 EQF /ha (9 %).

Hors maraîchage, où l'usage de combustible pour les serres représente une part importante de la consommation totale d'énergie, ces cinq principaux postes représentent en moyenne de 80% (productions animales) à 91% (grandes cultures) de la consommation totale d'énergie des exploitations.

Les "Autres postes", avec 115 EQF par ha SAU (19% en moyenne), comprennent principalement les autres produits pétroliers (gasoil, essence, propane, lubrifiants... : 38 EQF/ha), les bâtiments agricoles (35 EQF/ha) et achats divers (plastiques, frais d'élevage, produits vétérinaires... : 22 EQF/ha). Les produits phytosanitaires, les semences et les jeunes animaux achetés représentent chacun environ 1% de la consommation totale d'énergie.

Selon les types de production, l'ensemble de ces "Autres postes" représente de 16% à 35% de la consommation totale. Le poste "Autres produits pétroliers" peut être élevé, en particulier chez les maraîchers, avec le propane. Le poste "Produits phytosanitaires" a

une valeur moyenne de 33 EQF/ha en arboriculture, maraîchage et viticulture, et de 20 EQF/ha SAU en grandes cultures. Pour les autres productions, sa valeur moyenne est inférieure à 10 EQF/ha.

■ Les émissions de gaz à effet de serre

Les émissions de gaz à effet de serre des exploitations (ou pouvoirs de réchauffement global, PRG) sont évaluées à partir des consommations d'énergie, directe et indirecte, des animaux et de la fertilisation azotée apportée aux cultures.

Les émissions de GES (tableau 3) s'élèvent en moyenne à **5,2 tonnes équivalent CO₂ (teCO₂) par ha SAU**, provenant pour 21% du CO₂, pour 45% du méthane émis par les animaux et le stockage de leurs déjections, et pour 34% du protoxyde d'azote issu de la fertilisation apportée (minérale, organique, légumineuses...) et du stockage des déjections. Les émissions moyennes sont supérieures en élevage à cause de l'importance du méthane émis par les ruminants lors de la fermentation entérique.

TABLEAU 3 : Valeurs moyennes des émissions de gaz à effet de serre des exploitations agricoles de la base PLANETE selon les productions (teCO₂/ha SAU ; Solagro, PLANETE, 2004).

	Moyenne	Elevages stricts	Grandes cultures	Cultures et élevage
CO ₂ / ha	1,08	0,94	0,98	1,27
CH ₄ / ha	2,35	2,98	0,00	2,43
N ₂ O / ha	1,74	1,90	1,04	1,77
PRG / ha	5,17	5,82	2,01	5,46

TABLE 3 : Mean amounts of greenhouse-effect gases produced by the PLANETE panel according to their productions (tons of CO₂ equivalent per ha Useable Farm Area ; Solagro, PLANETE, 2004).

Les émissions de CO₂ s'élèvent à environ 1 tonne par ha SAU, dont la moitié environ est issue de l'énergie dépensée par la fabrication des intrants utilisés, l'autre provenant de la combustion des énergies fossiles utilisées.

Les émissions de protoxyde d'azote s'élèvent à 1,7 teCO₂/ha en moyenne, les émissions les plus fortes étant constatées en élevage. La fertilisation organique et le stockage des déjections s'ajoutent en effet à la fertilisation minérale.

On constate une corrélation forte entre la consommation totale d'énergie et les émissions de GES. Plus la consommation d'énergie est élevée, plus les émissions de GES sont importantes, quelle que soit l'unité fonctionnelle prise en compte. Les émissions de GES sont tout autant variables que les consommations d'énergie.

Ces résultats doivent toutefois être nuancés par la méthode de calcul de ces émissions, élaborée à partir la méthode IPCC (1996), en la simplifiant. La connaissance actuelle des émissions de GES en agriculture permet d'envisager de nouveaux modes de calcul plus complets.

4. Les résultats de consommation d'énergie par type de production

Ces valeurs moyennes cachent une variabilité importante de la consommation d'énergie selon le type de production et surtout les pratiques adoptées par l'agriculteur.

■ Des consommations très variables selon le type de production

Les systèmes de grandes cultures sont en moyenne légèrement moins consommateurs d'énergie, de même que les systèmes "Autres élevages" (460 EQF/ha ; tableau 4). Les systèmes avec des bovins laitiers seuls ou en association avec l'élevage de viande ou avec des grandes cultures sont plus consommateurs d'énergie : plus de 570 EQF/ha, et jusqu'à 750 EQF/ha pour l'association des 3 ateli-ers, ce qui représente 25 à 30% d'énergie en sus.

TABLEAU 4 : **Consommation globale d'énergie (EQF/ha) de différents types de productions agricoles de la base PLANETE** (Solagro, PLANETE, 2004).

TABLE 4 : **Total energy consumption (EQF/ha = amount of fuel-oil equivalent) in various types of agricultural productions in the PLANETE panel** (Solagro-PLANETE, 2004).

Type de production*	Toutes les fermes	Bovin lait strict	Bovin lait + Viande	Autres élevages	Bovin lait + PV	Bovin lait + Viande + PV	Grandes cultures
Nombre de fermes	463	99	20	60	106	38	49
Fuel consommé	127	122	84	74	126	130	115
Electricité, irrigation	115	109	106	85	89	113	76
Achats aliments	118	115	184	123	96	219	0
Fertilisation	92	91	67	43	108	87	170
Matériels	55	60	49	45	59	59	45
Autres	115	91	113	95	95	138	59
Total Entrées	618	574	604	466	573	746	462

* Bovin lait : lait de vache ; Viande : tous types ; autres élevages : élevages divers hors lait de vache ; PV : productions végétales vendues

On trouve la plus faible consommation de fuel domestique dans le système "autres élevages" (70 EQF/ha) et la plus forte dans les systèmes avec bovins laitiers (120 à 130 EQF/ha). Ces derniers sont aussi les plus consommateurs d'énergie pour l'électricité et l'irrigation (100 à 120 EQF/ha). Enfin, l'énergie dépensée pour la fabrication des engrais minéraux est plus faible dans les systèmes d'élevage (de l'ordre de 50 à 100 EQF/ha en moyenne) et elle est au moins deux fois plus importante en grandes cultures. Bien évidemment, ces derniers systèmes n'achètent pas d'aliments du bétail (100 à 200 EQF/ha), ce qui leur permet une plus faible consommation globale d'énergie. Enfin, l'amortissement énergétique du matériel agricole est relativement homogène selon les systèmes (de l'ordre de 50 EQF/ha).

TABLEAU 5 : **Moyennes et extrêmes observés pour chacun des critères de consommation d'énergie et pour l'efficacité énergétique des systèmes de production "Bovins lait strict" de la base PLANETE** (Solagro-PLANETE, 2004).

TABLE 5 : **Means and extreme values observed for each of the criteria of energy consumption and energy efficiency in the 'Pure dairy cattle' systems in the PLANETE panel** (Solagro-PLANETE, 2004).

	Moyenne	Mini	Maxi	Ecart-type
Consommation énergétique :				
- EQF/ha SAU	576	167	1998	306
- EQF/UGB	435	169	909	169
- EQF/100 litres de lait vendu	12,4	3,7	22,7	4,1
Efficacité énergétique (sorties / entrées)	0,94	0,34	1,93	0,34

■ Des consommations très variables selon les pratiques agricoles

La consommation d'énergie varie fortement entre les exploitations d'un même type de production.

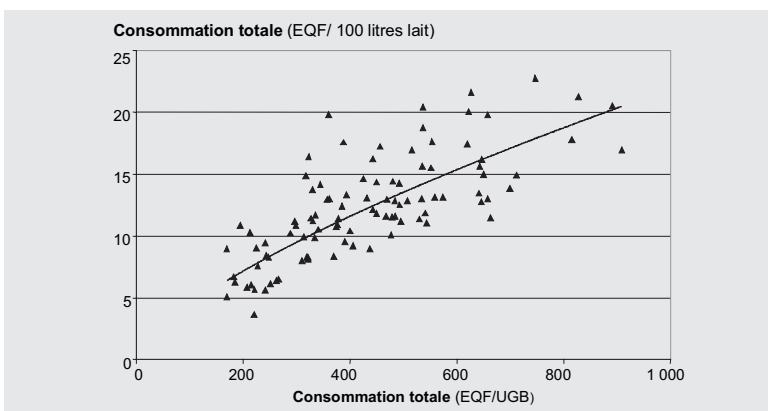
Par exemple, en "Bovin lait strict", la variabilité des résultats de la consommation d'énergie des exploitations est, selon les unités fonctionnelles choisies (tableau 5) :

- de 200 à 2 000 EQF/ha SAU ;
- de 200 à 900 EQF/UGB ;
- de 4 à 23 EQF pour 100 litres de lait vendu.

Il y a un lien très fort entre ces trois unités fonctionnelles. La consommation par hectare SAU est d'autant plus élevée que la consommation par UGB augmente. **Les critères "consommation pour 100 litres de lait", "consommation par UGB" et "efficacité énergétique" sont corrélés entre eux** (figure 2).

FIGURE 2 : Corrélation entre consommation d'énergie par UGB et par 100 litres de lait dans la base PLANETE (Solagro, PLANETE, 2004).

FIGURE 2 : Correlation between energy consumption per L.U. and per 100 l milk produced in the PLANETE panel (Solagro-PLANETE, 2004).



■ Quelques résultats pour les autres productions d'élevage

Les résultats obtenus pour les autres élevages de ruminants sont conformes aux attentes. La production de viande (vaches allaitantes, ovins viande) est en général plus extensive que la production de lait de vache (tableau 6), ce qui se traduit par des consommations d'énergie par hectare et par UGB plus faibles.

En lait de brebis ou de chèvres, les systèmes sont également plus extensifs (chargement de 0,7 UGB/ha), ce qui se traduit dans la

TABLEAU 6 : Consommations d'énergie et efficacité énergétique des élevages de vaches allaitantes, d'ovins viande et d'ovins ou caprins lait de la base PLANETE (Solagro, PLANETE, 2004).

TABLE 6 : Energy consumption and energy efficiency of the suckler cow farms, mutton farms, and ewe and goat milk producing farms in the PLANETE panel (Solagro-PLANETE, 2004).

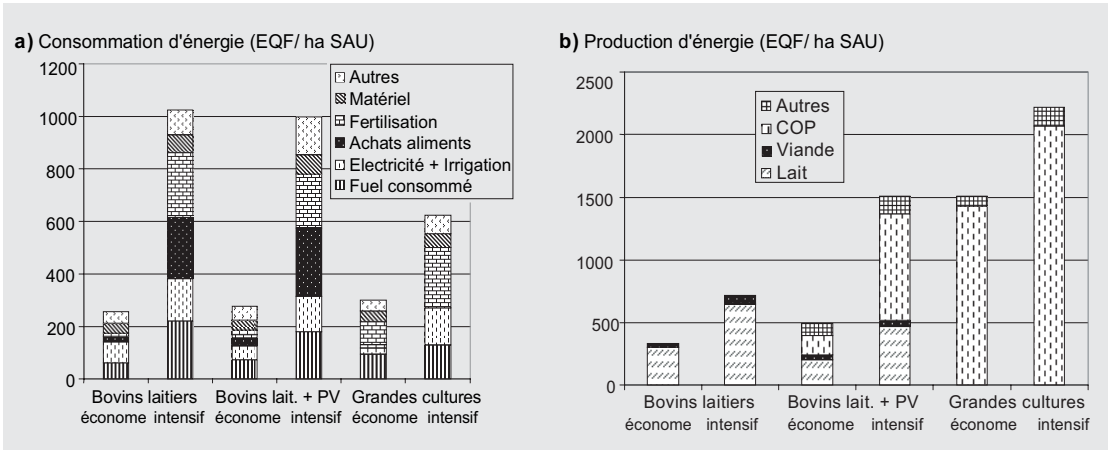
	Vaches allaitantes	Ovins viande	Ovins / caprins lait
Nombre de fermes	15	17	12
EQF / ha SAU	261	238	392
EQF / UGB	237	227	587
Efficacité énergétique	0,43	0,43	0,34
EQF / kg vif ou / 100 litres lait	1,52	1,03	51

consommation d'énergie par hectare. En revanche, les consommations par UGB ou pour 100 litres de lait sont plus élevées que celles en Bovins lait.

Cependant, ces résultats sont à relativiser compte tenu du faible nombre d'exploitations de ces productions volontaires pour un bilan énergétique PLANETE.

5. Des systèmes "économes" et des systèmes "intensifs" en énergie

Nous avons classé les exploitations selon le critère de la consommation d'énergie par hectare SAU et effectué une moyenne sur des groupes de 20 exploitations. Les systèmes les plus économes en énergie consomment, quelles que soient les productions, entre 250 et 300 EQF/ha SAU (figure 3a). Les systèmes intensifs en énergie consomment environ 600 EQF/ha en Grandes cultures et près de 1 000 EQF/ha SAU en présence de bovins laitiers, ce qui représente des écarts moyens de 1 à 2 en Grandes cultures et de 1 à 4 en Bovins lait.



L'économie d'énergie entre les systèmes "économes" et les systèmes "intensifs" de chaque type de production est constatée sur tous les postes. Par exemple, la consommation de carburant des tracteurs est divisée par 3 en élevage dans les systèmes économes (respectivement 61 et 219 EQF/ha) et est diminuée de 30% en grandes cultures (94 et 130 EQF/ha). Les achats de fertilisants, quasiment inexistantes en Bovin lait économe (9 EQF/ha), atteignent des valeurs de plus de 200 EQF/ha en système intensif. En Grandes cultures, la consommation d'énergie du poste fertilisation s'élève à 100 EQF/ha en système économe et à 230 EQF/ha en système intensif.

Les systèmes économes en énergie présentent **un ensemble de pratiques** à l'échelle de l'exploitation **qui réduit le recours aux intrants de tous types** : limitation du travail du sol en réduisant les cultures annuelles ou en ayant un assolement à base de prairies temporaires ou naturelles en élevage par exemple, autonomie technique en alimentation des animaux et en fertilisation, par exemple en développant les protéagineux et les légumineuses fourragères...

FIGURE 3 : Consommation (a) et production (b) d'énergie des systèmes "économes" et "intensifs" de différents types de production de la base PLANETE (Solagro, PLANETE, 2004).

FIGURE 3 : Consumption (a) and production (b) of energy in the 'energy-saving' and in the 'intensive' systems of various types of production in the PLANETE panel (Solagro-PLANETE, 2004).

On peut penser que ce surplus d'énergie consommé par les fermes "intensives" se traduit par une augmentation de la production agricole. Les fermes intensives en énergie engendrent des sorties d'énergie³ plus importantes : 2 fois plus en Bovins lait, 3 fois plus en Bovins lait + grandes cultures, et 1,5 fois plus en Grandes cultures (figure 3b).

Toutefois, cette augmentation des sorties n'est pas proportionnelle à celle de la consommation d'énergie. **L'efficacité énergétique des systèmes économes en énergie est toujours meilleure que celle des systèmes intensifs :**

- en Bovins lait, l'efficacité énergétique de ces 2 types de systèmes est respectivement de 1,3 et 0,7, soit un gain de 85%, ce qui se traduit par une consommation d'énergie de 8,8 EQF et de 14,9 EQF pour 10 litres de lait vendu.

- en Grandes cultures : les efficacités énergétiques sont respectivement de 5,0 et 3,5 soit un gain de 40%.

- en Bovins lait et productions végétales vendues, respectivement 1,8 et 1,5, soit un gain de 20%. Dans ce système mixte, le faible écart d'efficacité énergétique entre les "économes" et les "intensifs" s'explique par une proportion plus importante de céréales vendues. Il sera nécessaire d'approfondir dans l'avenir l'analyse des résultats de ce type de production en séparant les deux ateliers lait et cultures de vente, afin d'évaluer les consommations d'énergie par unité spécifique dans ces exploitations mixtes, et de pouvoir les comparer aux exploitations en production spécialisée.

Conclusions

L'analyse énergétique PLANETE a d'abord été conçue pour réaliser un diagnostic des consommations d'énergie sur une exploitation agricole. La comparaison des résultats de l'exploitation avec les références obtenues pour des productions similaires permet de mieux identifier les écarts de consommation pour chacun des postes.

Les résultats des bilans effectués jusqu'en 2004 permettent de donner dans un premier temps des repères de consommation d'énergie en agriculture (par ha, par production...) et surtout montrent une très grande variabilité des impacts des pratiques agricoles : l'énergie consommée par ha SAU, par UGB ou par unité produite peut en effet varier d'un facteur 4 à 10 selon les productions. Ces résultats montrent ainsi qu'il y a des marges de progrès techniques et économiques à rechercher dans chaque système de production.

L'analyse énergétique PLANETE est un outil simple et de mise en œuvre "rapide". Il permet une analyse globale de l'exploitation agricole, sous l'angle unique de l'énergie, qui se matérialise par un profil énergétique (consommation totale et par postes). C'est un outil de constatation des pratiques de l'agriculteur, qui peut aussi être utilisé

3 : Rappelons que les sorties d'énergie cumulent dans ces exploitations l'énergie du lait, de la viande et celles des céréales produites, sur la base de leurs valeurs alimentaires respectives.

en simulation si on y introduit les données nécessaires. Il doit bien évidemment être complété par des approches économiques, sociales et environnementales (eau, sol, biodiversité...) de l'exploitation, en particulier dans le cadre de l'élaboration de plans d'action.

Les limites de l'analyse PLANETE sont en lien avec l'objectif initial de la construction de la méthode : un accès rapide aux données à collecter chez les agriculteurs (fiabilité, disponibilité), l'élaboration de coefficients énergétiques unitaires sur une base nationale (en relation avec les données disponibles chez les agriculteurs, comme par exemple le mode de transport des intrants et leur distance...), et une exhaustivité des postes de consommation d'énergie en agriculture.

Les résultats disponibles ne concernent cependant qu'une partie des types de productions agricoles. Les exploitations qui ont réalisé un bilan PLANETE ne représentent pas l'agriculture française et ses productions dans les différentes zones géographiques. Les résultats obtenus ne peuvent donc pas être généralisés à la France (ou tout autre territoire). La diversité des exploitations présentes et leur multiplicité permet en revanche d'envisager les progrès potentiels dans la réduction des consommations d'énergie. Une étude en cours avec l'ADEME a pour objectif de compléter les références disponibles et d'analyser de manière approfondie les liens entre la consommation d'énergie, les systèmes et les pratiques économes en énergie.

Ces résultats permettront à terme de présenter un plus grand choix de comparaisons de productions et des actions à proposer aux agriculteurs pour modifier leurs pratiques vers une meilleure autonomie énergétique de leur exploitation agricole.

Intervention présentée aux Journées de l'A.F.P.F.,
"Prairies, élevage, consommation d'énergie et gaz à effet de serre",
les 27 et 28 mars 2006.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOCHU J.-L. (2001) : "L'analyse énergétique : un outil pour mesurer l'autonomie des exploitations agricoles", *Journées techniques Elevage 2001*, ITAB, 56-58.
- BOCHU J.-L. (2002) : "PLANETE : méthode pour l'analyse énergétique des exploitations agricoles et l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre", *Colloque national : Quels diagnostics pour quelles actions agroenvironnementales ?*, 10 et 11 octobre, Solagro, 68-80.
- IPCC (1996) : Guidelines for national greenhouse gas inventories ; <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.htm>
- LUSSON J.-M., BOCHU J.-L. (2003) : *Economiser l'énergie et développer les énergies renouvelables à la ferme, Cahier technique de l'agriculture durable*, Réseau Agriculture Durable, Solagro, octobre 2003, 60 p.
- RISOUD B., BOCHU J.-L. (2002) : "Bilan énergétique et émission de gaz à effet de serre à l'échelle de la ferme", *Alter Agri*, n°55, septembre - octobre 2002, 10-13.
- RISOUD B. (coord.) 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.
- Solagro-PLANETE (2004) : Document interne, Solagro.

SUMMARY

Energy consumption and efficiency in different systems of agricultural production according to the PLANETE method

PLANETE is a global method of energy analysis taking into account and quantifying all the inputs and outputs of a given farm. The results, coming from 463 voluntary farms, give interesting indications. On an average, the consumption of energy amounts to about 600 l of fuel-oil equivalent (EQF) per ha of useable farm land. The main sources concern fuel-oil (21%), electricity and collective irrigation (19%), the purchase of animal feeds (19%), the purchase of fertilizers (19%) and the paying-off of equipment used (9%). The consumption of energy varies a lot with farmers' practices : from 4 to 23 EQF for 100 l milk sold (average : 12 EQF for 100 l), from 100 to 300 EQF per L.U. in mutton production, from 100 to 450 EQF per L.U. with suckler cows, and from 170 to 900 EQF per L.U. with dairy cattle. The energy efficiency of energy-saving systems is always better than that of intensive systems. The variability of these results illustrates the existing potential for improving the energy autonomy of the farms.