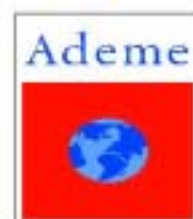




Projet de programme AGRICULTURE/ENERGIE BRETAGNE

mai 2006

Avec la participation financière de :



Introduction

La question de l'énergie appliquée à l'agriculture présente un intérêt grandissant du fait des orientations politiques actuelles définies à différents niveaux :

- Mondial : le protocole de Kyoto fixe à la France l'objectif de maintenir ses émissions de gaz à effet de serre en 2010 au niveau de celles de 1990.
- Européen : la réforme de la PAC de 2003 qui commence à s'appliquer en 2005 constitue un véritable tournant pour l'agriculture. Les nouvelles mesures, DPU, découplage, éco-conditionnalité peuvent modifier fondamentalement les choix stratégiques des agriculteurs : orientation vers des cultures non alimentaires ou apportant plus d'autonomie en protéine et en énergie. De plus, l'Union Européenne a publié plusieurs directives en faveur de la maîtrise de l'énergie et des énergies renouvelables, que les états membres doivent retranscrire et appliquer.
- Français : la France a pris l'engagement de produire 21% de son électricité à partir d'énergies renouvelables en 2010 ; le gouvernement vient d'annoncer un plan visant à tripler la production des biocarburants d'ici 2007 (450 000 t/an à 1 250 000 t/an).

Lors des commissions départementales des quatre Chambres d'Agriculture qui se sont tenues en début 2005, la thématique de l'énergie a été citée comme une priorité pour les années à venir. Les éléments de contexte cités ci-dessus alliés à l'augmentation du prix du baril de pétrole ainsi que la perspective du maintien d'un cours élevé ont contribué à marquer les esprits.

En Bretagne et dans chaque département breton, des initiatives existent, dont certaines depuis plusieurs années :

- autour de la filière bois avec le « plan bois énergie »,
- les travaux de l'association AILE (partenariat FRCUMA / ADEME).....

Depuis deux ans, on peut constater une émergence forte d'initiatives locales autour de cette thématique. Plusieurs groupes pilotes d'agriculteurs ont initié des projets, sollicitant du même coup plus d'informations et plus de conseils sur ce sujet nouveau

Dans un tel contexte, il est apparu nécessaire d'initier pour la Bretagne une démarche globale sur cette thématique. En 2005, les Chambres d'Agriculture de Bretagne et l'association AILE se sont associées dans le présent projet avec un objectif partagé : **dresser un inventaire des propositions d'avenir en matière d'énergie adapté aux réalités de l'agriculture bretonne.**

Cette étude a été suivie par un comité de pilotage composé des deux organismes porteurs du projet et des financeurs : l'ADEME, le Conseil Régional de Bretagne et la DRAF. Elle a été réalisée par un chargé d'études : Monsieur Sébastien Huet (recruté en CDD) qui a été encadré par Mr Louis Jestin, chef du pôle agronomie Productions Végétales pour le compte des Chambres d'Agriculture de Bretagne et par Madame Armelle Damiano, responsable biomasse à AILE. Cette étude intègre non seulement les conclusions d'un voyage d'étude en Allemagne et d'une analyse bibliographique sur le sujet mais aussi les propositions émanant des réunions avec les principaux réseaux agricoles bretons (Chambres d'Agriculture de Bretagne, CUMA, CIVAM, CERAFEL) et d'entretiens individuels avec plusieurs professionnels de l'énergie. Les comptes-rendus des comités de pilotage, des réunions et des entretiens sont présentés en annexe du rapport

Le rapport comprend deux parties :

La première partie présente un inventaire, lui-même divisé en deux sous-parties : un état des lieux du couple « agriculture/énergie » pour la Bretagne et la présentation de l'éventail des techniques applicables.

La seconde partie regroupe des propositions d'actions sous forme de fiches-actions (36 au total), base possible d'un projet de programme « Agriculture/Energie Bretagne »

Sommaire

I. Inventaire

L'état des lieux

- L'état des lieux de l'énergie en Bretagne p 9
 - La consommation de l'énergie en Bretagne p 9
 - La production d'énergie en Bretagne en 2005 p 12
 - La balance énergétique régionale : un déficit important p 13
- L'état des lieux de l'énergie en agriculture en Bretagne p 14
 - La consommation d'énergie par l'agriculture bretonne p 14
 - La production d'énergie par l'agriculture bretonne p 25
 - Conclusions p 27

Les différentes techniques applicables

- Technique d'économie d'énergie p 28
 - Le diagnostic énergétique de l'exploitation agricole p 28
 - Le carburant p 31
 - Les serres p 36
 - La chaleur dans les bâtiments volailles p 38
 - L'électricité et la chaleur en bâtiment porcs p 39
 - L'électricité dans les bâtiments bovins p 41
- Techniques de production d'énergie par l'agriculture p 43
 - La production de biocarburants p 43
 - La production de chaleur p 50
 - L'électricité p 67
 - Electricité et chaleur : la cogénération p 69

Les bases pour définir un programme de recherche et de développement

- Les économies d'énergie p 74
- La production d'énergie pour l'agriculture p 77
- La production d'énergie pour les autres secteurs p 79

II. Fiches actions

Economies d'énergie

- Le diagnostic PLANETE p 91
- Mise au point d'un outil complémentaire de diagnostic énergétique p 93
- Sensibilisation, information et conseils aux agriculteurs sur l'énergie p 95
- Observatoire agriculture / énergie de la profession agricole p 97
- Promotion des stratégies, des techniques, des pratiques visant à maîtriser la consommation de fioul des tracteurs p 101
- Acquisition de références sur les consommation de carburant selon les usages p 103
- Banc d'essai diagnostic tracteurs p 105
- Optimiser les installations en serres p 107
- Adapter les conduites culturales en serres p 109
- Explorer les sources d'énergie alternatives en serres p 111

▪ Concept de serres fermée et système de capteurs d'énergie	p 113
▪ Rénovation et maintenance des bâtiments volailles chauffés existants	p 115
▪ Rénovation et maintenance des bâtiments porcs chauffés	p 117
▪ Les récupérateurs de chaleur sur l'air extrait des porcheries	p 119
▪ La pompe à chaleur géothermale en porcherie	p 121
▪ Optimiser les installations existantes en élevage laitier	p 123
▪ Installer des récupérateurs de chaleur sur le condenseur du tank à lait	p 125
▪ Installer des pré-refroidisseurs de lait	p 127
▪ Optimiser les installations en élevage de veaux de boucherie	p 129

Production d'énergie

▪ L'huile végétale pure	p 133
▪ Le colza Diester	p 135
▪ Le bio-éthanol	p 137
▪ Le biogaz carburant d'origine agricole	p 139
▪ Le bois énergie	p 141
▪ Le bois plaquette en agriculture	p 143
▪ Le bois plaquette pour les collectivités	p 145
▪ Les TTCR de saules	p 147
▪ Le bois bûche	p 149
▪ Le granulé énergie	p 151
▪ Les cultures énergétiques annuelles	p 153
▪ Les cultures énergétiques pérennes	p 155
▪ Les Chauffe-eaux solaires	p 157
▪ Le séchage solaire en grange	p 159
▪ La combustion de fumier de volaille	p 161
▪ La cogénération dans les serres	p 163
▪ La méthanisation avec cogénérisation	p 165
▪ L'éolien électrique	p 167
▪ Le photovoltaïque	p 169
▪ La pompe à eau à énergie renouvelable	p 171

I. INVENTAIRE

1 Etat des lieux

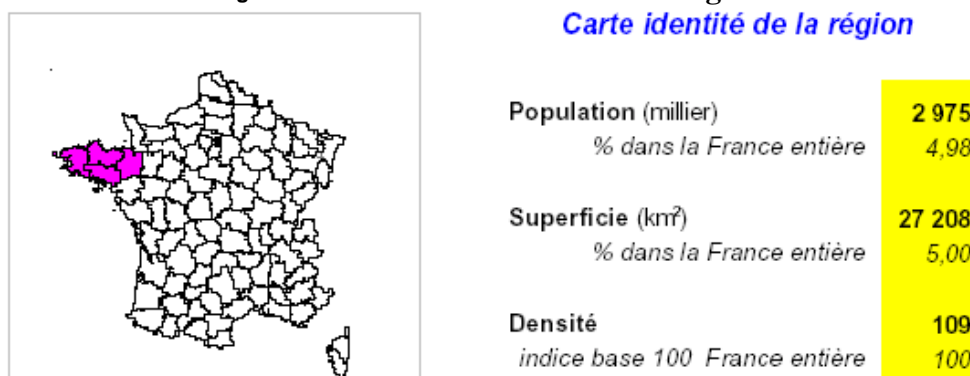
1.1 L'état des lieux de l'énergie en Bretagne

L'état des lieux du présent rapport s'appuie sur les chiffres clés de l'énergie en Bretagne qui proviennent de l'EPER (Etude de Programmation Energétique Régionale) parue en 2003 à partir de données de 1999

1.1.1 La consommation de l'énergie en Bretagne

Selon l'Etude de Programmation Energétique régionale, parue en avril 2003, la Bretagne a consommé 6742 ktep (kilo tonne équivalent pétrole) en 1999, soit environ 4% de la consommation énergétique française pour 5 % de la population.

Figure 1 Carte d'identité de la Bretagne en 2002



La consommation d'énergie en Bretagne est de 2.26 tep/habitant. Elle se situe à un niveau plus faible que la moyenne nationale : 2.6 tep/habitant. L'écart se situe principalement au niveau du secteur industriel qui est peu « énergétivore ». En effet, l'industrie bretonne ne comprend pas de branche industrielle lourde demandant beaucoup d'énergie pour produire une unité de bien de production. Elle se focalise surtout sur des secteurs aux consommations unitaires faibles : agroalimentaire, papier – cartons, automobile, ...

↳ Les chiffres clés de la consommation d'énergie

Le tableau 1 détaille la consommation d'énergie en Bretagne selon les ressources énergétiques et les secteurs d'activités.

Tableau 1 Répartition de la consommation énergétique bretonne par ressources et par secteurs d'activités

Année 1999	Selon les ressources			Selon les secteurs	
Produits pétroliers	3586	53 %	Résidentiel	2423	36 %
Electricité	1570	23 %	Transport	2241	33 %
Gaz naturel	1004	15 %	Industriel	825	12 %
Bois	302	4 %	Tertiaire	792	12 %
Charbon	237	4 %	Agriculture	461	7 %
Réseau de chaleur	44	1 %			
TOTAL	6742	100 %	TOTAL	6742	100 %

Source EPER 2003¹

- Les produits pétroliers sont la principale source d'énergie utilisée en Bretagne (53 %), loin devant l'électricité (23 %) puis le gaz naturel (15 %). La majeure partie de leur consommation est le fait du secteur des transports, dont une part importante correspond au transport des produits agricoles ou des intrants destinés à l'agriculture.
- C'est le secteur résidentiel qui est le plus grand consommateur d'énergie : 36 %, dans une proportion légèrement supérieure à celle enregistrée par le secteur des transports (33 %).
- L'agriculture consomme 461 ktep, soit 7 % de la consommation énergétique régionale. Cette part peut paraître faible en regard des autres secteurs. Malgré tout, cette part est plus importante que le pourcentage d'énergie consommé par l'agriculture française (5 %). Ce chiffre s'explique par le poids de l'agriculture bretonne dans l'économie régionale.

Tableau 2 Répartition de la consommation énergétique bretonne selon les usages. (en ktep)

chaleur/ECS	2 670	39,6 %
Carburant	2 502	37,1 %
électricité	1 570	23,3 %
Bretagne	6 742	100,0 %

Source EPER 2003²

- Enfin, comme l'indique le tableau 2 ci-dessus, l'énergie est essentiellement utilisée en Bretagne sous la forme de chaleur (39,6 % de la consommation régionale) et de carburant (37,1 %).

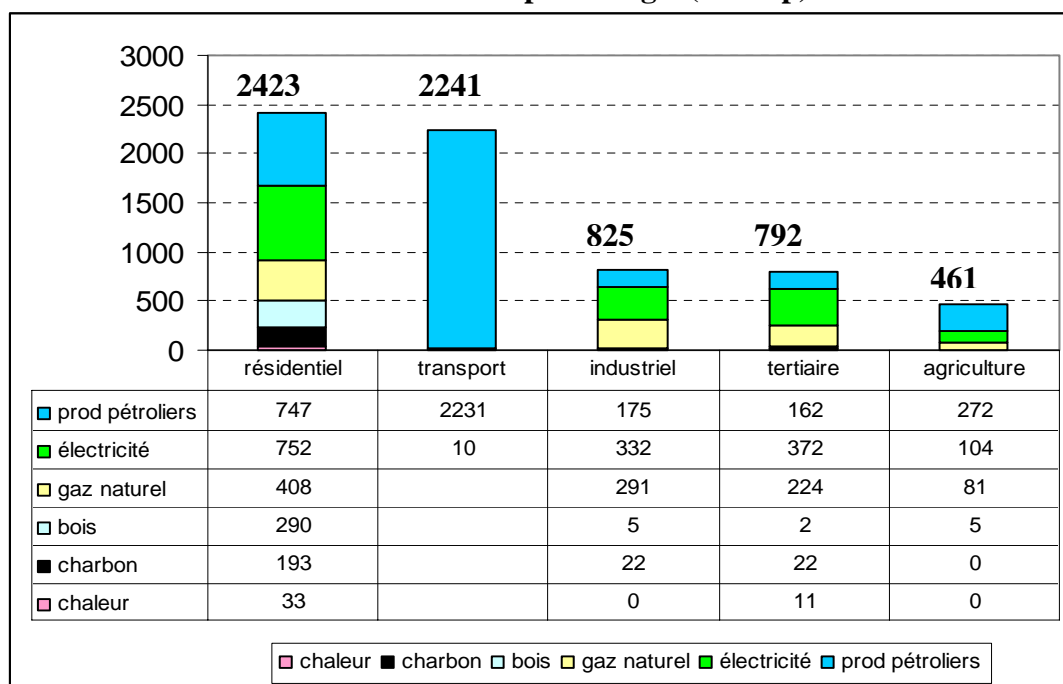
↳ Analyse détaillée des principales sources énergétiques consommées dans les différents secteurs d'activité régionaux

Une analyse détaillée et croisée des consommations énergétiques bretonnes par secteur d'activités met en évidence des fortes disparités en terme de ressources.

¹ EPER : Etude de Programmation Energétique Régionale, chiffres 1999, parution 2003

² EPER : Etude de Programmation Energétique Régionale

Figure 2 Répartition des consommations énergétiques bretonnes par secteur d'activité et par énergie (en ktep)



Source : EPER 2003

- **Le secteur résidentiel consomme 2 423 Ktep**, soit 36 % de la consommation bretonne. C'est le premier secteur consommateur d'énergie. Les deux principales ressources énergétiques utilisées sont l'électricité, les produits pétroliers à part pratiquement égale. En troisième position vient le gaz naturel, puis les autres sources : le bois, le charbon, les réseaux de chaleur. Il est important de noter que la grande majorité de l'énergie utilisée dans ce secteur a une finalité de chauffage (72 %).
- **Le secteur des transports consomme 2 241 Ktep**, soit sensiblement la même quantité d'énergie que le secteur résidentiel. En revanche, il n'utilise pratiquement que des produits pétroliers, dévolus majoritairement au transport routier, et un peu d'électricité (transport ferroviaire).
- **Les consommations énergétiques du secteur industriel (825 Ktep) et du secteur tertiaire (792 Ktep) se situent au même niveau.** Ce sont l'électricité et le gaz naturel qui arrivent en tête dans ces secteurs, puis les produits pétroliers et très loin derrière les autres sources : le charbon, le bois, les réseaux de chaleur
- **L'agriculture consomme 461 ktep.** Près de 60 % de cette consommation concerne les produits pétroliers, les 40 % restant se répartissant essentiellement entre l'électricité et le gaz naturel. Le bois n'est utilisé comme ressource énergétique au niveau de l'activité de production agricole que pour le chauffage des serres. La Bretagne compte 5 serres chauffées au bois. Par contre les agriculteurs consomment du bois pour le chauffage de leur habitation, mais celui-ci est comptabilisé dans le secteur résidentiel.

Cet état des lieux de la consommation énergétique en Bretagne en 1999 met en évidence les points suivants :

Le poids des produits pétroliers

L'importance de deux secteurs : le résidentiel et les transports

La part plus faible des trois secteurs économiques : agriculture, industrie, tertiaire

La part de l'agriculture : 7 %, même si elle peut paraître faible, elle représente en valeur absolue un montant non négligeable.

1.1.2 La production d'énergie en Bretagne en 2005

La région Bretagne produit 361.4 ktep par an, soit une part infime de la production nationale estimée à 138 000 ktep³. La production d'énergie régionale représente par ailleurs environ 5 % de la consommation bretonne.

L'analyse de la production d'énergie est présentée selon les trois principaux usages :

- **La production de chaleur est estimée en Bretagne à 264 ktep.** La chaleur produite est principalement issue de la biomasse, notamment du bois énergie. Une étude, publiée par l'Agreste en décembre 2000, estime la production de bois de feu à 1.7 millions de stères pour une consommation de 2.8 millions, soit 61 % de la consommation de bois de chauffage. Toutefois, en raison des nombreuses hypothèses émises, il faut considérer ce chiffre comme un minimum plutôt que comme une référence. Le prélèvement annuel de bois de chauffage effectué dans les forêts et haies bretonnes est ainsi compris entre 1.7 et 2.5 millions de stères, soit entre 180 et 260 ktep. Dans la présente étude, nous retiendrons une valeur moyenne de 220 ktep/an. Ce bois est principalement valorisé sous forme de bûche. Récemment, dans le cadre du plan Bois Energie Bretagne, on peut diagnostiquer que 114 chaudières automatiques au bois déchiquetés ont été installées dans les collectivités et chez des agriculteurs, représentant une puissance installée de 30 MW environ (évaluation de fin 2005). Néanmoins, cette consommation (et donc la production du combustible qui est exclusivement régionale) reste anecdotique par rapport à la consommation de bois de chauffage sous forme de bûches par les ménages bretons. Par ailleurs, les réseaux de chaleurs alimentés par les ordures ménagères, comme celui de Villejean à Rennes, représentent la quasi-totalité des 44 ktep consommées sous cette forme.
- **La production bretonne d'électricité est de 79.4 ktep**, soit 5 % de la consommation électrique. La plus grande unité de production bretonne d'électricité est l'usine marémotrice de la Rance (240 MW), secondée dans les périodes de pointes par les turbines à combustion de Brennilis et Dirinon (490 MW de puissance disponible en pointe). L'énergie hydraulique (barrage de Guerlédan, Rophémel...) offre une puissance installée de 40 MW répartie principalement entre les départements des Côtes d'Armor, du Finistère et du Morbihan. L'énergie éolienne, s'est également développée en Bretagne ces dernières années et la puissance installée atteint aujourd'hui 43 MW, soit une production de près de 7.4 ktep⁴
- **La production bretonne de carburant est estimée à 18 ktep.** Il convient de signaler que cette évaluation est très optimiste car elle intègre la production des 16 000 Ha de colza breton destinés à la production de diester réalisée dans des usines situées hors de la région Bretagne et quelques centaines d'ha de colza de litres d'Huiles Végétale Pure (HVP).

³ Ministère de l'industrie, 2001

⁴ 43 MW et 2000 h de fonctionnement

**La région Bretagne produit peu d'énergie (~361 ktep).
73 % de cette énergie est délivrée sous forme de chaleur
61 % provient de l'exploitation du bois.**

1.1.3 La balance énergétique régionale : un déficit important

L'examen de la balance énergétique régionale, tel que présentée dans le tableau 3, laisse apparaître un déficit important pour les trois usages de l'énergie.

Tableau 3 le déficit énergétique breton (ktep)

	consommation	production	Déficit	
Bretagne	6 743	361	6 382	95 %
Carburant	2 503	18	2 485	99 %
chaleur/ECS	2670	264	2406	90 %
électricité	1 570	79	1 498	95 %

Source : adaptation EPER 2003

- Le déficit énergétique le plus important concerne l'approvisionnement en carburant. En effet, la région est dépendante de l'extérieur pour la quasi-totalité de son approvisionnement en carburant, soit près de 2 500 ktep. La production régionale est très faible pour un poste qui constitue un des postes majeurs de la consommation d'énergie. La sécurisation de l'approvisionnement en carburant de la Bretagne et la recherche d'énergie substituable sont donc des enjeux majeurs pour la Bretagne, d'autant plus que l'approvisionnement actuel en produits pétroliers est soumis aux aléas géopolitiques étrangers ainsi qu'à la perspective de l'épuisement de la ressource (le pic de consommation devrait intervenir dans 40 ans selon certains spécialistes, encore moins selon d'autres).
- La Bretagne est également fortement déficitaire en chaleur. Elle produit toutefois 10 % environ de ses besoins. Ceci est consécutif à une utilisation traditionnelle du bois pour le chauffage des habitations. En effet, en Bretagne, 1/3 des ménages se chauffent totalement ou partiellement au bois. De plus, il s'agit de la filière d'énergie renouvelable qui a été la plus soutenue depuis plusieurs années par les pouvoirs publics (Plan Bois Energie Bretagne). Malgré cela, le niveau absolu du déficit reste très élevé, à un niveau sensiblement identique à celui enregistré pour le carburant.
- La situation géographique péninsulaire de la région et les choix passés en matière de politique énergétique (refus du nucléaire en Bretagne, par exemple), conduisent à une situation de dépendance électrique vis-à-vis du reste du pays et de l'étranger. La quasi-totalité de l'électricité consommée en Bretagne est acheminée du reste de la France (Val de Loire et Flamanville, tout particulièrement). La production de la région est faible et est située à l'est de la région. L'acheminement de l'énergie électrique sur l'ensemble de la région représente ainsi un enjeu stratégique, d'autant plus que la consommation d'électricité augmente fortement (+ 4 à 5 %/an) et plus rapidement en Bretagne qu'à l'échelle nationale (+ ~3 %). Par ailleurs, le réseau breton arrive bientôt à saturation, notamment en période de pointe. Ceci est principalement dû à une présence de plus en plus forte du chauffage électrique dans l'habitat et le tertiaire. Face à cette situation, la région devra impérativement réagir dans les 10 ans qui

viennent. Si la consommation augmente encore avec aussi peu de production qu'aujourd'hui, il faudra renforcer le réseau par d'autres lignes. Pour autant, des actions pour limiter la demande en heure de pointes seront nécessaires tout comme l'émergence d'unités décentralisées de production continue d'électricité et des mesures d'économies de la consommation.

Le déficit énergétique de la Bretagne est très important sur les trois usages : le carburant, la chaleur et l'électricité. Le développement de la production d'énergie en Bretagne pour l'ensemble de ces usages est un enjeu majeur pour la Région demain L'agriculture pourra prendre une part active.

1.2 L'état des lieux de l'énergie en agriculture en Bretagne

La première partie a mis en évidence le déséquilibre entre l'offre et la demande d'énergie à l'échelle régionale. La deuxième partie présente un diagnostic plus précis sur la situation de l'énergie en agriculture.

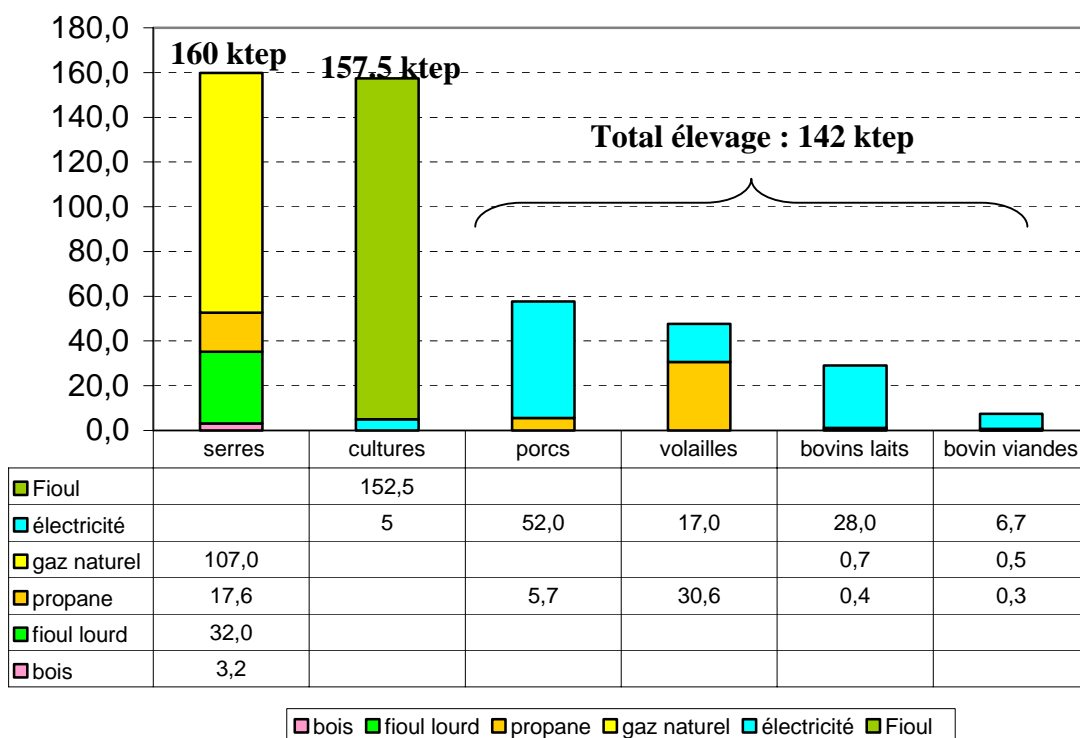
1.2.1 La consommation d'énergie par l'agriculture bretonne

Le diagnostic sur la consommation d'énergie par l'agriculture repose pour partie sur l'EPER (Etude de Programmation Energétique Régionale de 2003) et pour partie sur une réactualisation réalisée dans le cadre de la présente étude en concertation avec l'ADEME et les Organisations Professionnelles Agricoles. Cette réactualisation aboutit à un chiffre voisin des données de l'EPER : 459 ktep au lieu de 461 ktep.

↳ Analyse de la consommation d'énergie des différentes filières agricoles

La figure 3 présente la décomposition de la consommation énergétique bretonne dans les principales filières agricoles.

Figure 3 répartition des consommations énergétiques au sein de l'agriculture bretonne



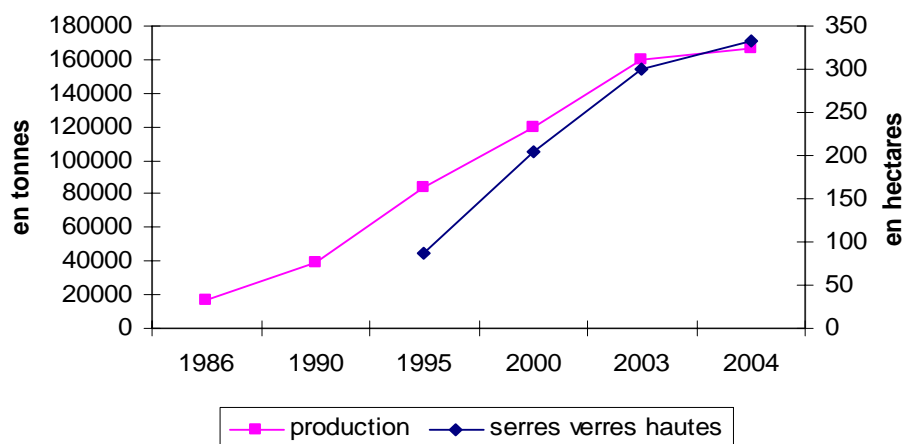
Source : EPER 2003 réactualisée

La consommation énergétique de l'agriculture bretonne se répartit en trois tiers à part presque égale : le chauffage des serres (160 Ktep), les cultures (157, 5 Ktep), l'élevage (142 Ktep).

- **Le chauffage des serres consomme 160 ktep, soit 35 % de la consommation énergétique agricole.** Ce secteur représente une activité économique importante en terme de production (les producteurs bretons produisent 30 % des tomates françaises, soit 160 000 tonnes en 2003) et en terme d'emploi (de l'ordre de 3 000 emplois ETP). Le poste « énergie » constitue un poste important dans la rentabilité de cette production, car il représente 30 à 50 % des coûts de production selon la nature du combustible utilisé.

Il s'agit d'une filière qui a connu une forte croissance au cours des 20 dernières années avec le développement de la culture de la tomate. En effet 90 % des serres chauffées sont utilisées pour cette culture au sein de 6 groupements de producteurs (*SAVEOL, SICA de Saint Pol de Léon, UCPT, SOLAREN, Tom west et les Producteurs de Haute Bretagne*).

Figure 4 Evolution de la production de tomates en Bretagne entre 1986 et 2004 et de serres verres hautes chauffées entre 1995 et 2004

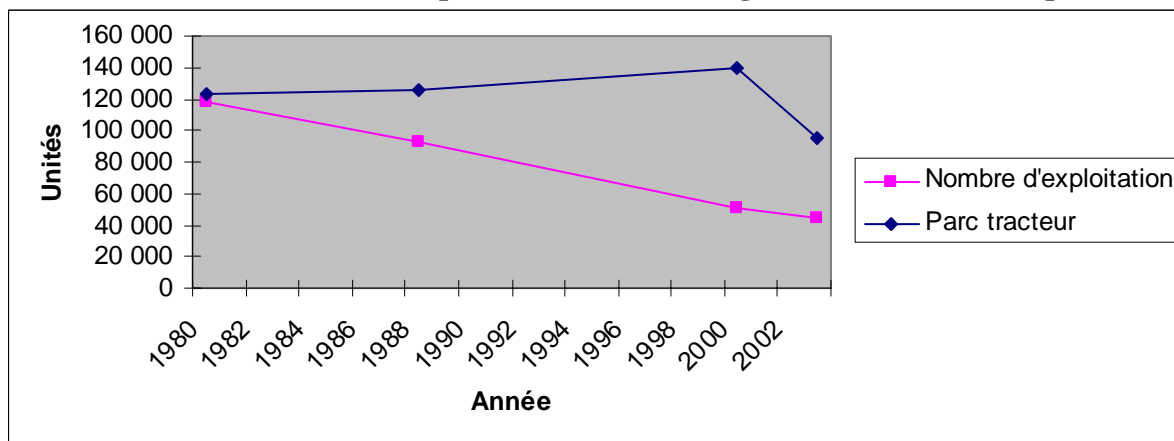


Source : CATE - CERAFEL, 2006

En moins de 20 ans, la production de tomates a été multipliée par 10. Elle a cru fortement jusqu'en 2003, mais connaît une croissance moins forte actuellement. Les surfaces de serres verres hautes ont, quand à elles, presque quadruplées en 10 ans, passant de 87 ha en 1995 à plus de 330 ha en 2004. En 2005, elles couvriraient plus de 350 ha (chiffre provisoire du CERAFEL). Cette augmentation importante des serres verres hautes toutes chauffées est due à l'apparition des cultures de tomates-grappes en 1994 -1995, production nécessitant beaucoup de chaleur. On constate que l'augmentation de la surface en serres verres hautes a ralenti depuis 2003.

- **Le poste « cultures » représente 157 ktep, soit 33 % de la consommation énergétique agricole.** La part la plus importante est constituée par le carburant utilisé par les tracteurs. C'est la raison pour laquelle on utilise le terme « cultures » qui n'est pas forcément le plus approprié. En effet, les tracteurs sont utilisés principalement pour les travaux de cultures mais aussi pour des tâches d'élevage (tracteur d'élevage servant pour l'alimentation des animaux, les manutentions, le curage des bâtiments...). L'agriculture bretonne a un parc de près de 95 000, comme indiqué sur la figure 5.

Figure 5 Evolution du parc matériel et de l'agriculture bretonne depuis 1980



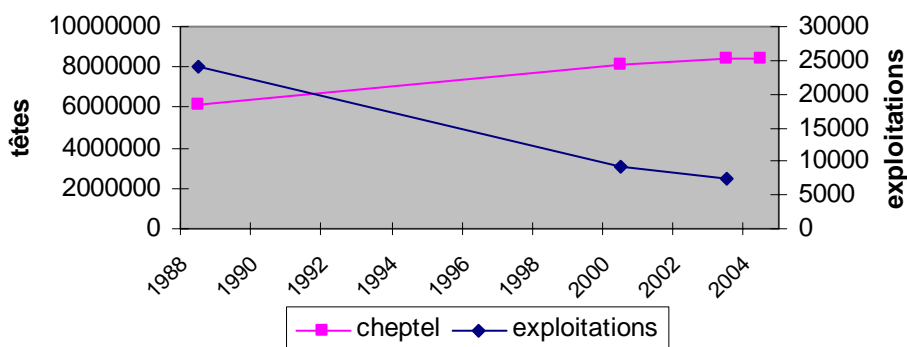
Source : Forum Agrofutur 2006 des Chambres d'Agriculture de Bretagne, d'après Agreste

Le nombre de tracteurs a augmenté entre 1980 et 2000 alors que le nombre d'exploitations agricoles a baissé fortement (- 62 %). Cependant depuis 2000, le nombre de tracteur décroît. En 2003, il correspond au double du nombre des exploitations agricoles alors qu'en 1980, les deux étaient sensiblement égaux. Cette progression de la mécanisation a permis à l'agriculture bretonne de faire face à la diminution de main d'œuvre tout en travaillant sensiblement la même surface : entre 1980 et 2003, la SAU n'a diminué que de 10 %. De plus la puissance des tracteurs augmente : si les tracteurs de plus de 80 ch. ne représentaient que 10 % du parc en 1980, ils en représentent un tiers en 2000.

- **L'élevage (lait, porc, volaille, viande bovine), consomme 142 ktep soit 31 % de la consommation énergétique agricole.** Il s'agit principalement d'électricité et de propane. Les filières hors sol représentent la majorité de la consommation du poste élevage.

- ▲ **La filière porcine consomme 58 ktep** dont 52 ktep proviennent de l'électricité. C'est la filière qui consomme la majeure partie de l'électricité utilisée en agriculture (48 %). Il est difficile de trouver des chiffres concernant l'évolution de la consommation énergétique de la filière dans le passé. Néanmoins, celle-ci est à mettre en relation avec l'augmentation de 35 % de l'effectif porcin entre 1988 et 2003. Ces dernières années l'évolution du cheptel est relativement stable, avec un très léger recul entre 2003 et 2004.

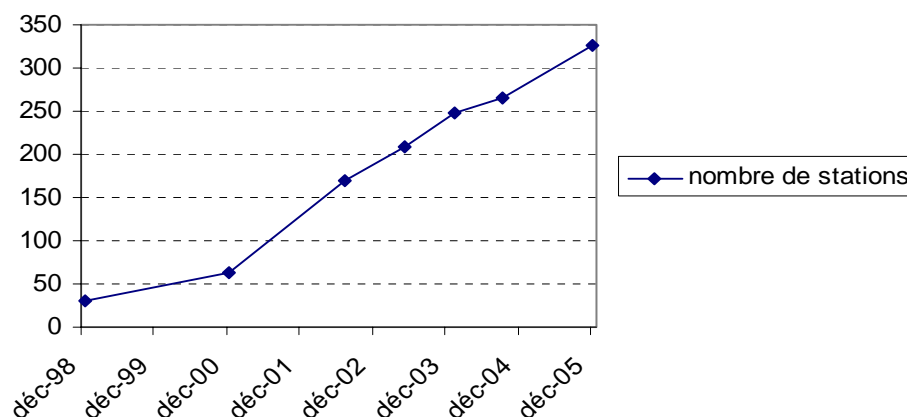
Figure 6 Evolution de l'effectif porcin en Bretagne et du nombre de producteur entre 1988 et 2004



Source : Agreste

La réglementation environnementale étant dorénavant plus contraignante, il faut tenir compte aussi de l'augmentation du nombre de stations de traitement du lisier.

Figure 7 Evolution du nombre de station de traitement de lisier de porcs en Bretagne entre 1998 et 2005

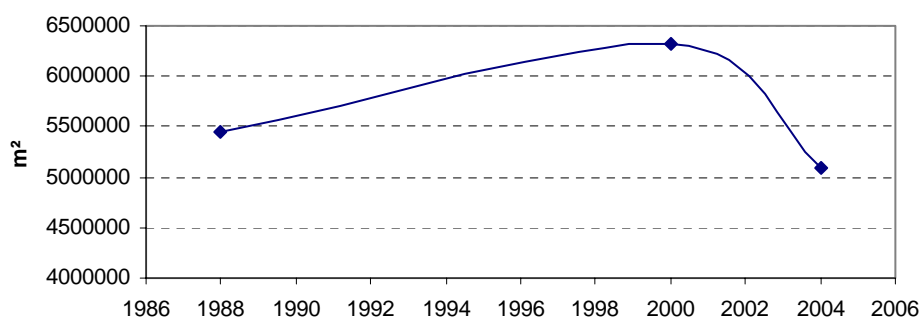


Source : UGPVB

Ainsi entre 1998 et 2005, le nombre de stations de traitement de lisier est passé de 30 à 326. Les 2/3 de celles-ci sont des unités de traitements biologiques qui requièrent de l'électricité pour fonctionner (12 à 20 kwh/m³ de lisier)

- ⚡ **La filière volaille consomme 48 ktep** dont près des 2/3 sous forme de propane. La consommation énergétique de la filière est fortement liée à la surface en bâtiment de volailles de chair. Or, après une période de croissance, la surface des bâtiments pour la volaille de chair a fortement chuté ces dernières années. Ainsi, en 2004, la surface en volailles est redescendue en dessous du niveau de 1988, avec 5 millions de m².

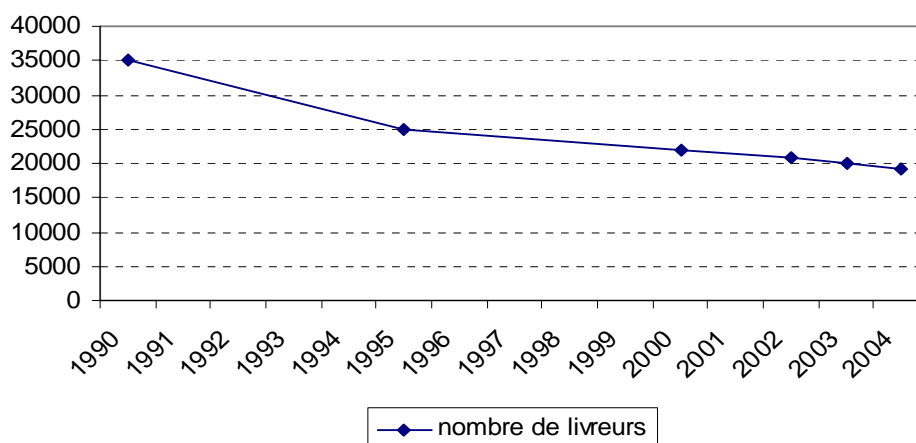
Figure 8 Evolution des capacités des bâtiments volaille de chair entre 1988 et 2004 (m² de bâtiments)



Source : AGRESTE, recensement avicole 2004-2005

- ▲ **La filière laitière consomme 29 ktep** dont 96 % sous forme d'électricité. C'est le deuxième poste de consommation d'électricité en agriculture (26 %). L'évolution de la consommation énergétique de cette filière est assez difficile à estimer car il y a un manque de données. Néanmoins, la diminution du nombre de producteurs et la rénovation des laiteries installées dans les exploitations agricoles laissent penser que la consommation électrique de la filière est restée assez stable.

Figure 9 Evolution du nombre de livreurs de lait en Bretagne entre 1990 et 2004



Source : AGRESTE Bretagne

- ▲ **La filière « Bovin viande » consomme 7 ktep**, essentiellement sous forme d'électricité. La majeure partie correspond à la consommation des 1 000 élevages de veaux de boucherie (moyenne de 200 à 250 veaux par élevage). La Bretagne est la 1^{ère} région française de veau de boucherie. La consommation a certes évolué au cours des dernières années mais cela reste limité.

↳ Consommation d'énergie en agriculture selon les usages

La répartition de la consommation énergétique agricole bretonne selon les usages est présentée dans le tableau 4 ci-dessous :

Tableau 4 Les besoins énergétiques de l'agriculture bretonne selon les différents usages de l'énergie

	Total (ktep)	chaleur ktep	%	carburant ktep	%	USE / EC ktep	%
chauffage des serres	160	160	100%				
cultures	157			152	97%	5	3%
filière porcine	58	26	55 %			32	45 %
filière volaille	48	38	80 %			10	20 %
filière bovine laitière	29					29	100%
filière bovine viande	7					7	100%
total	459	224	49 %	152	33%	83	18 %

USE : Usage spécifique de l'électricité, EC : Eau chaude Source : d'après EPER 2003 et Ademe

L'essentiel de l'énergie utilisée par l'agriculture bretonne est consacrée à la production de chaleur pour 224 ktep (49 % de la consommation agricole bretonne) répartie de la manière suivante :

- pour le chauffage des serres : 160 ktep
- pour le chauffage des bâtiments volailles : 38 ktep

- pour le chauffage des bâtiments porcs : 26 ktep

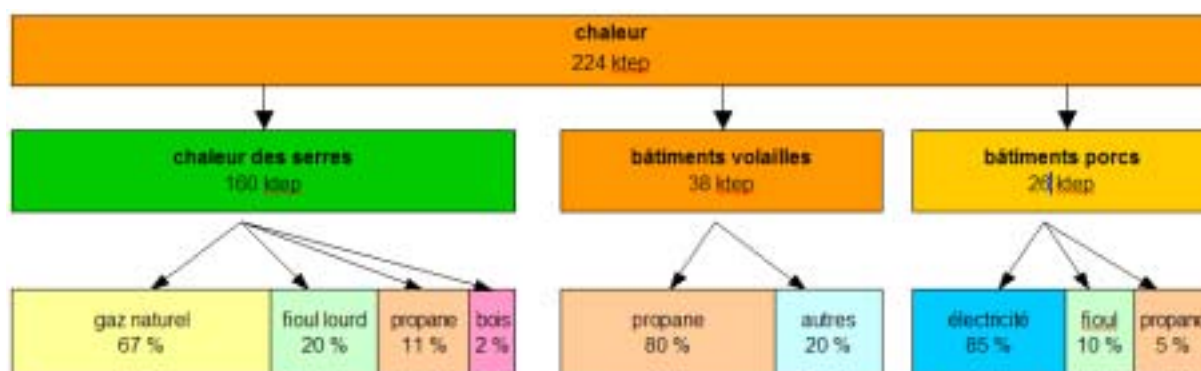
Le deuxième usage est le carburant pour 152 ktep soit 33 % de la consommation énergétique agricole, quasi-exclusivement sous la forme de produits pétroliers (Fioul agricole).

Le troisième usage est l'électricité (usage spécifique électrique et eaux chaudes) pour 83 ktep, soit 18 % de la consommation énergétique régionale.

➤ **La consommation de chaleur : 224 ktep**

L'agriculture bretonne requiert beaucoup de chaleur, notamment pour le chauffage des serres et dans les filières d'élevage hors-sol (porcs et volailles).

Figure 10 **Consommation de chaleur en agriculture**



D'après EPER 2003 et Ademe

❖ **Le chauffage des serres : 160 ktep**

Les conditions de production actuelles dans les serres horticoles et maraîchères en Bretagne nécessitent le chauffage, notamment pour la production de tomates qui s'étale des mois de février/mars à novembre. La chaleur est issue en majorité du gaz naturel à 67 % et du fioul lourd à 20 %.

Les exploitations légumières en serres chauffées ont vu leurs charges de chauffage fortement augmenter en 2005 du fait de la hausse du cours du brut :

- ⌘ **Le fioul lourd** est passé de environ 180 € la tonne en 2004 à près de 320 €/t en octobre 2005, soit **une augmentation de 78 %**. De plus, il a encore pris environ 10 % entre octobre 2005 et février 2006.
- ⌘ **Le gaz naturel** en tarif B2S est passé de 2.53 €/100 kWh en 2004 à 3.20 €/100 kWh en octobre 2005, soit **une augmentation de 26 %**. Le gaz naturel a également augmenté d'environ 10 % entre octobre 2005 et février 2006.

Cette évolution est inquiétante car la part de l'énergie dans les charges d'exploitation atteint déjà 30 à 40 % tandis que la production de tomates sous serres en Bretagne a fortement augmenté au cours des 20 dernières années, au point de devenir l'une des composantes majeures de la production légumière bretonne.

❖ **Le chauffage des bâtiments de volailles : 38 ktep**

La répartition des consommations d'énergie en bâtiments pour volailles est liée aux contraintes techniques de la production. Comme le montre la figure 5 ci-dessous, la production bretonne de

volailles est dominée par la production de volailles de chair et par la production d'œufs de consommation.

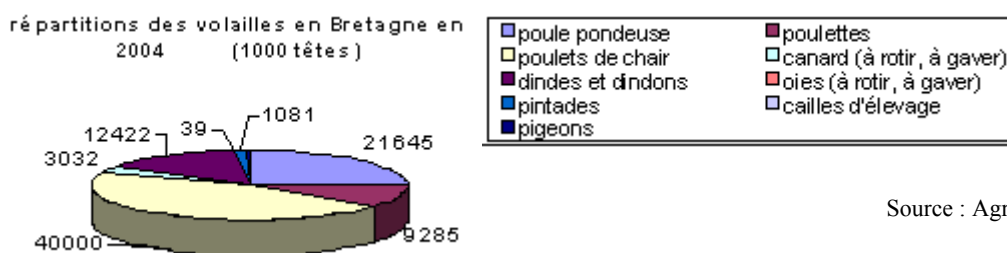


Figure 11 la production avicole bretonne en 2004

La production de volailles de chair nécessite énormément de chaleur. Les petits poussins arrivant dans le poulailler requièrent une température ambiante autour de 30°C. Or les poulaillers sont des bâtiments de taille importante (1000 à 1300 m² au sol). Ils sont volumineux car le poulet en fin de bande rejette beaucoup de vapeur d'eau par sa respiration. En effet, une grande caractéristique de l'élevage avicole réside dans le fait que l'animal réalise tout son cycle dans le même bâtiment. Celui-ci doit permettre de conserver une bonne ambiance, il est donc fortement ventilé. Il doit aussi pouvoir être chauffé à des niveaux différents de température en fonction du stade de l'animal. Cela nécessite une grande puissance de chauffage. Ainsi près de 80 % des 48 ktep utilisées par l'élevage avicole sont destinés à chauffer les bâtiments.

Au vu des contraintes d'élevage, le chauffage au gaz se montre le plus pratique et le plus réactif. Il permet de réagir à de brusques chutes de température, notamment la nuit lors des intersaisons. Ceci est d'autant plus important que le poulet est un animal sensible aux variations de température lorsqu'il est jeune. Cela peut conditionner la réussite du lot. Le chauffage au gaz a aussi un bon rendement et est facile à entretenir (pas de cendres, pas d'encrassement, ...). La chaleur est diffusée dans l'air par l'intermédiaire de radiants et d'aérothermes. Cela ne nécessite pas d'installation lourde que l'on retrouve lorsque la chaleur est transportée par de l'eau. Ainsi, le coût d'installation est modéré et permet de se doter de la puissance nécessaire au démarrage des lots. On comprend donc aisément que c'est la source d'énergie la plus consommée en production de volailles (79 %, propane et gaz naturel confondus).

✧ Le chauffage des bâtiments porcs : 26 ktep

En production porcine, les besoins de chaleur se situent principalement au niveau de deux bâtiments : la maternité et le post sevrage. Les besoins sont plus importants en hiver qu'en été. On estime que cette chaleur est produite pour 85 % par l'électricité, 10 % par le fioul, 5 % par le propane, selon une enquête réalisée en 2005 par le pôle porc-aviculture des Chambres d'Agriculture de Bretagne.

➤ **Le carburant : 152 ktep**

L'agriculture bretonne consomme 152 ktep de carburant, soit 181 000 000 de litres de fioul répartis entre les tracteurs et les gros automoteurs mais également les groupes électrogènes utilisés dans les élevages.

La majeure partie du carburant est consommée par les 95 000 tracteurs présents dans les exploitations bretonnes. L'étalement de la gamme de puissance observé entre 1980 et 2000, associé à des utilisations (conduite et entretien) tout aussi variées rend la consommation de carburants des tracteurs très hétérogène. De plus, les nouveaux tracteurs respectant les normes

antipollution TIER 3 présentent souvent une consommation spécifique supérieure de 40 g/kWh par rapport aux tracteurs de la version TIER 1.

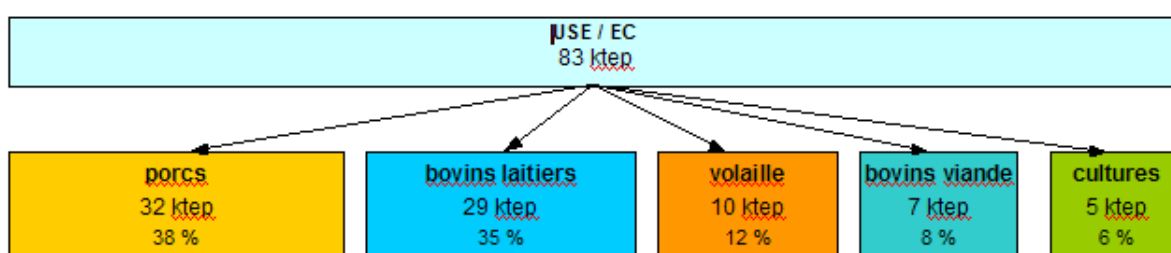
Le parc d'automoteurs est beaucoup plus modeste que le parc de tracteurs. Il est constitué de moissonneuses-batteuses (2 775) et d'ensileuses (400). Il comprend également quelques 767 télescopiques utilisés pour la manutention. Leur part de consommation est négligeable par rapport au parc de tracteurs.

Les groupes électrogènes sont surtout utilisés dans les exploitations avec une production hors-sol. Ils apportent une sécurité vis à vis du risque de coupures qui pourraient être fatales à ce type d'élevage, mais surtout ils permettent de souscrire à des abonnements offrant des tarifs particulièrement avantageux (EJP : effacement des jours de pointe). Leur consommation est faible par rapport aux engins de traction.

➤ **L'électricité spécifique : 83 ktep**

L'électricité est utilisée pour deux usages : le chauffage et les usages spécifiques (la production d'eau chaude). Ce dernier poste représente près de 80 % de l'utilisation de l'électricité agricole en Bretagne. Les filières qui consomment le plus d'électricité spécifique sont la filière porc (38 %), la filière bovins laitiers (35 %) la filière volaille (12 %), comme indiqué sur la figure 8 ci-dessous.

Figure 12 répartition de la consommation spécifique d'électricité en agriculture



D'après EPER 2003 et Ademe
USE : Usage spécifique de l'électricité / EC : eau chaude

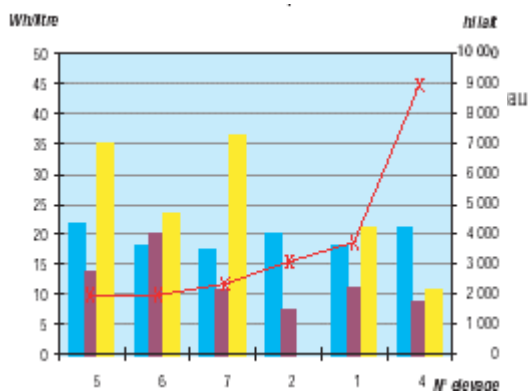
❖ **Les porcs : 32 ktep**

En élevage de porcs, l'électricité est utilisée principalement pour le chauffage, mais aussi pour la ventilation et l'éclairage des bâtiments. Elle participe également à la fabrication d'aliments à la ferme et au fonctionnement des unités de traitement des déjections animales .

❖ **Bovins laitiers : 29 ktep**

En élevage bovin, et notamment bovin laitier, les postes les plus consommateurs d'électricité sont surtout le tank à lait pour produire du froid, le chauffe-eau électrique pour produire de l'eau chaude et accessoirement la machine à traire.

Figure 13 **Consommations électriques par litre de lait dans 6 élevages en France**



Source : FR2E / Institut de l'élevage, 2001

Ainsi, ce qui est coûteux, c'est de produire du froid pour le lait et du chaud pour l'eau. La part du chauffe-eau est d'autant plus importante que l'élevage est petit. Inversement, celle du tank augmente avec la production laitière.

✧ **Les volailles : 10 ktep**

En élevage avicole, l'électricité spécifique sert principalement à la ventilation et à l'éclairage. Ce facteur est important dans ce type d'élevage mais la consommation reste faible comparée aux autres filières agricoles.

✧ **Les bovins viande : 7 ktep**

Les besoins de ce secteur concernent principalement la production d'eau chaude pour reconstituer le lait dans les élevages de veaux de boucherie. On estime qu'un élevage moyen de veau de boucherie (200 à 250 veaux) a besoin de chauffer 5 000 litres d'eau chaude par jour. Actuellement la source d'énergie utilisée est l'électricité. Pour cette filière, il conviendra d'explorer les nouvelles techniques pour produire de la chaleur

✧ **Cultures et serres : 5 ktep**

Ce poste comprend principalement les consommations liées à l'éclairage et à la régulation climatique des serres.

↳ Répartition de la consommation d'énergie au sein des exploitations agricoles

Il est important de se rendre compte qu'au niveau des exploitations agricoles, il y a une relation forte entre le domaine professionnel et le domaine « privé », c'est-à-dire essentiellement l'habitation de l'agriculteur. Le tableau suivant, bien qu'un peu ancien, illustre ce phénomène.

Tableau 5 Répartition de la consommation d'énergie au sein des exploitations agricoles en 1992

		totale	professionnelle		domestique	
total (ktep)		763,4	543,5	71%	219,9	29%
produits non pétroliers	total (ktep)	426,4	252,4	59%	174	41%
	dont élec réseau	283,3	215,5	76%	67,9	24%
	dont bois de feu	101,4	4,6	5%	96,8	95%
	dont déchet de bois	8,8	0,1	1%	8,7	99%
	dont autre	32,9	32,2	98%	0,6	2%
produits pétroliers	total	337	291,1	86%	45,9	14%
	dont propane / butane	69,5	60,2	87%	9,3	13%
	dont fioul domestique	207,7	171,1	82%	36,6	18%
	dont gazole	9,7	9,7	100%		
	dont essence	9,9	9,9	100%		
	dont autre	40,2	40,2	100%		

Source : AGRESTE – Enquête Energie 1993

- La consommation d'ordre professionnelle représente près des 3/4 de la consommation d'énergie d'une exploitation agricole (71 %). Toutefois, on observe des répartitions différentes suivant la nature des ressources énergétiques.
- Les produits pétroliers sont très majoritairement utilisés dans le domaine professionnel (de 82 à 87 %). Il s'agit principalement du fioul (carburant).
- La part domestique représente une proportion significative pour les produits non pétroliers : 95 % pour le bois, 24 % pour l'électricité.

L'examen de ce tableau montre que les actions en matière d'économie d'énergie et de substitution d'énergies fossiles par des énergies renouvelables dans le secteur agricole auront une répercussion non seulement sur le volet « agriculture » par l'incidence dans le domaine professionnel, mais aussi sur le volet « résidentiel » par l'incidence sur l'aspect « privé ».

La consommation d'énergie par l'agriculture s'élève à un peu plus de 460 ktep répartis en trois tiers :

1/3 pour le chauffage des serres

1/3 pour les carburants des tracteurs essentiellement et des automoteurs ...

1/3 pour l'ensemble de l'élevage breton (lait, porc, volaille, bovin viande)

La consommation énergétique par l'agriculture est un enjeu majeur pour maintenir la compétitivité de certaines filières agricoles.

1.2.2 La production d'énergie par l'agriculture bretonne

La production d'énergie par l'agriculture bretonne est estimée à 242 ktep, soit 53 % de la consommation d'énergie par l'agriculture. Le tableau ci-dessous présente une synthèse de l'évaluation réalisée dans le cadre de la présente étude

Tableau 6 La production d'énergie par l'agriculture bretonne aujourd'hui

	source	techniques	filière de production	lieu de production	production (kTep)
carburants	colza	HVP	cultures élev.	Bretagne	0,015
	colza	Diester (hors Bzh)	cultures	Bretagne	17,6
	céréales	Ethanol (hors Bzh)	cultures		~0
chaleur	bois	bois déchiqueté	cultures élev.	Bretagne	~0,3
	bois	bois bûche trad.	Cult. Élev. Sylv.	Bretagne	220
	Fumier de volailles	combustion	volailles	Finistère	0,12
	soleil	Solaire thermique	bovins laits	?	?
électricité	gaz naturel	Cogénération	serres	Finistère	4
	soleil	photovoltaïque	élev.	Bretagne	?
	vent	éolien			?

242

- **La production régionale de carburant par l'agriculture représente 18 ktep.** La principale ressource est le colza (26 670 ha en 2004, 28 000 en 2005) dont près de 60 % de la sole est consacrée à la production de diester (16 000 ha en 2005). La transformation est réalisée hors de la région. Par ailleurs quelques dizaines d'ha de colza ont permis de produire quelques milliers de litres d'Huile Végétale Pure . Il faut signaler qu'une augmentation de 10 % de la sole de colza est d'ores et déjà à prévoir pour la récolte 2006.

La production de colza diester en Bretagne, comme ailleurs en France, entre dans une logique de valorisation des « grandes cultures » et devrait se développer dans les années qui viennent.

La production d'huile pure à la ferme s'inscrit autant dans une stratégie de production de carburant que de production de tourteau fermier et concerne davantage les éleveurs. Le plus souvent, les graines sont pressées à la ferme par une presse mobile utilisée en CUMA. Les 4 départements bretons ont constitué chacun une CUMA départementale sur le sujet et 2 d'entre eux sont d'ores et déjà équipés de presses mobiles (Finistère et Morbihan) tandis que les 2 autres devraient l'être dès 2006. Il y a, en outre, des agriculteurs qui se sont équipés de presse à colza en individuel.

- **La production de chaleur par l'agriculture bretonne représente 220 ktep,** principalement sous forme de bois bûche traditionnel.

- Le bois d'origine agricole est peu utilisé au sein des exploitations pour l'usage professionnel mais beaucoup dans le résidentiel des exploitants. De plus, il fait souvent l'objet d'un commerce marginal non déclaré, ce qui complique les évaluations. Une étude de l'Agreste estime que la production régionale de bois de feu se situe entre 1.7 et 2.5 millions de stères par an. Sur ce volume, environ 800 000 stères sont directement issus de l'entretien du bocage et des arbres épars que l'on trouve sur les parcelles agricoles.

Le bois bûche issu des haies et talus boisés représente l'équivalent de 80 à 85 ktep, soit 35 à 50 % de la production régionale. L'utilisation de bois agricole (donc la production) dans les chaudières au bois déchiqueté petite puissance et

moyenne puissance pour certaines collectivités (Scaër, Iffendic, Cavan) est très faible avec 300 Tep/an environ.

La majeure partie de la production régionale de bois de feu est assurée par l'exploitation forestière (de l'ordre de 140 ktep/an).

- L'incinération du fumier de volailles est peu pratiquée dans la région. Ce procédé était pourtant inscrit comme l'un des moyens de résorption dans le programme de résorption. Quelques projets pilotes ont été étudiés : ils n'ont jusqu'à présent jamais abouti. L'excédent de fumier de volailles est presque intégralement exporté (l'une des mesures du programme de résorption des excédents de déjections animales). Seules deux installations pilotes existent dans le Finistère pour une capacité de 890 tonnes (120 Tep) sur le million de tonne produit (2000). Cette situation est due au fait que le fumier de volaille est considéré comme un déchet et non comme une source d'énergie. Cette situation est incohérente avec la volonté de favoriser les sources d'énergie issue de la biomasse, étant donnée que la puissance de ces installations (environ 50 kW) est sans commune mesure avec les normes qui leurs sont imposées (50 MW = 50 000 kW).
 - Il n'y a pas d'installations de méthanisation en Bretagne. Les premières devraient voir le jour courant 2006. Dans pratiquement tous les cas, cela se traduit par de la cogénération permettant le chauffage des bâtiments d'élevage ou des habitations (par eau chaude) et la vente d'électricité.
 - Le solaire thermique est une technique qui commence à s'implanter en Bretagne dans le secteur résidentiel. Il y a actuellement 900 chauffe-eau solaire installés chez des particuliers avec pratiquement 4500 m² de capteurs solaires. La part de cette technique utilisée dans un cadre agricole n'est pas connue et est très faible.
- **La production d'électricité par l'agriculture bretonne ne représente que 4 ktep.** Elle est principalement le fait de 2 techniques, la cogénération et le solaire photovoltaïque.

La cogénération (la production simultanée de chaleur et d'électricité.) est actuellement réalisée en Bretagne chez quelques serristes. La ressource énergétique utilisée est le gaz naturel. Cela permet la production d'environ 4 ktep électriques simultanément à la consommation de gaz pour le chauffage des serres. Dès 2006, une à deux unités de méthanisation de lisier de porcs en codigestion avec d'autres matières organiques devraient voir le jour dans les Côtes d'Armor et dans le Finistère.

Le solaire photovoltaïque est faiblement implanté sur la région avec 69 installations pour une puissance de 153 kWc⁵. Le solaire photovoltaïque peut être considéré comme une production agricole dès lors que l'installation se trouve dans une exploitation agricole même si l'électricité est vendue sur le réseau national et ne sert qu'indirectement aux besoins de l'activité agricole.

La production d'énergie par l'agriculture bretonne représente 242 Ktep soit 53 % de la consommation du secteur.

La part principale est le bois bûche pour 220 Ktep.

Des potentiels de production existent pour les trois usages : carburants, chaleur, électricité.

⁵ kWc : kilo Watt crête

1.2.3 Conclusions

Le diagnostic porté sur la situation de l'énergie vis à vis de l'agriculture bretonne, tant au niveau de la consommation que de la production conduit à proposer trois axes pour le projet de programme « Agriculture/ Energie » de la Bretagne :

- **Economiser l'énergie**

La réduction de la consommation d'énergie par l'agriculture s'inscrit dans une stratégie de maintien voire d'augmentation de la compétitivité des filières agricoles bretonnes.

Les objectifs d'économie sont analysés secteur par secteur dans la deuxième partie de cette étude

Par ailleurs, les agriculteurs comme les autres catégories sociales, s'inscrivent dans cet axe par attitude citoyenne.

- **Produire de l'énergie pour l'exploitation agricole**

La possibilité de produire de l'énergie sur l'exploitation doit permettre également à l'agriculteur d'utiliser cette énergie pour satisfaire ses propres besoins. Ceci est d'autant plus vrai que certaines ressources de biomasse sont difficilement transportables (déjections animales liquides, chaleur solaire, ...). Ainsi une utilisation au plus près du lieu de production sera une première valorisation.

- **Produire de l'énergie pour des tiers**

Un potentiel de production d'énergie par l'agriculture bretonne existe. Les techniques à mettre en œuvre sont variées, mais souvent peu connues des acteurs du monde agricole. Certaines sont déjà bien maîtrisées par d'autres secteurs d'activités ou par certains agriculteurs pionniers, tandis que d'autres nécessiteront un travail d'adaptation et de suivi plus important.

2 Les différentes techniques applicables

Après avoir dressé le diagnostic sur la situation de l'énergie vis à vis de l'agriculture bretonne, cette partie présente les techniques pour économiser l'énergie d'une part, produire de l'énergie d'autre part ainsi que les bases pour définir un projet de programme « Agriculture/énergie Bretagne ».

2.1 Les techniques d'économie d'énergie

« L'énergie la moins chère est celle que l'on ne consomme pas ». Partant de ce principe, il est nécessaire d'examiner les différents moyens à la disposition du secteur agricole permettant d'économiser l'énergie au sein des exploitations agricoles. La réalisation d'un diagnostic énergétique au niveau de l'exploitation agricole est une première étape. Ensuite les différentes techniques seront examinées pour les trois usages identifiés de l'énergie : le carburant, l'électricité, la chaleur.

2.1.1 Le diagnostic énergétique de l'exploitation agricole

Le diagnostic énergétique de l'exploitation agricole est un outil permettant à l'agriculteur de connaître la situation de son exploitation vis à vis de l'énergie et de prendre les bonnes décisions sur le sujet.

↳ Intérêt du diagnostic énergétique

Le recours à un diagnostic énergétique au niveau de l'exploitation agricole se justifie pour plusieurs raisons:

- **Chaque exploitation est unique**
Les consommations énergétiques agricoles sont fortement liées aux systèmes d'exploitation. Or, ceux-ci sont divers et variés. De plus, il est important de prendre en compte les spécificités des exploitations (contraintes des bâtiments, du parcellaire, ...) et les choix techniques des exploitants (temps de travail, ...).
- **Les consommations énergétiques de l'exploitation sont mal connues**
La consommation d'énergie sur l'exploitation est bien souvent globalisée dans un seul compte comprenant le fioul, le gaz, l'électricité. Dans la plupart des cas, pour distinguer la part de l'exploitation et la part du privé, on utilise un ratio forfaitaire (80 %, 20 %), ne tenant aucun compte des consommations réelles pour chaque partie.
- **Le diagnostic énergétique est un outil de sensibilisation**
Le diagnostic énergétique permet de sensibiliser l'agriculteur à sa propre situation, mais aussi à l'énergie au sens large, dans la mesure où il prend en compte les « consommations d'énergie indirecte » liées à la consommation des intrants (engrais, produits phytosanitaires.....).

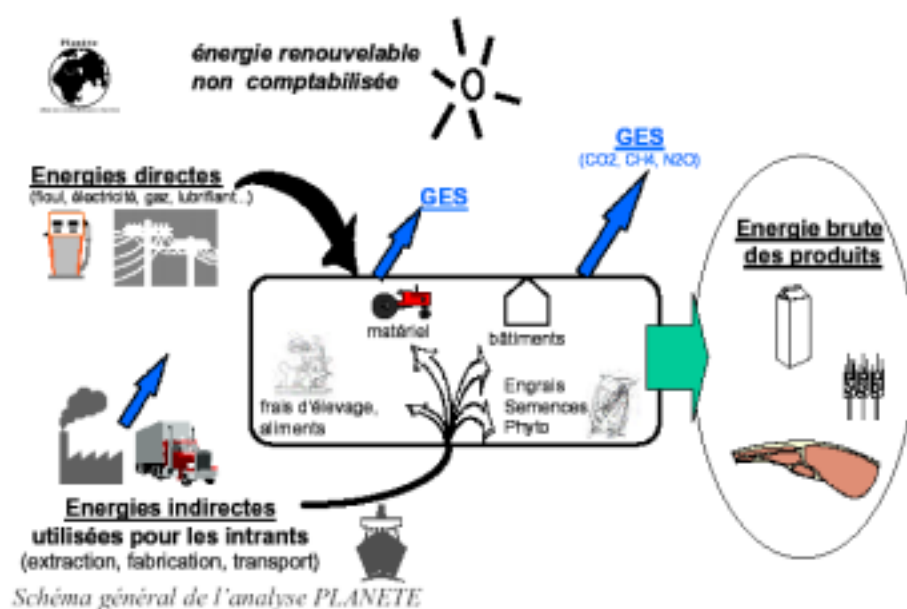
PLANETE : outil existant aujourd'hui

La seule méthode reconnue aujourd'hui pour réaliser des diagnostics énergétiques de l'exploitation est la méthode **PLANETE** (Pour L'ANalyse EnerTique de l'Exploitation) qui est proposée par l'ENESAD⁶ de Dijon et l'association SOLAGRO de Toulouse.



La méthode PLANETE quantifie à l'échelle de l'exploitation agricole les entrées et les sorties d'énergie, et évalue les émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation d'intrants et aux pratiques agricoles. Elle est basée sur l'analyse de cycle de vie (ou bilans écologiques) définie dans la norme ISO 14040, elle prend en compte tous les intrants d'un produit « du berceau à la tombe », en analysant les impacts environnementaux de l'élaboration et de l'usage de ces intrants sur l'eau, le sol, l'air, les ressources non renouvelables etc. PLANETE se limite au champ de la quantification des flux d'énergie et des principales émissions de gaz à effet de serre.

Figure 14 principe de la méthode PLANETE



Source : Solagro

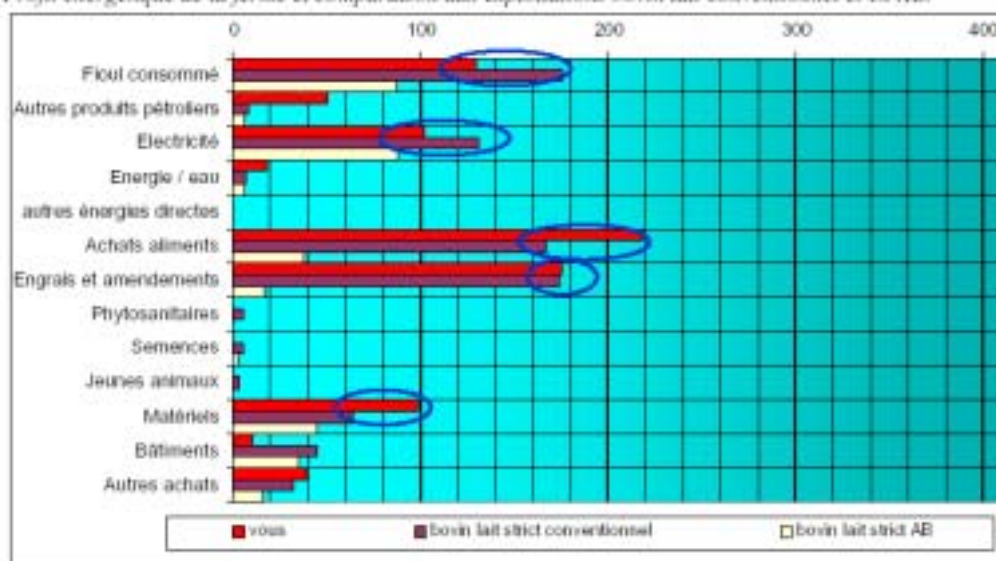
L'analyse est effectuée pour une année et globalement pour l'exploitation agricole. Le système analysé prend en compte les entrées (les intrants, quelle que soit leur forme) et les sorties (les produits vendus). La méthode utilisée vise à apprécier l'énergie réellement consommée pour la production. Ainsi elle prend en compte l'énergie qui apparaît dans la comptabilité sous forme d'achat direct, mais aussi celle consommée par des tiers qui apparaît sous la forme d'un service à l'exploitation.

La méthode PLANETE fournit un certain nombre de sorties dont un profil énergétique de l'exploitation agricole par postes de consommation avec une comparaison à la moyenne des systèmes les plus proches. Le but de la méthode est en effet de comparer des systèmes techniquement comparables et non pas de réaliser un classement de l'exploitation sur une échelle de l'efficacité énergétique.

⁶ Etablissement National d'Enseignement Supérieur Agronomique de Dijon

Figure 15 le profil énergétique d'une ferme selon la méthode PLANETE

Profil énergétique de la ferme et comparaison aux exploitations bovin lait conventionnel et en AB.



Source : Solagro

La méthode PLANETE est déstabilisante pour l'agriculteur par son approche physique, (évaluation des quantités consommées et produites en équivalent fioul). En effet, même s'il est courant d'utiliser les unités énergétiques pour parler de la composition des menus culinaires humains et animaux, l'agriculteur perçoit souvent mal la correspondance entre l'énergie contenue dans les carburants et celle contenue dans les produits issus de l'exploitation.

- **Limites de la méthode PLANETE.**

La méthode PLANETE se montre beaucoup plus intéressante pour l'élevage bovin que pour des productions hors-sol. Les systèmes bovins sont liés au sol dans tous les cas et peu dépendants de l'extérieur (poids de l'énergie indirecte). Dans le cas de l'élevage hors-sol, les postes d'énergie indirecte représentent la grande part du bilan. Ce sont des postes sur lesquels l'agriculteur a peu de prise.

Par ailleurs, l'outil PLANETE se limite à la connaissance de sa situation et à la comparaison avec d'autres producteurs de son système.

- ↳ **Propositions pour les diagnostics énergétiques.**

L'outil PLANETE existe . Il a été utilisé en Bretagne pour quelques agriculteurs pionniers, demandeurs de ce type d'approche pour leurs exploitations. L'outil est adapté aux systèmes bovins. Il pourra être développé par des conseillers habitués aux méthodes d'approche globale d'exploitation pour un public d'agriculteurs qui restera limité.

Il sera nécessaire de passer de l'outil unique à la palette d'outil.

Deux voies devront être explorées :

- **La voie de la « simplification » :**

il serait intéressant de mettre au point des outils simples , ne prenant en compte que les postes d'énergie directe de l'exploitation . Ce type d'outil pourrait être utilisé par plusieurs profils de techniciens (conseillers Chambre, comptables, contrôleurs laitiers, techniciens de groupement). Il serait pertinent d'adapter cet outil aux systèmes de production présents en Bretagne (Bovins-lait, bovin-viande, porcs, volaille, légume). Cette démarche permettrait de toucher la majeure partie des agriculteurs bretons

- **La voie de la « prise de décision »**
L'outil doit permettre à l'agriculteur de prendre des décisions. Il devra intégrer la palette des techniques d'économie et de production d'énergie décrites ci-dessous.

Cette analyse montre la nécessité de créer une palette d'outils de diagnostics énergétiques des exploitations agricoles bretonnes.

2.1.2 Le carburant

Le carburant est l'un des plus gros postes de la consommation énergétique par l'agriculture bretonne : il représente 157 Ktep (soit 33 %).

En préalable, il est important de bien connaître les consommations pour mieux les gérer. Ensuite il est nécessaire d'analyser les différents matériels utilisant les carburants : le tracteur , les automoteurs , les groupes électrogènes , car les questions à régler et les pistes de solution sont spécifiques à chaque matériel

2.1.2.1 Connaître pour mieux gérer

Le premier levier d'action correspond à la devise : « Connaître pour mieux gérer ! ». En effet, le poids du poste carburant sur une exploitation est souvent mal connu. Il est noyé dans la comptabilité dans un poste regroupant l'eau, le gaz et l'électricité. La séparation des postes « carburant », « électricité », « gaz » et « eau » permettrait aux agriculteurs de mieux mesurer le poids de chacun de ces postes dans le résultat économique de leurs exploitations.

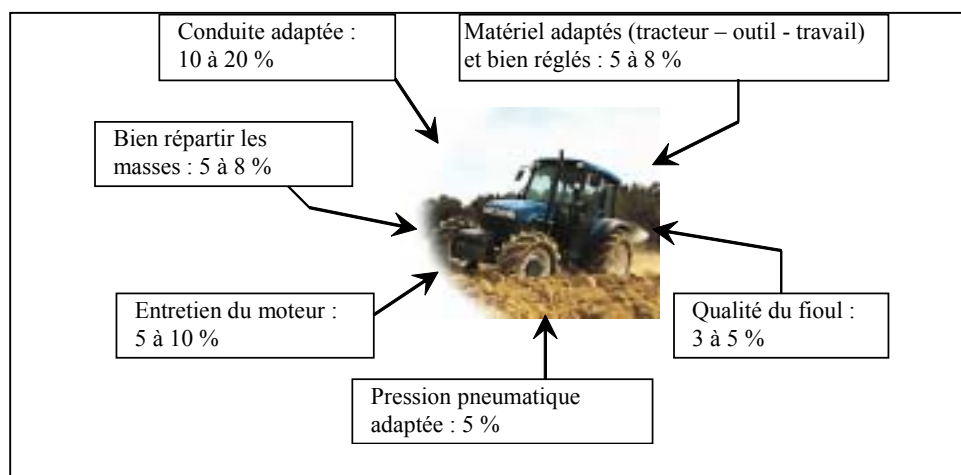
Trois propositions concrètes permettraient de progresser sur ce point :

- Equiper les tracteurs et les automoteurs agricoles d'un système de mesure de la consommation comme cela se fait sur certaines automobiles (consommation instantanée et cumulée)
- Demander aux centres comptables de modifier les sorties comptables des exploitations agricoles en faisant apparaître de manière spécifique chaque poste « énergie » : le carburant, l'électricité ...
- Demander aux ETA et aux CUMA de faire apparaître dans leurs factures le coût du carburant

2.1.2.2 Le tracteur, élément central de l'exploitation agricole

Le tracteur est présent dans toutes les exploitations agricoles. Le parc tracteur de Bretagne en 2004 est de 95 000, soit 2 en moyenne par exploitation. Les tracteurs de + de 80 cv représentent le tiers de ce parc

Figure 16 Quelques pistes d'économies de carburants sur les tracteurs



D'après trajectoire agricole 67, N°99, octobre 2005, p23

Le schéma ci-dessus présente les pistes d'économie d'énergie pour les tracteurs. Les points clés sont dans l'ordre :

- **La conduite : de 10 à 20 %**

Selon l'association Aile, l'utilisation du tracteur à son régime idéal, en pleine charge, permet d'économiser environ 1 litre à l'heure. En effet entre 1700 et 1900 tr/min, la consommation spécifique du tracteur est assez stable. Il faut surtout éviter d'utiliser le tracteur dans la zone de charge partielle (entre le régime nominal et le régime de couple maximal). La pratique d'une conduite économique passe donc par une bonne connaissance des caractéristiques de son tracteur (courbes de puissance et de couple, consommation, ...).

Bien que dans la plupart des cas, des essais officiels, présents sur Internet fournissent ces informations, une bonne connaissance des performances réelles de son tracteur n'est possible qu'avec le passage au banc d'essai et de diagnostic de tracteurs. (Aile dans le grand ouest).

- **L'entretien : de 5 à 10 %**

Veiller au bon entretien du tracteur et le faire contrôler régulièrement restent les bases fondamentales pour maintenir un matériel en bon état de fonctionnement et de disponibilité moyennant un coût optimisé. Ce bon état de fonctionnement évite les surconsommations inutiles. Ce poste est trop souvent négligé. Or tout matériel doit faire l'objet d'un entretien adéquat. Ceci permet, en outre, au matériel de conserver une valeur de revente maximale en fin de période d'amortissement.

Le passage au banc d'essai de 6 500 tracteurs depuis 1995 par l'association Aile a permis de détecter plusieurs niveaux de dysfonctionnements, souvent source de surconsommation : 20 % des tracteurs avaient des injecteurs en mauvais état, 10 % présentaient un mauvais calage de la pompe à injection et 2 % des filtres colmatés.

L'arrivée du nouveau banc d'essai diagnostic de l'association Aile pour la campagne 2006-2007 va permettre de poursuivre de tels contrôles. La promotion des contrôles au banc d'essai diagnostic permettrait de repérer de manière plus générale les cas de mauvais entretien et ainsi de participer à la diminution des consommations de fioul. De plus, le passage au banc d'essai est un moment d'échange entre le technicien et l'agriculteur permettant de réaliser simultanément contrôle technique et une sensibilisation sur l'importance de l'entretien. Le diagnostic au banc d'essai participe à la formation de l'agriculteur.

- **Adapter le matériel à la puissance du tracteur: de 5 à 8 %**

L'utilisation d'un tracteur surdimensionné par rapport aux outils de travail du sol entraîne souvent une surconsommation de carburant. Dans ces conditions, il est tentant de vouloir compenser la faible largeur des outils par une vitesse au champ plus élevée pour soutenir un débit de chantier convenable et cela s'accompagne souvent d'une consommation de carburant supérieure et d'une usure plus importante des outils (+ 50 % lorsque l'on passe de 8 à 10 Km/h).

Le bon réglage des outils attelés au tracteur, notamment l'attelage trois points, est impératif pour bien profiter de la puissance de son tracteur et éviter les surconsommations inutiles. L'exemple de la charrue est très parlant. Une mauvaise correction du devers de la pointe du soc, obligeant à maintenir les roues braquées vers le labour, représente 10 à 15 % de surconsommation.

- **Bien répartir les masses : de 5 à 8 %**

Le bloc de masses du tracteur ne doit être utilisé que lorsque c'est nécessaire. Sinon, cela entraîne un alourdissement inutile du tracteur et une augmentation de la consommation en carburant (perte due à la résistance au roulement proportionnelle au poids). En revanche, lors d'un effort de traction important, la présence des masses se justifie parfaitement pour limiter les pertes de puissance par patinage (inversement proportionnelle au poids). Néanmoins, pour les fortes puissances, il est préférable d'opter pour un relevage avant plutôt que la présence de poids inutile sur le tracteur

- **La pression pneumatique : 5 %**

La pression des pneus est à surveiller car elle joue sur l'adhérence du tracteur. Une faible pression permet de maximiser celle-ci. Cela se traduit par une économie de carburant. Toutefois, tous les travaux ne nécessitent pas la même pression. Ainsi pour faire du transport sur route, le pneu doit être plus gonflé que dans les champs. Il existe des systèmes de « télé gonflage » permettant l'ajustement automatique de la pression de gonflage des pneus sur les engins agricole. Le « télé gonflage » sur un tracteur et son matériel d'épandage permet, par exemple, une économie jusqu'à 13 l/ha de fioul tout en préservant les sols de la compaction, synonyme de ruissellement. Ainsi la généralisation du « télé gonflage » (ou système de gonflage embarqué) permettrait d'économiser jusqu'à 1,3 % de la consommation de carburant agricole en Bretagne. Toutefois, ces dispositifs sont onéreux pour une rentabilité qui reste à évaluer.

- **La qualité du fioul : 3 à 5 %**

Améliorer la qualité du fioul par l'incorporation d'additifs pourrait aussi être une piste d'économie. En effet, les pétroliers proposent du fioul « amélioré » présentant des indices de cétane (critère caractérisant l'aptitude à l'auto inflammation) proche de ceux du gazole. Ils sont en général « additivés » pour réduire les risques de pollution et de vieillissement dans la cuve, améliorer la combustion. Or une meilleure combustion pourrait permettre de réduire de 3 à 5 % la consommation. Mais le prix de ces carburants étant plus élevé, le gain n'est pas assuré. Toutefois, il faut aussi savoir que les différences entre les marques sont surtout apportées par les additifs, ce qui offre une perspective de travail dans cette voie. Il peut ainsi être envisagé par exemple « d'additiver » un fioul ordinaire pour améliorer sa combustion. Le potentiel d'économie reste à évaluer.

A la liste ci-dessus, il convient de rajouter d'autres facteurs :

- **Les techniques sans labour :**

La simplification des itinéraires culturaux permet, dans bien des cas, d'économiser du fioul mais doit être intégrée dans une réflexion globale (agronomie, économie, temps et confort de travail). Le passage aux techniques culturales simplifiées permet ainsi de diviser sa consommation par 2, voire même beaucoup plus en optant pour le semis direct (tableau 8).

Tableau 7 Consommation de fioul suivant les itinéraires culturaux (par ha)

culture	Labour	TSL	Semis direct
Maïs	55 l	28 l -50%	10 l -82%
Blé	38 l	31 l -18%	6 l -84%

Source : forum « charges de mécanisation et travail »
Chambres d'agriculture de Bretagne, 2006

De même, la réalisation de plusieurs travaux aratoires en un seul passage avec un outil combiné permet des économies substantielles de carburant. Cela permet souvent d'utiliser la juste puissance du tracteur. Toutefois, le recours à ces techniques doit se raisonner au cas par cas et une observation attentive du sol est le meilleur moyen d'éviter un compactage ultérieur qui sera lui aussi fortement consommateur d'énergie.

En parallèle, une réflexion sur le choix des assolements peut s'avérer déterminant dans la consommation énergétique globale. Par exemple, on peut raisonner un précédent parce qu'il limite le salissement de la culture suivante, les risques de fusariose (économie sur le traitement), ou bien parce qu'il améliore la structure (économie de travail profond) ou la portance du sol.

- **Définir une stratégie d'équipement de l'exploitation** qui vise à maîtriser les charges de mécanisation de l'exploitation, dont le poste « carburant ».

La première étape consiste à analyser les besoins de traction nécessaires sur l'exploitation. Par exemple, l'élevage bovin nécessite un tracteur d'élevage de 65 – 85 cv, 4 RM dont l'utilisation varie de 400 à 800 heures selon les systèmes. L'utilisation d'un tracteur de forte puissance ne se justifie pas pour 200 heures annuelles. Or très souvent, le tracteur de forte puissance vient suppléer le tracteur d'élevage et réalise alors jusqu'à 500 heures sur des travaux ne nécessitant pas toujours la puissance utilisée. Cela entraîne une surconsommation en carburant. L'analyse des besoins en traction doit permettre à l'agriculteur de raisonner ses investissements et de choisir sa stratégie de mécanisation.

Au moment de l'achat, l'agriculteur doit bien analyser l'offre en tracteurs au regard des besoins qui sont les siens. Lorsqu'il décide d'acquérir un matériel neuf, l'agriculteur peut intégrer la consommation spécifique du tracteur, c'est-à-dire son efficacité dans la transformation du carburant en énergie mécanique, à l'ensemble de ses critères de choix. La consommation spécifique s'exprime en kilowattheure et varie selon le régime moteur avec un minimum aux alentours du couple maximum (1200 à 1500 tr/min selon les cas). Elle augmente quand on s'approche du ralenti et surtout quand on monte vers le plein régime. Les tracteurs d'aujourd'hui ont une consommation spécifique allant de 240 à 280 g/kWh à pleine puissance, avec un minimum à 200 g/kWh pour les meilleurs d'entre eux. Il s'agit d'une information peu mise en avant sur les prospectus. Il existe des essais officiels de type OCDE mais leurs résultats sont difficiles à trouver. Il s'agit pourtant d'un critère important qui peut avoir une répercussion non négligeable

sur la consommation de carburant globale du tracteur. A titre d'exemple, pour un tracteur de 100 ch. à pleine puissance, une différence de 20 g/kWh de consommation spécifique se traduit par un écart de 1.8 l de consommation horaire.

- **Déléguer les travaux de cultures**

Les travaux de cultures, demandant une forte puissance, gagnent à être délégués à une CUMA ou une ETA. Cela permet de limiter le parc matériel de l'exploitation à une utilisation derrière un tracteur de moyenne puissance : un tracteur de 80 cv réalisant les travaux d'élevage : alimentation, paillage, raclage ... et certains travaux spécifiques cultures (épandage d'engrais, pulvérisation...). Les travaux de culture (épandage fumier, lisier, labour, travail du sol, semis, récolte) demandant de la puissance sont délégués à des structures (ETA, CUMA) qui peuvent amortir ce type de matériel sur un nombre suffisant d'Ha.

2.1.2.3 Les autres matériels :

- **Les gros automoteurs**



Le parc breton des automoteurs comprend des moissonneuses-batteuses (2 775), des ensileuses (400) et des chargeurs télescopiques (767). La plupart d'entre eux ont des puissances sans rapport avec celles des tracteurs, de l'ordre de 800 ch. et des consommations de carburant proportionnelle à celles-ci. Ces engins sont utilisés à pleine charge la plupart du temps par des personnes compétentes. Les écarts de consommation sont donc moins larges que pour les tracteurs de ferme dont les travaux sont plus variés.

- **Les groupes électrogènes**



Les groupes électrogènes sont surtout utilisés dans les exploitations avec une production hors-sol. Ils apportent une sécurité vis-à-vis du risque de coupures d'électricité qui pourraient être fatales à ce type d'élevage, mais surtout ils permettent de souscrire à des abonnements offrant des tarifs particulièrement avantageux (EJP : effacement des jours de pointe). Dans la plupart des cas, ces engins sont surdimensionnés par rapport aux besoins réels des exploitations. Cela induit des surconsommations de carburant, notamment lorsque le groupe est en veille.

Les propositions sur l'ensemble « tracteurs, automoteurs, groupes électrogènes » sont les suivantes :

- Revisiter et réactualiser les modules de formation en matière de mécanisation au vu des pratiques actuelles en matière de mécanisation. Les références rassemblées lors du forum Agrofutur 2006 « Charges de mécanisation et temps de travail » organisé par les Chambres d'Agriculture de Bretagne en collaboration avec les CUMA, les centres comptables (COGEDIS, ICOOPA), ARVALIS, les ETA, peuvent y contribuer. Les formations visées seront les formations initiales, les formations qualifiantes préparant aux métiers d'agriculteurs, salariés agricoles, conduite et entretien du matériel agricole ainsi que les cycles de formation courte pour agriculteurs et salariés agricoles

- Lancer un programme de sensibilisation et de formation courte sur la conduite optimum du tracteur en direction des agriculteurs (VIVEA) et des salariés agricoles (FAFSEA)
- Acquérir des références sur les consommations de carburant des tracteurs par utilisation (labour, épandage d'engrais) et les diffuser
- Poursuivre et amplifier le programme de banc d'essai tracteur
- Acquérir des références sur les additifs des carburants et les diffuser

2.1.3 Les serres

Les serres consomment 160 ktep, soit 35 % de la consommation énergétique agricole. Les besoins énergétiques des serres concernent :

- la production de chaleur, de très loin le poste le plus important,
- l'électricité spécifique (lumière, électronique, ...).

Quatre grandes voies sont envisageables pour économiser l'énergie dans les serres :

- **Optimiser les installations de chauffage du parc de serres existantes :**

Pour y parvenir, plusieurs moyens peuvent être utilisés : meilleur dimensionnement des chaudières, amélioration de la combustion, stockage de la chaleur au centre de la serre, diminution des températures de chauffages, écrans thermiques, ...

Sur ce dernier point de nombreux efforts ont d'ores et déjà été réalisés. Entre 2005 et 2006, 70 hectares de serres de tomates ont été équipés d'écrans thermiques, portant à 149, le nombre d'hectares équipés de cette technique. Ceci permet d'économiser 20 % sur l'énergie nécessaire pour maintenir la serre en température. Ainsi les 70 ha concernés représentent une économie de 67 millions de kWh, soit près de 6 ktep.

- **Adapter le mode de conduite culturale :**

Les adaptations portent sur les points suivants : entrée de plantes plus grandes, sélectionner des variétés avec de faibles besoins thermiques, utiliser des plantes greffées supportant des écarts de température jours-nuits plus importants, décaler les dates de plantation, ...

Le décalage des plantations d'une quinzaine de jour est une solution d'ores et déjà adoptée par certains serristes pour faire face à la flambée des cours de l'énergie. Cette solution entraîne une augmentation globale de la production des plants de tomates, mais la part des tomates produites en été, lors de la période la moins rémunératrice est beaucoup plus importante. Cette pratique est actuellement remise en cause, car l'économie d'énergie enregistrée compense difficilement la baisse des cours.

L'utilisation de plants de tomates greffés est également effective en Bretagne, notamment par mesure de sécurité vis-à-vis du virus « pépino ». Cette technique permet d'obtenir des plantes tolérant un écart de température jour-nuit plus important tout en augmentant le niveau de production. Néanmoins, cela entraîne une perte de précocité de la production (décalage de la production sur des périodes moins rémunératrices) et un surcoût à l'achat (+ 1 à 1.5 €/m²).

- **Travailler sur les sources d'énergie alternatives :**

Etant donné la part importante du coût de l'énergie dans les serres, il semble intéressant de rechercher d'autres sources d'énergie, meilleur marché que les combustibles fossiles. Les productions susceptibles d'être utilisées à cet effet sont examinées dans la partie consacrée à la production d'énergie par l'agriculture. Néanmoins, il est intéressant de présenter de manière synthétique une étude comparative des prix de revient au m² selon la nature de la source d'énergie.

Tableau 8 Prix de revient de diverses énergies pour le chauffage d'une serres maraîchère (tomates)

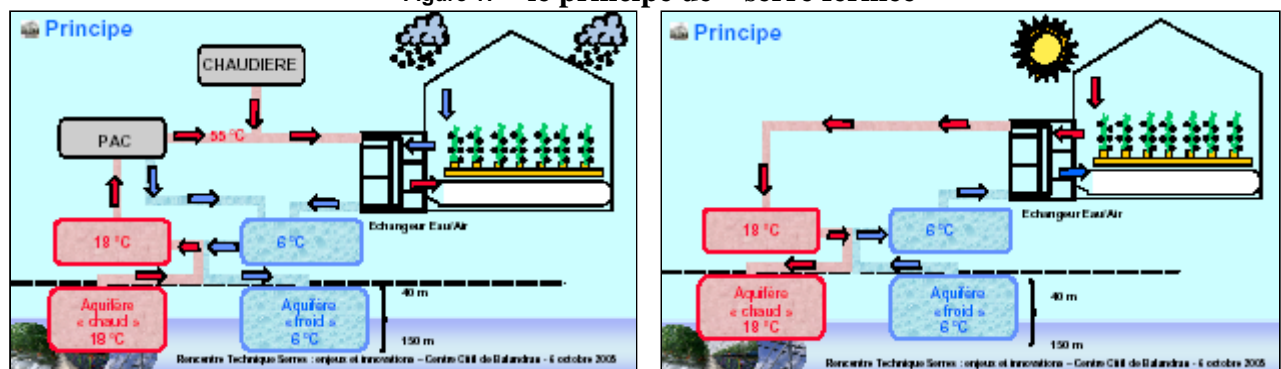
source d'énergie	prix unitaire	consommation annuelle	prix de revient €/m ²
fioul lourd	35 €/MWh PCI	480 kWh/m ²	16,8
gaz naturel	26 à 32 €/MWh PCI	481 kWh/m ²	12,4 à 15,3
bois de haie	90 €/t	2000 t	18
bois de TtCR (saule)	70 €/t	2000 t	14
bois industriel	45 €/t	2000 t	9
céréales	100 €/t	1156 t	11,5
Miscanthus	?	?	?

Le tableau 8 montre que même avec les prix actuels élevés de l'énergie fossile, les autres sources d'énergie sont difficilement compétitives. Le bois et les céréales seraient à première vue les plus intéressantes tandis que les cultures énergétiques telles que le miscanthus n'ont pas encore révélé leur potentiel. Il faut en plus intégrer que les coûts des installations fonctionnant à la biomasse sont bien plus élevés que ceux concernant les chaufferies traditionnelles.

• **Adapter le concept de « serre fermée » à la situation bretonne :**

Etudiée par l'INRA dans les années 80, le concept de « serre fermée » revient sur le devant de la scène grâce, notamment, aux recherches menées aux Pays Bas. Dans ce concept, la serre est considérée comme un capteur d'énergie piégeant la chaleur de l'été pour chauffer la serre l'hiver et stockant la fraîcheur de l'hiver pour refroidir la serre en été. Le stockage se fait à partir d'eau pompée dans la nappe phréatique. Pour l'hiver, le système est doublé d'une pompe à chaleur ou d'une cogénération.

Figure 17 le principe de « serre fermée »



CTIFL

Le vecteur de chaleur dans la serre est l'air qui est diffusée dans des gaines perforées situées sous les gouttières suspendues de la serre. Cette technique est intéressante car l'économie d'énergie serait de 35 % tandis que les rendements seraient améliorés de 20 % grâce à une maîtrise des paramètres CO₂, température et humidité. Le fait que la serre soit fermée permettrait une diminution importante des traitements phytosanitaires de 80 %.

Malheureusement, outre les problèmes sur la propriété du sous-sol qui revient à l'Etat et non au propriétaire du terrain, le stockage en aquifère n'est pas envisageable en Bretagne, région située sur un socle granitique. Toutefois, la possibilité d'adapter le concept avec de grands réservoirs d'eau pour le stockage de la chaleur doit être envisagée sérieusement.

2.1.4 La chaleur dans les bâtiments volailles

La filière volaille consomme 48 ktep

Les besoins actuels en énergie concernant les bâtiments volailles sont :

- la production de chaleur. C'est le poste le plus important,
- L'électricité spécifique (lumière, moteur, ...).

Le principal levier pour réaliser des économies d'énergie en élevage avicole est de diminuer le poste chauffage. Toutefois, une enquête effectuée en 2005 sur 135 élevages en Bretagne par le pôle porcs-aviculture des Chambres d'agriculture de Bretagne a révélé que le facteur humain peut avoir une importance toute aussi grande que les aspects techniques.

2.1.4.1 L'importance du facteur humain

L'enquête réalisée par les chambres d'agriculture de Bretagne en 2005, complétée par des données issues de l'enquête avicole 2004/2005 des services de statistiques agricoles montre que pour une typologie identique de bâtiments, une même espèce démarrée à la même période, il existe d'importantes disparités de consommation énergétique entre les élevages avicoles. De plus, ces différences ne sont en rien corrélées avec le niveau de performances zootechniques de l'élevage.

Il apparaît donc que des marges de progrès importantes au niveau de la gestion du poste chauffage existent sans amputer les performances de l'élevage. Cette amélioration de la gestion du chauffage passe par un effort de formation auprès des éleveurs.

2.1.4.2 L'amélioration des performances du matériel utilisé

En complément à une bonne gestion du niveau de chauffage des bâtiments, il convient de disposer d'une installation performante permettant de tirer le meilleur parti de l'énergie utilisée. Pour ce faire quelques pistes méritent d'être évoquées :

- **Disposer d'une bonne isolation** permet de réduire sensiblement les besoins de chauffage des bâtiments. Une enquête de l'ITAVI menée en 2004 dans le cadre de la rénovation de bâtiments indique une réduction de la consommation de gaz dans 62% des bâtiments rénovés. Or la rénovation comprend au minimum une vérification de l'isolation et une réfection si celle-ci ne joue plus son rôle.
- **Disposer d'appareil récents, donc performants** permet d'économiser jusqu'à 20 % de gaz. En effet, même bien entretenus, les radiants perdent au fil du temps en rendement et en puissance. Un changement complet des radiants, des tuyaux souples et des raccords rapides pour un bâtiment de 1 200 m² revient à environ 4 400 €, qui grâce à l'économie de gaz réalisée peuvent être récupérés en 4 ans (6.4 kg de gaz/m² au lieu de 8). De manière moins radicale, un remplacement des gicleurs pour un bâtiment de 1200 m² est vite rentabilisé (55 € et 1h30 de travail) par une économie de gaz non négligeable. C'est une opération qu'il faut envisager à l'issue de 8 à 10 années de fonctionnement, car les gicleurs se déforment par le passage du gaz et des impuretés qu'il contient.

En élevage de poules pondeuses, le chauffage n'est pas nécessaire. L'énergie consommée est principalement de l'électricité pour la ventilation, les tapis de collecte des œufs, le calibrage, le traitement des fientes. Il peut y avoir une récupération de l'air vicié pour sécher les fientes en situation de résorption.

2.1.5 L'électricité et la chaleur en bâtiment porcs

La filière porcine consomme 58 ktep

Les élevages de porcs ont besoin d'électricité pour 2 usages :

- la production de chaleur, c'est le poste le plus important,
- les usages électriques (lumière, moteurs, électroniques, ...).

2.1.5.1 Un besoin d'information

La problématique énergétique en élevage de porcs nécessite une sensibilisation et une meilleure information des producteurs. Lors d'une enquête réalisée en 2005 sur 18 élevages porcins « Naisseur-Engraisseurs » finistériens par le pôle porc aviculture des chambres d'agriculture de Bretagne, moins d'un tiers des éleveurs ont dit être sensibilisés à la question des économies d'énergie. Les contrôles de ventilation sont ainsi le plus souvent effectués en engraissement où la ventilation joue un rôle important dans l'ambiance du bâtiment, mais très peu en post-sevrage alors que ces bâtiments sont chauffés et qu'il y a un risque de sur-ventilation, donc de perte d'énergie. Pour autant, l'économie d'énergie n'est pas totalement exclue de leurs pratiques. Ainsi, une grande majorité des éleveurs sont conscients de l'importance de l'isolation des bâtiments et réalisent un entretien régulier de celle-ci.

Les éleveurs manquent d'informations de la part des organismes agricoles. Les informations dont ils disposent sont pour la plupart issues de la presse, des médias ou d'une démarche personnelle.

2.1.5.2 Le chauffage des bâtiments

Le chauffage demande beaucoup de puissance. Les panneaux radiants, les lampes chauffantes sont beaucoup utilisés du fait de leur aspect pratique. Ils sont très consommateurs d'énergie électrique dans les élevages.

Les axes de travail dans ce domaine sont les suivant :

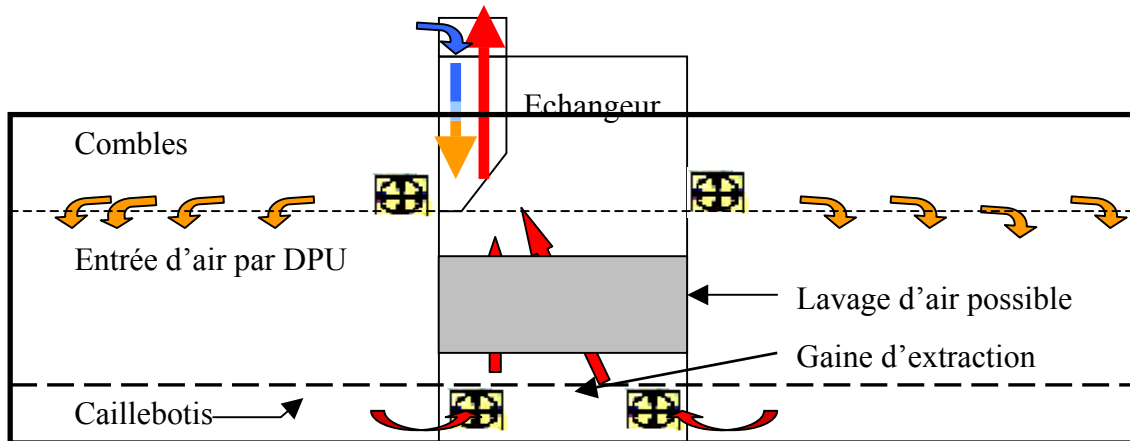
- **Maîtriser les consommations de chauffage des bâtiments**

La limitation des déperditions de chaleur au niveau de la coque du bâtiment permet une utilisation optimale de la chaleur produite, et contribue à diminuer la consommation d'énergie.

Un programme de rénovation de l'isolation des bâtiments porc pourrait y contribuer.

Il est possible également de diminuer les pertes thermiques vers l'atmosphère via l'air extrait par la ventilation. En effet, les bâtiments sont à la fois chauffés et ventilés (hormis les bâtiments d'engraissement qui ne sont que ventilés), donc sources de pertes thermiques non négligeables. Il existe des appareils permettant de récupérer une partie de l'énergie calorifique contenue dans l'air vicié extrait des bâtiments pour préchauffer l'air entrant et ainsi diminuer les besoins de chauffage. Ce sont des échangeurs air / air. Cette technique permet d'amortir les amplitudes thermiques. Les débits de ventilations subissent moins de variation, ce qui participe à l'augmentation du confort des animaux.

Figure 18 récupérateur de chaleur sur l'air extrait en porcherie

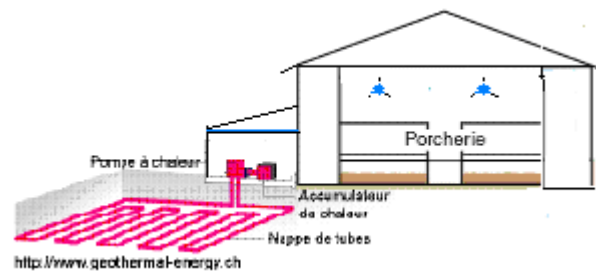


Source : Anavelec SA

- **Explorer d'autres sources de chauffage.**

Il est possible de diviser par 3 la consommation d'électricité liée au chauffage en utilisant d'autres sources de chauffage, par exemple une pompe à chaleur géothermale qui transfère la chaleur prélevée dans le sol vers les bâtiments à chauffer. Il ne s'agit plus d'amortir les variations de température de l'air entrant, mais bien de chauffer le bâtiment. Cela implique également de changer la source de chaleur mais aussi son mode de transport (transport par eau chaude). Un important travail de recherche de références sera nécessaire car nous n'en possédons pas actuellement.

Figure 19 la pompe à chaleur géothermale en porcherie



2.1.5.3 Tester des nouveaux équipements pour les autres usages de l'électricité

Il serait pertinent de tester des nouveaux équipements permettant de consommer moins d'électricité :

- **La mise en place de systèmes de ventilation centralisée** devrait permettre de réaliser des économies par rapport aux systèmes de ventilation dynamique salle par salle, ultra majoritaires en élevages porcins classiques, grâce à l'utilisation de variateurs de fréquence
- **L'installation de gradateurs de lumières** associés à un ensemble de tubes fluorescents permettrait d'obtenir des économies sur l'éclairage atteignant 35 % (Equipment Rona Canada). Un gradateur de lumière peut piloter jusqu'à 30 tubes de 40 W.

2.1.6 L'électricité dans les bâtiments bovins

La filière bovine laitière consomme 29 ktep dont 96 % sous forme d'électricité

Les besoins actuels en électricité dans les élevages bovins se situent au niveau de la production d'eau chaude (chauffe-eau électrique) et de la production de froid (tank à lait).

Deux voies seraient à explorer :

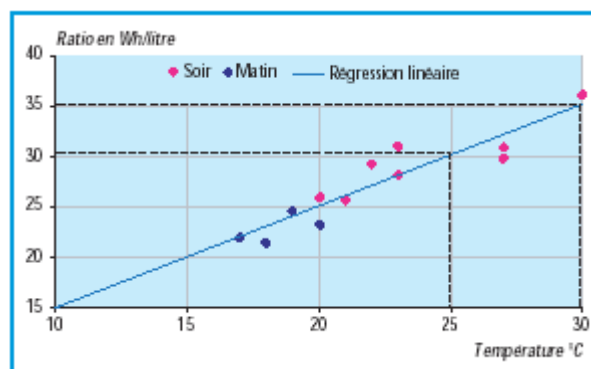
- Réduire le niveau moyen de la consommation électrique des exploitations
- Limiter les pointes de demande synchrone en électricité synonymes de chutes de tension et de renforcements de réseaux. En effet, la demande maximale d'énergie électrique est effective aux heures de la traite, qui coïncident avec le pic de consommation au niveau des ménages (chauffage, douches, télévision, ...) et des autres acteurs (entreprises, ...).

2.1.6.1 Réduire la consommation d'électricité.

Cela passe tout d'abord par un bon fonctionnement de l'installation existante, mais aussi par l'installation d'appareils complémentaires permettant de réaliser des économies substantielles sur le fonctionnement des appareils existants.

- Le premier levier d'action est **l'optimisation des installations existantes**. En effet, bien souvent le condenseur du tank à lait n'est pas nettoyé régulièrement et l'aération de la laiterie est insuffisante. Tout ceci entraîne une surconsommation du tank. La figure 17 montre qu'une augmentation de 5°C de la température de la laiterie (30°C au lieu de 25°C) s'accompagne d'une surconsommation de 5 Wh/L de lait soit 17% d'augmentation. Le débit de la pompe à vide, également, peut être optimisé.

Figure 20 **Corrélation ratio de consommation du tank et de température du local avant la traite**

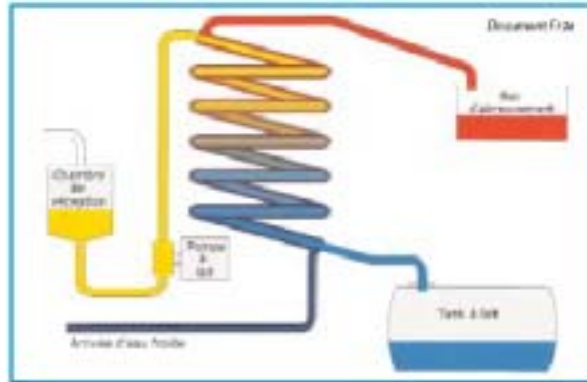


Source : Ademe, FR2E

- Le second levier est **l'installation de récupérateur de chaleur** soit sur le circuit du lait, soit sur le circuit de refroidissement du tank.

Les **pré-refroidisseurs**, qui transfèrent une partie de la chaleur du lait à de l'eau, permettent de diminuer le temps de fonctionnement du tank et d'économiser ainsi près de 50% sur ce poste. Ils peuvent être tubulaires ou à plaques. Le pré-refroidisseur tubulaire (PRT) semble être d'un entretien moins contraignant mais les deux systèmes restent tout de même onéreux.

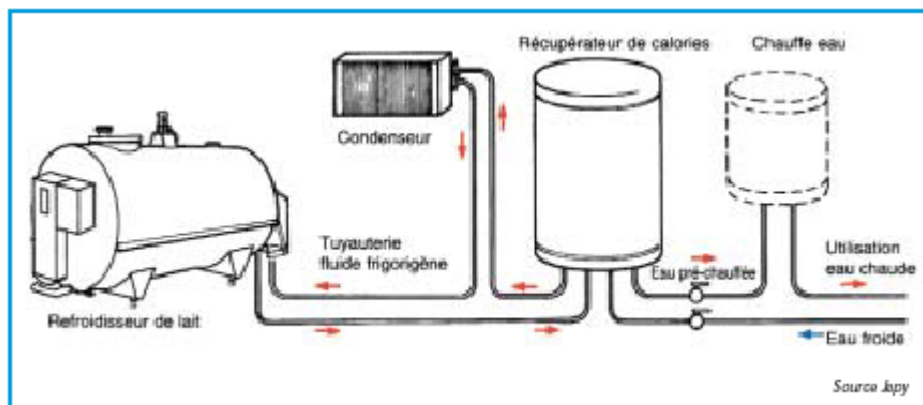
Figure 21 schéma d'un pré-refroidisseur tubulaire



Source : Ademe / FR2E

Les récupérateurs de chaleur sur le circuit de refroidissement du tank permettent, eux, outre un fonctionnement optimum du tank, une économie sur le temps de fonctionnement du chauffe-eau électrique car l'eau est préchauffée à une température supérieure à celle sortant d'un pré-refroidisseur. Deux types de modèles sont disponibles : les systèmes avec échangeurs à plaques pouvant porter $\frac{3}{4}$ de litre d'eau de 15 à 55°C par litre de lait refroidi de 35 à 4°C et les systèmes à ballon de stockage avec échangeur interne, de conception plus simple (figure 19).

Figure 22 récupérateur de chaleur à ballon de stockage avec échangeur interne



Source : Ademe / FR2E

2.1.6.2 Limiter les pointes de demande d'électricité.

Les besoins en électricité en élevage bovin (machine à traire, tank à lait) coïncident avec un appel de puissance de d'autres secteurs d'activité : les ménages, les industries, ... Cet excès de consommation momentané oblige la région à disposer d'une capacité de production et d'alimentation des usagers en électricité surdimensionnée par rapport à la consommation moyenne. Pourtant, face à de lourds travaux de renforcement des réseaux électriques, il existe des mesures permettant de limiter l'appel de puissance.

Utiliser des appareils de puissance adaptée au travail à effectuer et veiller au bon entretien de l'installation électrique. Souvent les puissances nominales des appareils électriques, notamment des moteurs, sont surévaluées par rapport au travail qui leur est demandé. De même, un bon équilibre des phases permet de réaliser des économies

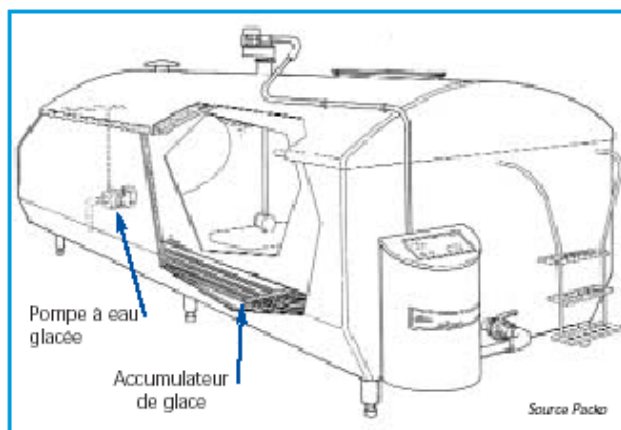
significatives. Un diagnostic des puissances installées, une information et un conseil adaptés seraient un préalable à toute mesure d'économie à ce niveau.

Décaler l'utilisation des appareils fortement consommateurs d'électricité.

L'installation d'un pré-refroidisseur pourrait ainsi permettre de décaler le démarrage du tank sans nuire à la qualité du lait. Pour l'affirmer il faudrait des suivis plus poussés.

Les tanks à glace (figure 20) permettent également une utilisation en décalé par rapport aux périodes de forte consommation mais sont plus gourmands sur leur fonctionnement global que les tanks classiques

Figure 23 principe du tank à glace



Source : Ademe / FR2E

Dans tous les cas, le décalage dans l'utilisation des appareils liés à la traite ne pourra se faire qu'en installant du matériel spécifique permettant une telle opération sans nuire à la qualité du lait qui est un objectif partagé par l'éleveur et la laiterie.

2.2 Techniques de production d'énergie par l'agriculture

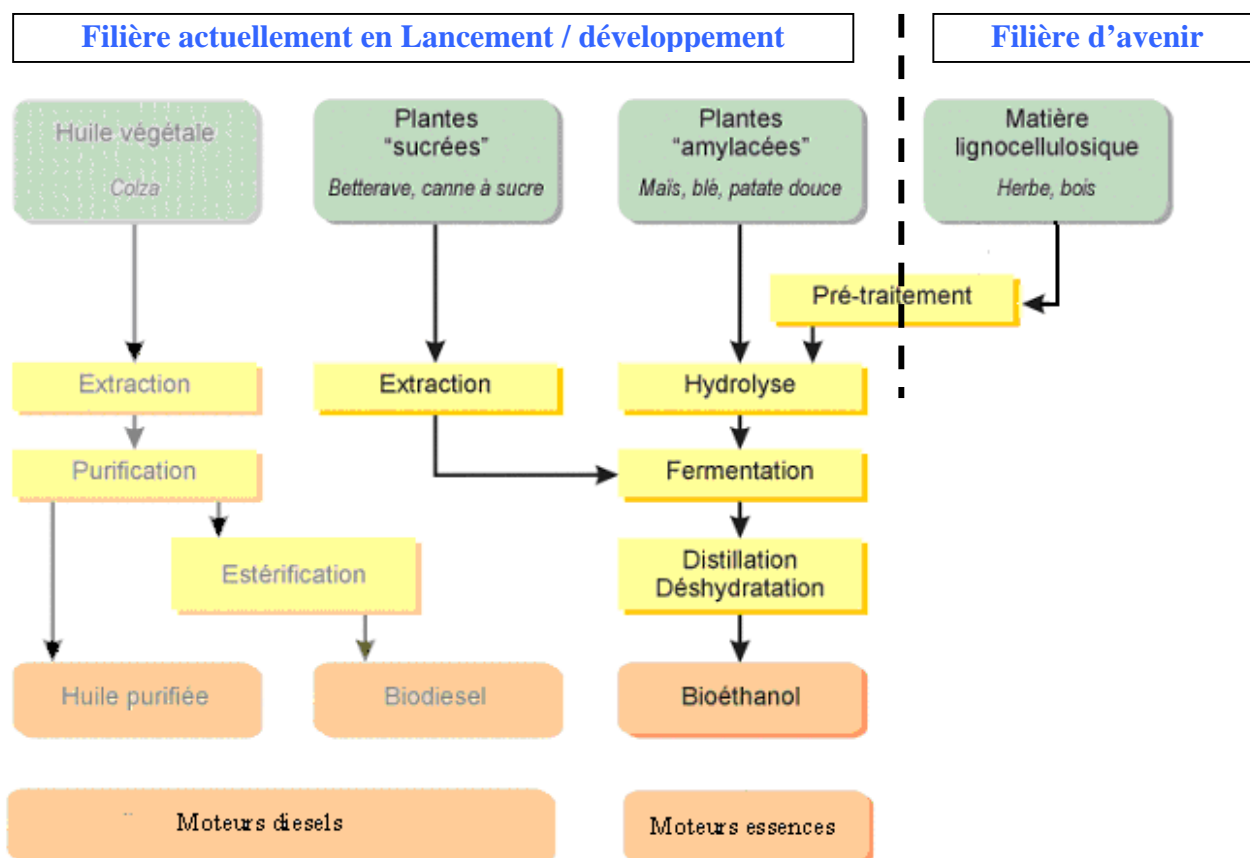
Comme l'indique la première partie de ce rapport, l'agriculture possède un potentiel de production d'énergie. Dans cette partie, les différentes techniques de production d'énergie sont présentées. Cette énergie pourra être utilisée sur le siège de l'exploitation en substitution à une énergie non renouvelable. Elle pourra être fournie aux autres acteurs du monde agricole ou être vendue à d'autres secteurs d'activité. Nous aborderons successivement la production de biocarburants, la production de chaleur et enfin, la production d'électricité par l'agriculture.

2.2.1 La production de biocarburants

Le schéma ci-dessous présente les différentes possibilités de production de biocarburants que peut produire l'agriculture. Il existe deux possibilités selon le type de moteur auquel le carburant est destiné :

- les biocarburants pour les moteurs diesel issus des oléagineux
- les biocarburants pour les moteurs essence issus des plantes sucrées, des plantes amylicées et de la matière lignocellulosique.

Figure 24 les différentes possibilités de production de biocarburants



Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse.

2.2.1.1 Les biocarburants issus des oléagineux

Les plantes oléagineuses fournissent par définition de l'huile à l'issue de la trituration de leurs graines. Cette huile peut être utilisée pure ou après transformation comme carburant pour les moteurs diesels des machines agricoles (tracteurs, gros automoteurs et groupes électrogènes).

En Bretagne, la plante la plus utilisée est le colza. La région en comptait, en 2004, 26 670 hectares. Le colza est une plante qui s'intègre bien au système cultural breton. Le fort développement de son appareil végétatif en automne permet de valoriser le lisier de porc. Cette pratique permet de réduire la capacité de stockage de déjections nécessaire.

Diverses méthodes existent pour obtenir un biocarburant à partir du colza. Les graines peuvent être pressées dans une usine de trituration ou à la ferme. Dans la pratique, l'huile pressée en usine est estérifiée (filière longue diester), l'huile pressée à la ferme est souvent utilisée pure (filière courte HVP). Toutefois, d'autres possibilités peuvent être envisagées.

- **Le biodiesel**

- ▲ **Principe**

Le « bio diesel » est un ester méthylique d'huiles végétales (EMHV). En France, il est plus connu sous la dénomination Diester® (contraction de Diesel et Ester) qui est une marque déposée par SOFIPROTEOL. Il est obtenu selon le procédé suivant :

1 tonne d'huile végétale + 0,1 t de méthanol = 1 t de Diester + 0,1 t de glycérine

Ce biocarburant pour les moteurs de type diesel a été lancé en France en 1992 à l'initiative des producteurs d'oléagineux réunis au sein de la Filière française des huiles et protéines végétales.

La transformation de l'huile végétale en « bio diesel » permet d'obtenir un produit dont les caractéristiques sont relativement proches de celles du gasoil. Son utilisation pose donc moins de soucis dans les moteurs diesels actuels que l'utilisation d'huile végétale pure. Néanmoins, le bilan énergétique de sa production est moins bon que celui de l'HVP car il y a un processus de transformation supplémentaire. Il reste toutefois largement supérieur à celui du gasoil (3 au lieu de 0.9 pour le gasoil).

▲ Le biodiesel à la ferme :

La fabrication de « bio diesel » à la ferme n'est pas pratiquée en Bretagne. Toutefois, une entreprise anglaise (green fuels) propose un kit de fabrication de « bio diesel » à la ferme à partir d'huile de friture usagée. Il y a peu d'informations à ce sujet. Néanmoins, il semble qu'avec une huile à 0.45 €/l, la rentabilité ne soit pas assurée

▲ La filière industrielle :

La totalité de la transformation de l'huile est actuellement réalisée dans de grandes unités industrielles. La production du biocarburant Diester utilisée en France bénéficie d'une fiscalité adaptée mais contingentée par le biais d'agrément. Leader en Europe depuis le lancement de cette filière, la France est passée en deuxième position derrière l'Allemagne en 2002. Toutefois, l'accélération du plan gouvernemental sur les biocarburants ramène l'objectif de 5,75 % de biocarburants dans la consommation nationale à 2008 et 10 % en 2015. Les capacités de production devraient évoluer rapidement dans les mois à venir car 2,3 millions de tonnes d'agréments pour du « bio diesel » ont d'ores et déjà été annoncées.

Diester Industrie, leader national du diester, investit, en partenariat avec la société Cargill, dans la construction d'une usine de production de 250 000 tonnes de « bio diesel » à Montoir/Saint-Nazaire en Loire Atlantique pour utiliser le colza du grand ouest. Ce serait le principal débouché du colza énergétique breton. Cette usine, dont le démarrage est prévu en 2007, aura la vocation d'approvisionner la façade atlantique en biocarburant. Les 250 000 tonnes de « bio diesel » nécessiteront entre 150 000 et 200 000 hectares de colza, sachant que la sole bretonne de colza tous usages confondus est en 2005 de 28 000 hectares environ.

Le potentiel de développement de la culture de colza dans la région est relativement important. Le CETIOM réalise actuellement une étude sur les bassins de production de colza afin d'évaluer plus précisément les possibilités du Grand Ouest à augmenter sa sole en colza. Une première estimation avançait un potentiel de production breton à 60 000 hectares, soit plus du double des surfaces actuelles, sachant que contrairement aux régions du Centre de la France, la limite agronomique du colza dans la rotation est loin d'être atteinte. Le niveau de la rémunération du colza dit « ACE » (aide aux cultures énergétiques) pourrait en plus faire progresser la sole en colza de manière plus importante que prévue. Cela risque de se faire au détriment d'autres cultures, notamment des céréales, ce qui pourrait avoir des incidences sur les secteurs traditionnels de l'élevage. Une analyse macroéconomique mettant en parallèle le développement des différentes valorisations des cultures est indispensable avant toute décision.

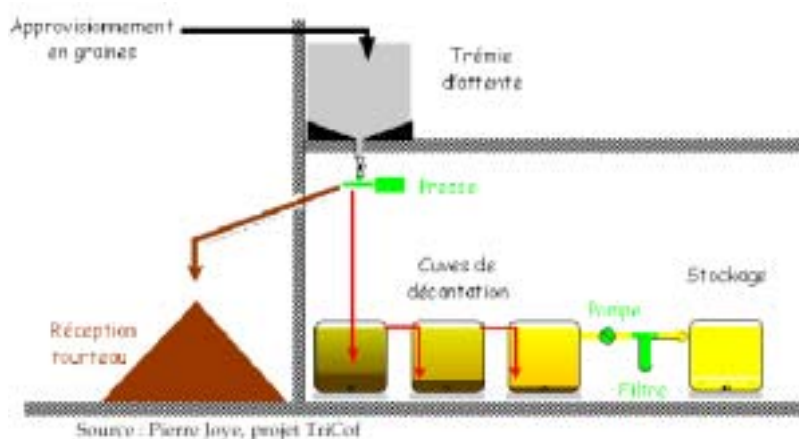
Selon nos estimations, plus de 150 000 hectares de colza seront nécessaires pour subvenir aux besoins de l'usine de diester de Montoir. Même si l'approvisionnement de cette usine se fera depuis tout l'Ouest de la France, une bonne partie du colza breton devrait trouver un débouché dans cette usine.

- **L'huile végétale pure (HVP)**

- ✦ **Principe**

Pour produire de l'HVP, le pressage de la graine est réalisé à froid ($T^{\circ} < 50^{\circ}\text{C}$) puis est décantée et filtrée.

Figure 25 le pressage à froid à la ferme



Source : Pierre Joye, projet TriCof

Source : projet TriCof, Valbiom

C'est une technique utilisée depuis longtemps dans les pays tropicaux par les organismes de développement, depuis une dizaine d'années en Allemagne, et depuis peu en Bretagne. Seuls quelques centaines de litres d'HVP ont été produits en 2005 dans la région.

L'huile végétale pure (HVP) obtenue par ce procédé est autorisée comme carburant par la directive européenne 2003/30/CE : L'HVP carburant est une « *huile produite à partir de plantes oléagineuses par pression, extraction ou procédés comparables, brute ou raffinée, mais sans modification chimique, dans les cas où son utilisation est compatible avec le type de moteur concerné et les exigences correspondantes en matière d'émissions.* »

Le bilan énergétique du procédé est très favorable : le plus élevé de tous les biocarburants, ~5. Un hectare de colza produit environ 900 litres d'huile et 2 tonnes de tourteaux dits gras en raison de leur teneur en matières grasses plus élevée que dans les tourteaux industriels. Ce tourteau est un concentré riche en protéine. Il peut remplacer des concentrés azotés dans l'alimentation des bovins. Le prix de revient de l'huile pour l'agriculteur dépend beaucoup de la double valorisation des produits du colza. Le prix de revient de l'huile obtenu par ce procédé se situe entre 0,40 €/l et 0,50 €/l.

✧ Utilisation en substitution du fioul agricole :

Seule l'utilisation de l'huile végétale pure en autoconsommation au sein des exploitations agricoles est autorisée par la loi française (loi d'orientation agricole, 2006). Bien que la légalisation soit récente, le développement de la technique l'a précédé avec l'acquisition de presses mobiles en CUMA dans chacun des départements bretons (Morbihan avec la CUMA Terre énergie, le Finistère avec INNOV'29). Sur le territoire du Mené (Côtes d'Armor), un projet d'huilerie fixe pour 1200 hectares de colza est également à l'étude.

L'utilisation de l'HVP en autoconsommation sur l'exploitation répond autant à la production de carburant renouvelable qu'à la production d'aliment protéique (tourteau).

Le développement de cette filière concourt à favoriser l'autonomie énergétique et protéique des exploitations. Dans le même temps, l'activité liée au pressage de la graine de colza engendre des actions de travail en commun, de partage de références qui sont autant de manifestations du maintien et du renforcement du lien social au sein de l'agriculture. Cela donne l'occasion aux agriculteurs de participer à des démarches de territoire et d'améliorer leur image vis-à-vis des autres acteurs du milieu rural.

Malgré tout, les perspectives de développement de cette filière sont limitées : il faudrait ainsi cultiver environ 170 000 hectares de colza pour satisfaire la totalité de la consommation en fioul de l'agriculture bretonne alors que la surface maximale, en tenant compte des contraintes agronomiques, est estimée actuellement à 60 000 hectares en Bretagne (estimation du CETIOM).

Enfin, il convient de souligner que la rentabilité de cette filière est relativement faible pour l'agriculteur avec le prix actuel du carburant agricole. L'HVP revient à 0,45 €/l tandis que le fioul avoisine les 0,50 €/l. Cependant, le fioul agricole français est l'un des plus détaxés d'Europe. Il n'est pas certain que dans l'avenir, il en soit toujours ainsi. De plus, la hausse des cours du pétrole qui semble s'être installée de manière durable contribue à favoriser la mise en place d'une telle filière.

✧ Vente d'HVP à d'autres secteurs d'activité :

L'HVP peut être utilisée comme carburant pour l'ensemble des moteurs diesel moyennant quelques aménagements (tracteurs, camions, voitures, bateaux, ...). Toutefois, la loi française ne permet pas encore aux agriculteurs de vendre de l'huile carburant pour d'autres consommateurs que ceux du milieu agricole. En 2007, ils seront autorisés à vendre de l'HVP aux marins pêcheurs pour les moteurs de bateaux. Il apparaît clairement que cette possibilité n'a que peu de chance d'être exploitée dans un avenir proche car le prix de revient de l'HVP est identique voire supérieur au prix du carburant pour la pêche.

La valorisation qui serait la plus rémunératrice serait la vente aux particuliers car le prix de revient de l'HVP est bien inférieur au prix du gasoil (blanc). Si la législation française ne reconnaît pas l'HVP comme un biocarburant pour tous publics, le droit communautaire lui, le reconnaît. Une expérience est tentée en ce moment par une communauté de commune du Lot-et-Garonne justifiant son action par la primauté du droit communautaire sur le droit national. L'affaire ayant été portée devant la justice, l'issue du verdict sera un cas important de jurisprudence pour le développement ultérieure de cette pratique.

Néanmoins, la capacité de l'agriculture à approvisionner les autres secteurs d'activité en huile carburant restera limitée. En effet, la prévision de 60 000 ha de colza ne fournirait que 55 ktep, soit 3 % du diesel utilisé en Bretagne (transport et agriculture).

Afin de favoriser le développement de cette production d'huile végétale pure au niveau du monde agricole, il est indispensable d'assurer le suivi des agriculteurs pionniers qui se sont engagés dans la démarche (tant au niveau du procédé de fabrication de l'huile que de la valorisation alimentaire du tourteau) pour normaliser les produits obtenus et stabiliser les modes d'emploi.

Néanmoins, le potentiel de développement de cette filière de valorisation à la ferme restera limité. Aux 60 000 Ha de colza prévu en Bretagne, il faudrait soustraire la part de la filière diester (35 000 à 40 000 Ha) , ce qui donne une estimation de l'ordre de 20 000 à 25 000 Ha

2.2.1.2 Le bio éthanol

▲ Principe

Dans la panoplie des biocarburants, ceux qui sont destinés aux moteurs de type essence proviennent de la filière bio éthanol. Tous les sucres fermentescibles (glucose, saccharose, etc.) peuvent être transformés en éthanol par fermentation. Ces sucres sont présents dans un état plus ou moins polymérisé selon les espèces du monde végétal : simples dans les plantes sucrières comme la betterave ou la canne à sucre, ils sont plus complexes dans les plantes amylacées comme le blé, le maïs, ou la pomme de terre, et encore plus dans l'herbe ou dans le bois. Si pour ces derniers, les processus de transformation sont encore au stade de la recherche, les autres procédés sont opérationnels. En Bretagne, la plante la plus adaptée est le blé.

Les débouchés principaux pour l'éthanol sont l'ETBE et peut-être l'éthanol anhydre avec l'arrivée sur le marché français des véhicules « flex-fuel » de chez Ford (depuis novembre 2005). Il faut aussi garder en tête les applications de l'éthanol dans l'avenir. En effet, à plus long terme, l'éthanol pourrait servir dans les piles à combustible. Ces piles permettent de produire de l'énergie électrique et de la chaleur, notamment à partir d'hydrogène ou de certains composés contenant de l'hydrogène comme le bioéthanol. Celui-ci a d'autant plus une carte à jouer qu'il est non toxique, facile à stocker et renouvelable. Ces atouts justifient les programmes de recherche conduits notamment par les constructeurs automobiles et visant à concevoir des piles à combustible alimentées par de l'éthanol.

▲ Le bioéthanol à la ferme :

Cette filière n'est pas envisagée au niveau européen. Les investissements nécessaires sont beaucoup trop importants. Il s'agit clairement d'une technique à caractère industriel.

▲ La filière industrielle :

Il n'y a pas d'usine de production d'éthanol ou d'ETBE en Bretagne, ni dans l'Ouest de la France. Celles-ci sont majoritairement situées dans le Nord et l'Est du pays près des grandes zones de production de betteraves sucrières et de céréales, ainsi que dans le Sud-Est.

Figure 26 Localisation des usines d'éthanol et d'ETBE en France



Conférence de presse BIOETHANOL du 01-03-05 au SIMA
ARVALIS

Selon J. Masse d'ARVALIS, la production de 200 000 tonnes de bioéthanol nécessite 30 000 hectares de blé (ou 20 000 hectares de betteraves). Il va sans dire que l'augmentation programmée de la production de bioéthanol s'accompagnera d'une augmentation tout aussi importante des surfaces en blé énergétique.

Il existe des perspectives pour la production céréalière bretonne et la production de bioéthanol pourrait représenter à terme un nouveau marché à ne pas négliger. Toutefois, la Bretagne est actuellement fortement déficitaire en céréales pour le secteur de l'alimentation animale. Une réflexion sur le développement comparé des divers marchés des céréales est indispensable avant d'envisager quoi que ce soit.

2.2.1.3 Le Biogaz-carburant

Les véhicules roulant au gaz naturel se développent fortement dans les différentes parties du globe. Le gaz naturel pour véhicules (GNV) n'est autre que du méthane et est en tout point similaire au biogaz d'origine agricole après épuration.



^ Principe

Le processus permettant l'utilisation de biogaz comme carburant nécessite deux grandes phases : Premièrement, la production du biogaz est réalisée par la méthanisation des effluents d'élevage. Le principe de la technique sera exposé dans la partie consacrée à la production d'électricité et de chaleur par la cogénération à partir du biogaz issu de la méthanisation des effluents d'élevage.

Dans un second temps, l'utilisation du bio gaz comme carburant nécessite une épuration (Il est nécessaire d'enlever l'eau, le soufre (H₂S), le CO₂ ainsi que les composés organo-halogénés et les métaux éventuellement présents sous forme de traces) et une compression.

^ La production de biogaz carburant à la ferme :

La production et l'utilisation de biogaz comme carburant au sein des exploitations agricoles semblent difficilement envisageable aujourd'hui étant donné les coûts d'investissements

nécessaires pour l'épuration et la compression du gaz. Néanmoins, c'est une possibilité pour laquelle une veille technologique est nécessaire.

▲ La production de biogaz carburant en unités collectives :

L'utilisation de biogaz issu des centres d'enfouissement de déchets ménagers à la place du gaz naturel fossile est actuellement testée en France, notamment sur les bus de la communauté d'agglomération lilloise. Après plusieurs années de fonctionnement avec une unité pilote de production, la ville investit actuellement dans une usine plus productive.

Néanmoins, la faisabilité de la mise en place d'une filière méthane carburant issu de biogaz agricole, produit dans des unités collectives, reste à évaluer. Il n'y a en effet aucune réalisation de ce type en Europe. Il se peut que le coût du traitement du biogaz soit prohibitif pour le développement de cette application.

Il pourrait être envisagé une évaluation de la faisabilité de la mise en place d'une filière « gaz naturel véhicules » à partir des déjections animales. La Bretagne pourrait être le lieu d'une expérience pilote sur ce sujet dans le cadre d'un programme national ou européen.

2.2.2 La production de chaleur

Plusieurs matières premières issues de la biomasse permettent ou permettraient la production de chaleur.

2.2.2.1 Le bois-énergie

Le bois est une des ressources principales de la Bretagne. Même si la Bretagne n'est pas une région très boisée, le potentiel de cette ressource est tout de même important, notamment par l'exploitation du linéaire de haies. Selon le recensement agricole de 2000, **la Bretagne compte 94 000 kilomètres de haies et talus boisés**. En considérant une productivité moyenne de 40 tonnes de bois déchiqueté par kilomètre tous les 10 ans par la pratique de l'émondage, la Bretagne offre un potentiel de 376 000 tonnes de bois déchiqueté à mobiliser (estimation approximative⁷, Aile, mars 2003). Un tel potentiel représenterait l'équivalent de plus de 26 000 foyers chauffés au bois en Bretagne. A cela s'ajoute la possibilité de produire de véritables cultures de plantes ligneuses comme le saule pour fournir des plaquettes de bois.



Aujourd'hui, la grande majorité du bois valorisé en Bretagne l'est sous forme de bûches. C'est un mode de valorisation qui est gourmand en temps de travail, notamment pour l'exploitation du linéaire de haie et qui n'est pas toujours brûlé par un matériel performant (cheminées, ...). Le développement de cette ressource passe par le développement des nouvelles techniques de « récolte » du bois (déchiqueteuse à grappin, broyeur monté sur ensileuse, ...) et d'alimentation automatique des chaudières à plaquettes.

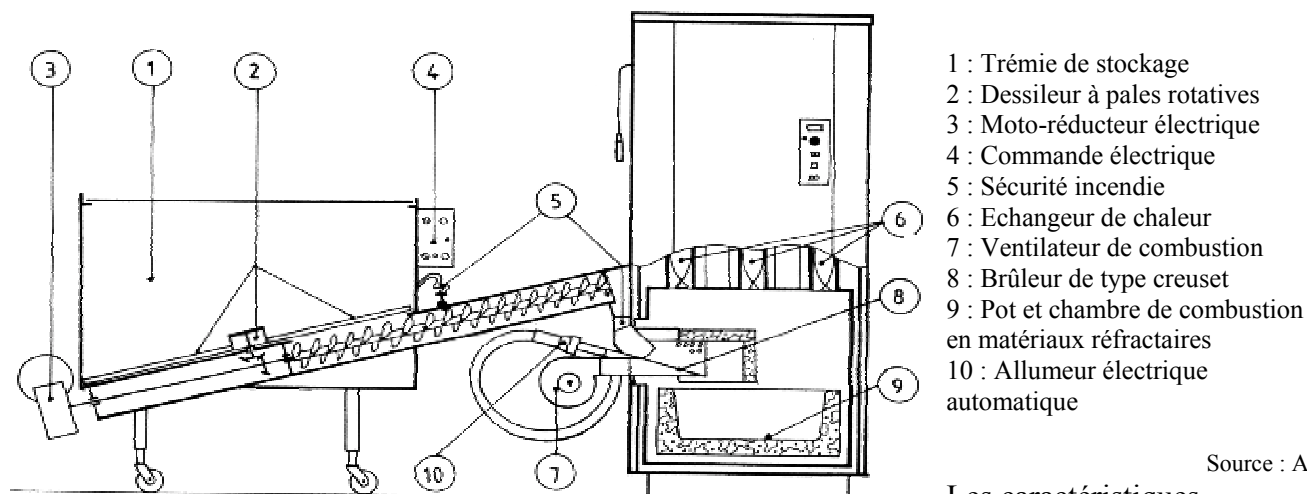
- **Principe des chaudières automatiques à plaquettes.**

Ces chaudières utilisent comme combustible des plaquettes de bois dont la granulométrie permet une manipulation facile (convoyage automatique entre le lieu de stockage et la

⁷ Une estimation plus précise serait nécessaire pour affirmer le fort potentiel dont dispose la Bretagne. La diversité des essences et des types de haies ne permet pas de réaliser de calculs simples et fiables.

chaudière). Les plaquettes sont stockées dans un silo, de plus ou moins grande taille, à côté de la chaudière, qui confère à l'utilisateur une autonomie d'une semaine à plusieurs mois.

Figure 27 principe de fonctionnement d'une chaudière au bois déchiqueté



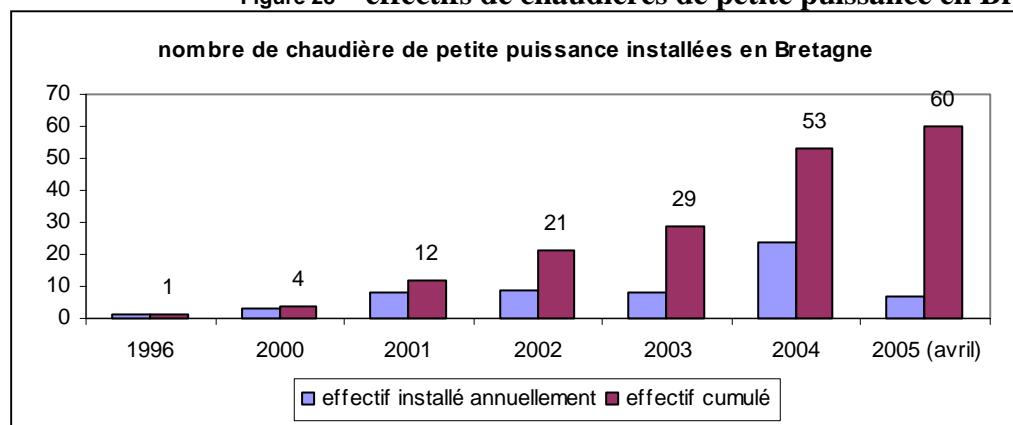
Les caractéristiques techniques des chaudières

sont les suivantes :

- Système d'alimentation du bois : les plaquettes sont reprises dans le silo grâce à la rotation de pales et convoyées jusqu'au foyer de la chaudière par une vis sans fin dont la fréquence de rotation est commandée par le boîtier de commande du corps de chauffe. Une petite poignée de plaquettes arrive dans le foyer en fonction de la demande et l'installation est automatisée comme une installation au gaz ou au fuel.
- Technique de combustion : la quantité d'air et la quantité de combustible arrivant dans le foyer sont régulées, ce qui permet une combustion presque parfaite et l'absence d'oxydation des réfractaires du foyer ou de goudronnage du conduit de cheminée.

Cette alimentation automatique fait l'originalité et l'efficacité de ces chaudières bois dont le rendement, grâce à une parfaite régulation des flux d'air et donc de la combustion, varie entre 85 et 90% (contre 60% pour une chaudière à bûches).

Figure 28 effectifs de chaudières de petite puissance en Bretagne



Source : Aile

En 2005, il y avait 60 chaudières à bois de faible puissance installées dans le milieu rural en Bretagne permettant d'entretenir entre 20 et 27 kilomètres de haie annuellement. La majorité des chaudières est située en Ile & Vilaine. Début 2006, l'effectif est passé à 84 chaudières.

La technique des chaudières automatiques est au point et il existe une offre importante en matériels de chauffage au bois déchiqueté. En revanche, il manque sur la région un réseau d'installateurs plombiers chauffagistes formés et agréés pour cette technique qui, bien que plus onéreuse à l'achat, présente un coût de fonctionnement relativement faible.

Les chaudières automatiques sont plus chères que les chaudières classiques, gaz ou fuel : les prix varient entre 6 000 et 23 000 € HT en fonction des puissances, des marques et des modèles choisis. Les chaudières à petites trémies (jusqu'à 1 m³), sont meilleur marché que les chaudières à racleur qui garantissent plus d'autonomie à l'utilisateur. Pour une chaudière de 30 kW (exemple précédent), le surcoût vis-à-vis d'une chaudière à fioul (aides déduites) est amorti en moins de 3 ans à prix coûtant. C'est très peu, ce qui laisse présager une possibilité de vendre des plaquettes avec une marge rémunérant le travail de l'agriculteur. De plus, la filière évolue rapidement et doit continuer d'être accompagnée dans sa structuration.

Après avoir détaillé le fonctionnement des chaudières, nous présentons deux sources d'approvisionnement en bois agricole : l'une bien connue (le bois issu des haies) et l'autre en cours d'expérimentation (Le TTCR, Taillis à Très Courte Rotation).

- **Le bois issu des haies, source de bois énergie.**

L'entretien des haies est une nécessité pour l'agriculteur. Cet espace qui n'est pas considéré comme productif aujourd'hui peut le devenir avec le développement de la mécanisation des chantiers de « récolte du bois ».

▲ **Principe :**

L'entretien de la haie par l'agriculteur en vue de produire du bois énergie suppose un élagage ou un abattage sélectif, dont une partie à la tronçonneuse. C'est la phase la moins mécanisée. Ensuite, il existe plusieurs types de machines pour réduire le bois de haie en plaquettes utilisables dans les chaudières à alimentation automatique. Il existe des déchiqueteuses manuelles pour lesquelles les branches sont emmenées manuellement par quelques personnes. Les débits de chantier sont d'environ 8 m³/h avec un chantier bien organisé (bois rangé en andain). C'est une machine qui demande relativement peu de puissance (~100 ch.), mais de la main d'œuvre (4-5 personnes). Le chantier peut aussi être réalisé par des déchiqueteuses à grappin. Il s'agit d'un matériel plus imposant. Le bois est acheminé jusqu'à la déchiqueteuse par un grappin. Ce type de machine demande une puissance relativement élevée à la prise de force (150 ch.) mais permet de réduire de manière importante le besoin de main d'œuvre (1 personne au grappin + les chauffeurs pour les remorques). Le débit pour un chantier bien organisé est de 25 m³/h en moyenne sur les dernières campagnes en Bretagne.

Figure 29 **Déchiqueteuse manuelle (à gauche) et déchiqueteuse à grappin (à droite)**



Source : AILE

Un prototype de déchiqueteuse à tapis convoyeur a été développé dans le Maine et Loire. Le bois est déposé à l'aide de la fourche à fumier dans le convoyeur et le tapis l'achemine vers la partie déchiqueteuse. La puissance nécessaire pour faire tourner la déchiqueteuse reste peu élevée (~100 ch.), tandis que l'effort physique est fortement diminué. Il convient tout de même de bien organiser son chantier au préalable. Plusieurs chantiers tests ont été organisés au printemps 2005 en Maine et Loire, Mayenne et Vendée. Ce type de matériel doit encore être amélioré avant sa diffusion à plus grande échelle.

Déchiqueteuse à tapis convoyeur



Source : AILE

Les techniques sont au point et viennent pour la plupart des pays germaniques ou scandinaves. Pourtant, le recul sur la pratique du déchiquetage manque et cela se traduit par des coûts de revient extrêmement variables (de 2,34 c€/kWh à 5,74 c€/kWh). L'apparition récente des déchiqueteuses à grappin en Bretagne permet d'obtenir des débits de chantier importants avec une main d'œuvre moins importante et donc les coûts les plus bas. Le coût de revient du m³ de plaquettes est d'environ 22 €, soit 90 €/t.

▲ Utilisation sur l'exploitation agricole

Pour l'agriculteur, la valorisation sur l'exploitation du bois de taille de haie permet de bénéficier d'un combustible à un coût très bas moyennant quelques heures de travail. Le bois peut servir à alimenter une chaudière pour son habitation, son exploitation ou les deux. Avec un combustible à prix coûtant, le temps de retour sur investissement est court.

**Tableau 9 comparaison des investissements entre une chaudière à fioul et à bois déchiqueté
Pour une chaudière bois déchiqueté de 30 kW chauffant une maison individuelle :**

	Fioul		Bois déchiqueté	
Chaudière	3800	€	11000	€
Installation	2500	€	2500	€
Total installation	6300	€	13500	€
Crédit d'impôt	600	€	4642	€
Subvention région / département			1250	€
Investissement final	5700	€	7608	€
Différence bois-fioul			1908	€

Source : Aile

Tableau 10 comparaison des temps de retour sur investissement d'une chaudière à bois déchiqueté (comparaison à puissance identique)

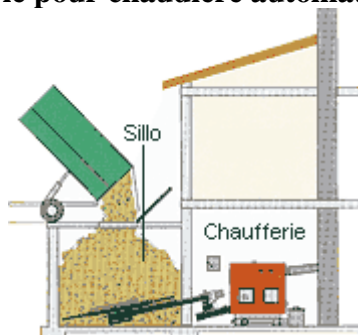
Combustible	Quantité nécessaire	Coût unitaire	Coût annuel	Economie avec le bois	Temps de retour sur investissement
Bois plaquette	22 m ³ secs ⁸	22 €	484 €		
Fioul	2000 L	0.63 €	1260 €	776 €	2.5 ans
Fioul	2000 L	0.50 €	1000 €	516 €	3.7 ans
Fioul	2000 L	0.45 €	900 €	416 €	4.6 ans
Fioul	2000 L	0.40 €	800 €	316 €	6.1 ans
Fioul	2000 L	0.35 €	700 €	216 €	8.9 ans

Source : Aile

▲ La vente aux autres secteurs

L'utilisation de bois sous forme de plaquettes suppose de disposer d'une place suffisante pour stocker les plaquettes alimentant la chaudière automatique. Cela restreint la diffusion de la technique aux habitations en milieu rural ou à des projets de petits chauffages collectifs en lotissements. Dans tous les cas, les travaux qui seraient à consentir par l'utilisateur sont relativement importants et coûteux.

Figure 30 Chaufferie pour chaudière automatique au bois déchiqueté.



Pour l'agriculteur, l'intérêt financier n'apparaît qu'avec un prix de vente des plaquettes supérieur à 80 € la tonne ou 22 €/m³. Etant donné le différentiel de coût important entre le chauffage au bois et le chauffage au fioul, il semble raisonnable d'espérer un développement de cette

⁸ Autour de 80 € la tonne de plaquettes sèches

possibilité à l'avenir. Néanmoins, cela nécessitera une consolidation du réseau d'installateurs et une information des clients potentiels.

Si il existe un vrai potentiel de développement des chaudières à base de plaquettes de bois, des pistes de travail mériteraient d'être approfondies :

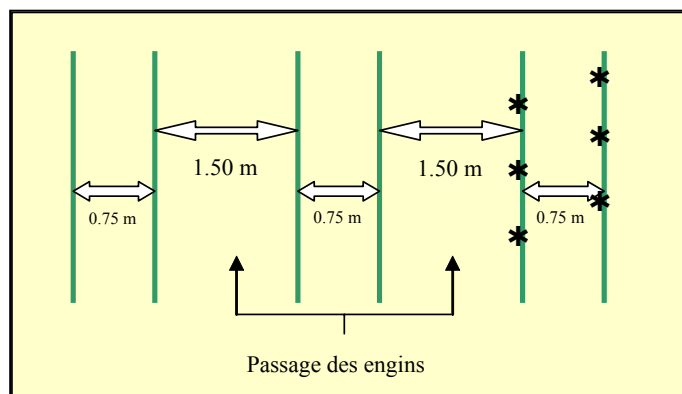
- Favoriser la mécanisation de la chaîne de production des plaquettes de bois
- Diffuser la technique des chaudières à bois auprès des habitants des campagnes
- Poursuivre la structuration d'un réseau d'installateurs de chaudières

- **Les TTCR : Taillis à Très Courte Rotation**



▲ **Principe :**

Le TTCR (Taillis à Très Courte Rotation) de saule, est une culture pérenne qui a une durée de vie de 25 à 30 ans. Elle se récolte tous les deux à trois ans pour la production de bois énergie. Les saules sont plantés au printemps sur des parcelles cultivées (comme pour du maïs) avec du matériel adapté à cette culture.



La plantation se fait en quinconce sur un double rang (75 cm entre 2 rangs et 150 cm entre chaque double rang) pour permettre le passage des engins agricoles (entretien, fertilisation, récolte). Le saule est une plante dont la croissance est rapide (il peut atteindre 3 mètres la première année) et qui permet des rendements de 3 à 12 tonnes de MS à l'hectare, selon l'entretien, le type de sol et sa fertilisation. C'est une culture qui pourrait être

développée en Bretagne pour fournir du bois en complément des haies.

La culture du saule en TTCR est très développée en Suède où elle occupe près de 20 000 hectares à des fins énergétiques, grâce à une politique très forte de développement des énergies renouvelables. En Europe, d'autres pays, tels que le Danemark, l'Angleterre, la Belgique ont également développé cette culture mais dans une moindre mesure et en mettant en avant la fonction épuratrice des taillis de saules.

En Bretagne, un premier programme a été mené entre 1998 et 2002 afin de tester la culture dans les conditions pédoclimatiques bretonnes. Ce programme a permis de valider l'adaptation de la culture mais a mis en évidence les réserves sur l'intérêt économique de la filière avec un but unique de production d'énergie. Un second programme, baptisé Wilwater est en cours actuellement avec pour objectif la validation du pouvoir épuratoire du saule : validation de l'intérêt économique et environnemental de cette approche. Le programme portant sur 100 hectares de culture s'intéresse particulièrement à l'épuration des éléments minéraux apportés par l'épandage de boues de STEP et à la valorisation par fertirrigation des eaux traitées (traitement tertiaire). La dimension agricole se limite aux aspects cultureux. Le programme Wilwater est un programme bénéficiant des fonds européens du programme Life et est piloté par l'association AILE. Les chambres d'agriculture de Bretagne, qui se sont associées au programme pour travailler sur l'aspect désherbage notamment, vont également mettre en place des essais sur la capacité du saule à valoriser des déjections animales (lisier, ...). Ainsi, le TTCR de saule peut remplir 2 fonctions :

- la production de bois énergie
- l'épuration de matières fortement chargées en matières organique et éléments fertilisants (effluents d'élevage, eaux vertes ou brunes dans le cas de mise aux normes économes par exemple, ...)

▲ Production de plaquettes pour l'agriculture ou pour les autres secteurs d'activité

Les plaquettes produites à partir de TTCR devraient avoir un coût de revient inférieur aux plaquettes de bois de haie. Les estimations avancées par l'association AILE qui gère le programme Wilwater s'échelonnent entre 54 € et 82 € la tonne avec une moyenne à 68 €/t, (hors aides liées au programme wilwater). Ces coûts restent provisoire car les premiers essais avec la nouvelle machine de récolte ne seront réalisés que prochainement. De plus, cela suppose d'atteindre des rendements de l'ordre de 14 t/ha/an à 30 % d'humidité. Or, les premières plantations réalisées en Bretagne n'ont toujours pas permis d'atteindre ce résultat.

Il faut aussi se rendre compte qu'à la différence de la valorisation du bois de haie, l'implantation de saule sur une parcelle, pour produire des plaquettes, enlève celle-ci du parcellaire auparavant destiné aux autres cultures. L'économie réalisée sur le combustible de chauffage (ou la marge liée à la vente des plaquettes) doit ainsi être comparée avec la perte de revenu si la culture implantée avait été différente.

Il est important d'ores et déjà d'approfondir la réflexion sur les TTCR en :

- **Produisant des références locales sur les conditions de réussite de la culture dans les conditions pédo-climatiques bretonnes,**
- **Evaluant les applications de la technique aux problématiques agricoles,**
- **Faisant la promotion de la technique auprès des agriculteurs.**

2.2.2.2 Les cultures énergétiques annuelles

Une culture énergétique est une culture dédiée à être utilisée pour produire de l'énergie et ce quelque soit le procédé de transformation ou l'usage énergétique final. Ainsi, le colza diester est une culture énergétique au même titre que les TTCR de saules produisant des plaquettes de bois. Néanmoins, dans cette étude, le terme de cultures énergétiques est réservé aux cultures pouvant être valorisées comme biocombustibles. Cette partie s'intéresse plus particulièrement aux cultures énergétiques annuelles ; les cultures énergétiques pérennes seront vues par la suite.

Une étude de l'ITCF pour le compte de l'ADEME en 1998 a recensé les différents biocombustibles susceptibles d'être produits par l'agriculture. Ceux-ci sont de 2 types :

- Les cultures annuelles exclusivement énergétiques,
- Les résidus de récoltes de cultures à vocation traditionnelle.

Pour chacune des plantes identifiées à vocation énergétique, les atouts mais aussi les contraintes ont été étudiés. Ce découpage montre que la valorisation des cultures énergétiques peut concerner la plante entière ou une part plus ou moins importante de celle-ci (les résidus de récolte c'est-à-dire « les pailles » mais aussi les parties nobles, les grains). Ces trois points seront examinés successivement :

- **Cultures énergétiques « plantes entières » :**

Les caractéristiques des différentes cultures énergétiques annuelles sont présentées dans le tableau 7 ci-dessous.

Tableau 11 caractéristiques de différentes cultures énergétiques annuelles

	triticale	blé	orge	chanvre	lin	sorgho	mélilot	kénaf
utilisation énergétique	++	++	++	++	++		++	
adaptation au milieu	+++	++	++	+	-	-	++	--
production récoltable	+++	+++	+++	++	+	+++	+	+
besoins en intrants	+	+	+	++	++	+	+++	+
nombre d'interventions	+	-	-	++	++	-	++	+
contraintes d'interventions	+	++	++	++	++	++	+	+
récolte : saisonnalité	-	-	-	-	-	-	++	++
contraintes	+++	+++	+++	++	+	+++	+	--
matériel spécifique	non	non	non	non	oui	non	non	non
stockage	++	++	++	++	++	++	++	++
Impact sur l'environnement pendant la culture	+	+	+	++	++	++	++	++

Source ITCF / Ademe, 1998

De ces cultures annuelles, 2 plantes ou famille de plantes se distinguent : le mélilot et les céréales (triticale, blé, orge, ...).

Le mélilot est une plante intéressante vis-à-vis de l'énergie qu'elle peut fournir et aussi pour sa bonne adaptation aux conditions pédoclimatiques bretonnes. Son plus gros inconvénient réside actuellement dans la difficulté technique de valorisation de la plante. La technologie de combustion n'est pas maîtrisée. D'importants efforts de recherche sur les techniques de combustion et la mise en place de chaufferies automatiques seront nécessaires avant de tirer parti de cette plante.

Les céréales sont également intéressantes énergétiquement et surtout, leur culture est bien connue des agriculteurs bretons. Ceux-ci possèdent, en général, le matériel adapté à leur culture. Toutefois, les techniques de valorisation en plante entière ne sont pas maîtrisées en France.

- **Les pailles de cultures à vocation alimentaire ou autre :**

Parmi les résidus de récoltes, les pailles de céréales sont de loin ceux qui sont le plus facilement valorisables pour obtenir de l'énergie, comme l'indique le tableau 12.

Tableau 12 Caractéristiques des résidus de cultures en valorisation énergétique

	pailles céréales	paille colza	cannes tournesol	fane topinambour	paille lin oléagineux
utilisation énergétique	+++	++	+	+	+++
adaptation au milieu					
production récoltable	++	-	-	+	-
besoins en intrants					
nombre d'interventions					
contraintes d'interventions					
récolte : saisonnalité	-	-	-	+	-
contraintes	+++	+++	-	--	--
matériel spécifique	non	non	non	non	non
stockage	+++	+++	++	++	+++
Impact sur l'environnement pendant la culture					

Source : ITCF / Ademe AGRICE _ 1998

La valorisation des pailles de céréales se fait d'une manière proche de celle des céréales plantes entières. La technologie n'est maîtrisée que pour de grosses unités comme la chaufferie de Villeparisis ou celle, plus récente, du CEA⁹ de Valducq.

- **Les graines de cultures annuelles :**

Les graines peuvent également être utilisées comme biocombustibles. Ceci est particulièrement vrai pour les céréales. Les grains sont intéressants pour une valorisation énergétique car ils ont des caractéristiques (notamment la fluidité) qui se rapprochent beaucoup des plaquettes ou des granulés de bois pour lesquels de nombreuses installations existent.

✧ **Principe :**

Les graines de céréales peuvent être utilisées comme combustible dans des chaudières ou des poêles poly combustibles. La productivité est moindre qu'en plante entière mais le mode de valorisation est plus ou moins maîtrisé. Cette filière permet d'offrir un débouché aux céréales

⁹ Commissariat à l'Énergie Atomique

qui pour des questions sanitaires ne peuvent être valorisées dans la filière alimentaire traditionnelle.

Les chaudières sont parvenues à un stade de fiabilité qui permet de classer cette filière comme étant « en lancement/développement ». Pour autant tous les problèmes liés à la combustion de céréales ne sont pas résolus. Il est ainsi avéré que la combustion des céréales dégage beaucoup de fumées acides dont les conséquences sur l'environnement sont mal connues et qui nécessitent d'utiliser des matériaux résistants (cheminées en PVC ou en céramique) plus coûteux. Certaines céréales sont riches en silice, ce qui nécessite un entretien minime mais quotidien. C'est pourquoi, il est important de tempérer le développement de la technique en attendant de plus amples informations.

De plus, cette filière qui donne actuellement le droit à la perception des 25% de primes PAC couplées, pourrait déstabiliser la filière bois énergie dont les avantages environnementaux sont bien plus importants (érosion, biodiversité, ...).

▲ Utilisation des céréales combustibles en agriculture

L'utilisation de céréales par les agriculteurs est intéressante car ils peuvent être produits sur l'exploitation. De plus, l'agriculteur dispose du matériel pour la manipulation des quantités importantes de céréales requises par les installations de chauffage de certaines exploitations.

L'utilisation de blé en combustible permet d'économiser près de 650 € sur l'utilisation de 2500 l de fioul¹⁰ à 0,50 €/l, soit 210 € la tonne de blé à comparer aux 100 € perçus par l'agriculteur qui commercialise son blé en alimentaire en système classique. Même si l'investissement est plus lourd que pour le fioul, l'économie sur le combustible permet un retour sur investissement rapide.

L'utilisation de céréales en combustibles pourrait aussi trouver sa place pour le chauffage des serres. Il semble que ce soit l'une des rares sources d'énergie alternative pouvant offrir un coût de chauffage de moins de 13 €/m²/an (jusqu'à 110 €/t pour 1156 t/ha/an). Toutefois, il se posera le problème de l'approvisionnement. En effet, le chauffage d'un hectare de serres requière la production de près de 150 ha de céréales à 80 q/ha, tandis que la vente de céréales ne peut se faire entre l'agriculteur et l'utilisateur. Les céréales doivent, selon la loi, obligatoirement passer par un organisme stockeur.

▲ Vente de céréales combustibles aux autres secteurs d'activité

L'utilisation des céréales comme combustibles peut également se faire au niveau des particuliers. Elle offre un confort aux utilisateurs qui les utiliseraient en chauffage d'appoint (poêle à céréales). Ils apportent la même facilité de manutention que les granulés de bois avec une sécurité d'approvisionnement supplémentaire.

De plus, le coût des céréales (0.021 €/kWh pour des céréales à 95 €/t) est particulièrement avantageux face à celui des granulés de bois (0.035 €/kWh). A titre de comparaison le coût du fioul domestique est de 0.05 €/kWh pour un fioul à 0.5 €/l. Même à 150 €/t, le coût des céréales reste inférieur à celui des granulés de bois. Cela offre un débouché potentiel intéressant aux céréales dont le prix en alimentaire ne dépasse pas 100 €/t à la récolte.

Toutefois, il faut être prudent avec cette filière car de nombreuses questions d'ordre environnemental et économique restent en suspend (pollution par les rejets de fumées, conditions de ventes des céréales,...). L'une d'entre-elle affecte particulièrement le monde agricole : il s'agit du déficit de la Bretagne en céréales pour son alimentation animale. Le

¹⁰ 2500 l de fioul (maison moyenne de 120 / 130 m²) ⇔ 6 tonnes de blé, soit moins d'un hectare

développement de cette filière risque d'accentuer ce déficit et faire augmenter les prix des aliments pour le bétail.

Au-delà de ces questions pratiques, il reste une question plutôt d'ordre éthique. En effet, les céréales sont la base de l'alimentation humaine et cela peut paraître choquant de brûler ce produit noble.

Il pourrait être envisagé de

- *Initier une étude pour clarifier les avantages et les inconvénients de cette filière.*

Et si validation

- *Produire des références locales sur les itinéraires culturaux « allégés » pour la production de céréales combustibles,*

- *Structurer un réseau d'installateurs de chaudières et poêles poly combustibles en agriculture.*

2.2.2.3 Les cultures énergétiques pérennes

L'étude menée par l'Ademe en 1998 sur les cultures « ligno cellulosiques » pouvant servir de bio combustibles identifie plusieurs cultures pérennes.

Tableau 13 les différentes cultures énergétiques pérennes

Espèces perennes	utilisation énergétique	adaptation au milieu	production récoltable	besoins en intrants	nombre d'interventions	contraintes d'interventions	récolte			stockage	Impact sur l'environnement pendant la culture
							saisonnalité	contraintes	matériel spécifique		
Dactyle	+	++	+	++	++	++	-	+++	NON	+++	++
Fétuque élevée	+	+++	+	++	++	++	-	+++	NON	+++	++
Luzerne	++	++	++	+++	+	++	+	+++	NON	++	++
Coromille		++	+	+++	++	++	-	+++	NON	++	++
Miscanthus	+++	++	+++	++	+	+	++	--	OUI	-	++
Canne de provence	+	--	+++	++	++	++	++	-	OUI	--	++
phragmite phalaris	+	-/+	++	++++	+++	-/+	++	--	OUI	-	-/+
cynara	+	+	++	++	++	++	++	+	OUI	-	++
TTCR saule	+++	++	++	++	+	++	+++	-	OUI	-/+	++
TCR peuplier	+++	+	++	++	+	++	+++	-	OUI	-/+	++
TCR eucalyptus	++		++	++	+	++	+++	-	OUI	++	++

Source : ITCF / Ademe

- Des graminées dont la culture est connue (luzerne, fétuque, dactyle),
Les graminées communes semblent bien adaptées pour une valorisation énergétique. Néanmoins, il est nécessaire d'approfondir l'économie de ces filières.
- Des plantes ligneuses (saule, peuplier, eucalyptus),
Les cultures ligneuses, saules et peupliers semblent les mieux adaptées avec un avantage au saule.
- Des plantes lignocellulosiques dont la culture est peu connue.
Parmi les plantes lignocellulosiques peu connues, le miscanthus paraît le plus apte à être développé pour une valorisation énergétique, malgré une récolte particulièrement contraignante.

Les principales pistes de travail relatives aux cultures énergétiques pérennes sont les suivantes :

- *Produire des références locales sur les conditions de réussite des cultures peu connues dans les conditions pédo-climatiques bretonnes,*
- *Collaborer aux programmes nationaux et européens sur les méthodes de valorisation des cultures énergétiques,*
- *Diffuser les informations aux agriculteurs.*

2.2.2.4 Le solaire thermique

Le solaire thermique actif permet de récupérer la chaleur du rayonnement solaire au sein d'un fluide, parfois de l'air, le plus souvent de l'eau, par la mise en oeuvre de capteurs solaires. En agriculture, ces techniques peuvent assurer la production d'eau chaude sanitaire, le séchage de céréales ou de foin en grange, par exemple.

• Le chauffe-eau solaire

Le chauffe-eau solaire devient une installation courante en Bretagne. L'ADEME a mené et mène toujours des opérations de promotion de la technique et d'organisation de la filière. Il existe ainsi en 2006, plus de 500 opérateurs qualifiés par l'Ademe installant ce type de technologie sur la région. Le CESI (Chauffe-Eau Solaire Individuel) est surtout développé pour répondre aux besoins des particuliers ; les aides de l'Ademe et des pouvoirs publics (collectivités & Etat au travers du crédit d'impôt) y étant concentrées. Néanmoins, cette technique est intéressante car elle permet à l'agriculture d'économiser de l'électricité sur un poste gourmand en énergie : le chauffage de l'eau.

▲ Principe :

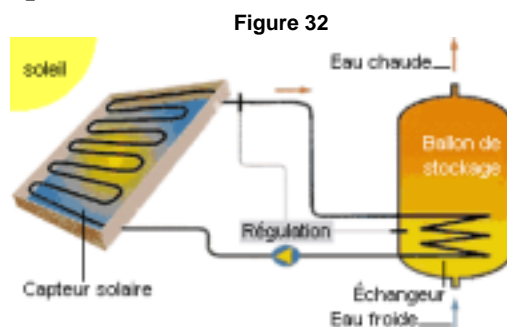
Un chauffe-eau solaire est composé de trois principaux éléments :

- des capteurs thermiques vitrés qui reçoivent le rayonnement solaire,
- un ballon de stockage de l'eau sanitaire,
- un ensemble de régulation

Les capteurs utilisés pour la production d'eau chaude sanitaire en agriculture sont plans. C'est un réseau de tuyaux dans lequel circule un fluide caloporteur qui est en général de l'eau glycolée. Celle-ci transfère sa chaleur à l'eau sanitaire du ballon de chauffe grâce à un échangeur. L'eau du

ballon de chauffe est transférée à un ballon d'appoint, où un système annexe (chaudière, résistance électrique) permet de porter l'eau à la température désirée. La circulation des fluides dans l'installation peut être soit naturelle soit forcée.

Figure 31 **principe de fonctionnement du chauffe-eau solaire individuel**



Source : ADEME

▲ Utilisation en agriculture

Cette technique trouve son intérêt :

- chez les éleveurs laitiers qui ont des besoins importants en eau chaude pour le lavage de la salle de traite. C'est une technique alternative aux récupérateurs de chaleur sur les tanks à lait pour diminuer le poste eau chaude qui représente tout de même 40 % de l'électricité consommée (8 ktep).
- Pour les élevages de veaux de boucherie: préparation du lait

De plus, le temps de retour sur investissement est acceptable (8 à 12 ans selon le niveau d'aide)

● **Le séchage en grange à énergie solaire**

L'énergie solaire peut aussi servir au séchage de produits agricoles et notamment du foin. La technique est encore plus simple que pour chauffer de l'eau. Sur l'Ouest de la France, on compte une centaine d'installations de ce type, une vingtaine en Bretagne.



▲ Principe :

Le séchage du foin en grange permet de récolter un fourrage riche avec une très haute qualité nutritive à un stade précoce. Le temps de récolte est réduit et devient moins dépendant des conditions météorologiques. Un pré fanage de 24 à 48 h au champ suffit avant la récolte à la remorque auto chargeuse. Le fourrage est déposé en grange à un taux entre 45 et 65 % de MS (matière sèche). Le foin humide est repris par une griffe à fourrage suspendue et est réparti dans les cellules de stockage en couches successives. L'air en traversant de bas en haut le fourrage, le sèche progressivement.

Figure 33 principe du séchage solaire de foin en vrac en grange

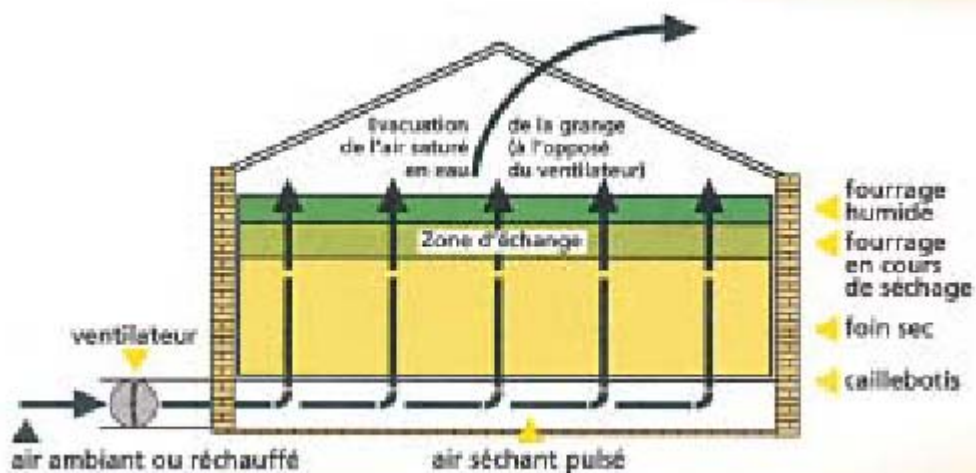
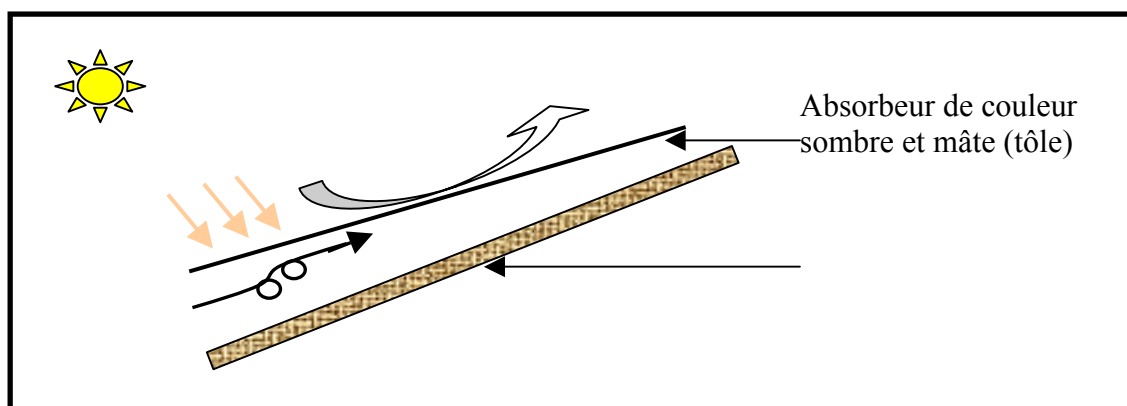


Image Ademe

Après le dernier jour de récolte, le séchage se poursuit quelques jours pour terminer le processus de conservation. (+/- 90 % de MS). Le foin, une fois sec, reste stocké dans les cellules. L'hiver, le foin sec est repris à l'aide de la griffe pour être distribué à l'auge directement aux animaux.

L'opération de chauffage de l'air peut se faire à partir de diverses sources d'énergie, mais l'utilisation de l'énergie solaire est particulièrement avantageuse. L'investissement est faible : un simple espace aménagé sous la toiture du bâtiment permet de réchauffer et assécher l'air. L'air canalisé sous la toiture voit son humidité relative diminuer avec l'échauffement, ce qui renforce son pouvoir évaporatoire*. Un échauffement de 3 à 5°C (situation courant mai dans l'ouest) permet de gagner 10 à 20 points d'hygrométrie, c'est à dire de doubler le pouvoir évaporatoire de l'air ambiant. L'efficacité d'un capteur solaire est ainsi d'environ 30 % de l'énergie solaire incidente.

Figure 34 schéma du capteur solaire pour le séchage de foin en vrac en grange



Par l'intermédiaire d'une gaine d'aspiration collectrice, l'air réchauffé parvient dans une chambre correspondant au caisson du (ou des) ventilateur(s) avant d'être pulsé dans les cellules de séchage. Un schéma d'une installation complète est présenté ci-dessous :

Figure 35 Installation complète de séchage en grange

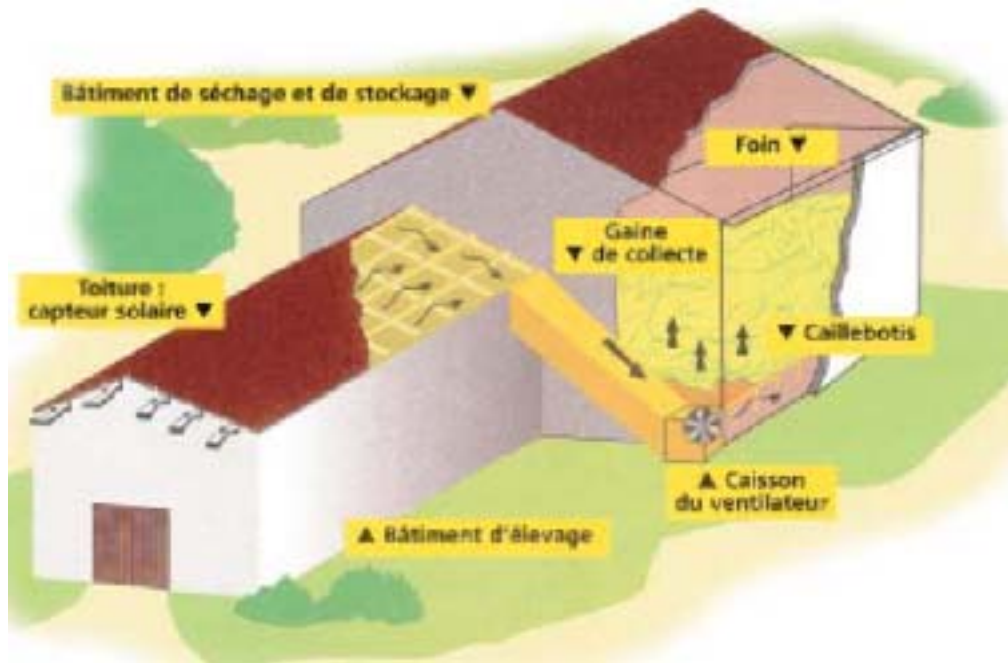


Image ARPE – Midi Pyrénées

* : L'air humide contient une forme d'énergie, l'enthalpie, permettant d'évaporer de l'eau. Cet air humide peut, au mieux, se saturer en eau, c'est alors le brouillard. La différence entre les 2 niveaux d'énergie est appelé pouvoir épuratoire de l'air humide qui traduit sa capacité à contenir de l'eau. En augmentant la température de l'air ambiant, on augmente son énergie et par là sa capacité à accueillir plus d'eau par m³ d'air. Un réchauffement de l'air de 3 à 5 °C/j en moyenne permet une amélioration de 30 à 50 % du débit de séchage.

Le séchage de foin en vrac en grange est une technique assez peu répandue dans l'ouest. Néanmoins, 95 éleveurs de vaches laitières et de chèvres répartis sur les 12 départements du grand ouest pratiquent ce type d'affouragement. Ils sont réunis au sein de l'association SEGRAFO (Association de promotion et de développement des techniques de SEchage en GRAnge de FOurrages dans le grand ouest), basé à Rennes au Centre IN.P.A.C.T Bretagne (Initiatives Pour une Agriculture Citoyenne et Territoriale, Réseau Agriculture Durable). Toutes les installations de ce réseau associatif fonctionnent à l'énergie solaire.

La technique est intéressante à plusieurs niveaux :

bilan énergétique,
qualité du fourrage

Mais elle présente des limites :

elle est peu développée (une vingtaine d'installation en Bretagne)
elle coûte cher (~400 €/tMS, hors aides).

Il serait nécessaire d'affiner la comparaison avec le système le plus répandu en Bretagne (système fourrager « herbe + maïs ») : bilan énergétique, bilan économique

2.2.2.5 Les déjections animales sèches

▲ **Principe :**

La Bretagne produit environ 800 000 tonnes de fumier de volailles par an (AGRESTE 2002).

Ce fumier est sec et très pailleux. Il brûle particulièrement bien. Il s'agit d'une valorisation qui répond à deux problématiques complémentaires au niveau de la région : le besoin d'énergie alternative pour le chauffage et la résorption des excédents structurels.

▲ Utilisation du fumier de volaille en agriculture

Dans le cadre du plan de résorption breton, il était prévu d'utiliser une partie des déjections en valorisation énergétique dans de petites unités pilotes d'incinération. Deux unités de ce type ont été construites :

- La première unité, à Braspart dans le Finistère, traite 530 tonnes de fumier (avec 160 tonnes de plaquettes de bois),
- La seconde, à Saint Ségal également dans le Finistère, utilise 360 tonnes de fumier (avec 240 tonnes de plaquettes).

Ces deux expériences n'ont pas permis de démontrer la faisabilité d'une telle installation. Elles avaient notamment **des difficultés pour satisfaire la réglementation relative aux UIOM** (norme 2000/76/CE). Il semble aberrant dans cette filière énergétique que le fumier de volaille soit assimilé à un déchet au même titre que les ordures ménagères alors qu'il s'agit bel et bien de biomasse. Cette classification oblige les installations de combustion à respecter des normes conçues pour des installations sans commune mesure avec leur taille (installations de 500 kW et norme pour des installations de moins de 50 MW soit 50000 kW). Les études sur le second procédé dit procédé « Stercus » devraient se poursuivre en partenariat avec l'Ademe.

Pourtant, l'utilisation du fumier de volailles à la ferme en autoconsommation présente de nombreux avantages comparativement à la vente de cette ressource :

- L'utilisation de fumier de volaille en combustion¹¹ pourrait permettre de chauffer en partie les poulaillers des élevages avicoles et ainsi réaliser des économies sur les 31 ktep utilisés dans cette filière pour le chauffage. **L'utilisation de 100 000 tonnes de fumier de volaille permettrait de produire 25 ktep de chaleur.** Il serait intéressant également d'évaluer la faisabilité d'une unité de cogénération fonctionnant au fumier de volaille.
- Aucun transport de déjections n'est nécessaire.
- L'acceptation d'une telle structure par la population est plus facile

L'utilisation du fumier de volailles pourrait aussi se justifier en serres, où les besoins de chaleurs sont très importants. Néanmoins, cette solution nécessite des transports de déjections qui peuvent compliquer le montage des projets. Sinon, les déjections sèches pourraient servir à faire de la cogénération avec une turbine à vapeur.

▲ Utilisation hors du secteur agricole :

Le fumier de volaille pourrait être utilisé dans une installation de taille moyenne de production d'électricité et de chaleur par cogénération. Toutefois, il existe de fortes oppositions à ce genre de projets en Bretagne et l'échec des projets proposés par le passé rend délicat de telles applications.

¹¹ PCI : 2500 kWh/t MS

Le fumier de volailles est certainement une ressource à ne pas négliger car le gisement est important même si à l'heure actuelle il n'y a pas de gros problèmes de débouchés. L'unité doit être de taille importante pour pouvoir justifier les frais liés à la mise en conformité avec les rejets UIOM. Les petites installations ne peuvent s'y conformer. L'autre solution est d'infléchir la législation pour ce type d'unité de faible dimension permettant la valorisation du fumier de volailles dans un petit réseau de chaleur. L'acceptation d'une unité de petite taille serait plus aisée que dans le cas d'une grosse installation, même aux normes européennes. Il paraît peu probable que cette ressource puisse être utilisée dans un autre secteur qu'en agriculture.

2.2.3 L'électricité

L'agriculture peut participer de manière non négligeable à la production décentralisée d'électricité en Bretagne.

2.2.3.1 Le petit éolien

La Bretagne dispose d'un potentiel important avec des vents moyens de 6,5 à 7,5 m/s. Pourtant, le petit éolien à la ferme pour être autonome reste très peu développé. Il faut dire que les démarches à entreprendre peuvent décourager les plus motivés et que l'opération reste coûteuse. En effet, les frais d'études et de raccordement sont sensiblement les mêmes quelle que soit la taille du projet. Et bien que les coûts de raccordement au réseau basse tension, compatible uniquement avec les petits projets, seraient moindres que pour le réseau haute tension, le coût du KW installé reste tout de même supérieur (1500 €/KW pour le petit éolien contre 1000 €/KW en moyenne pour le grand éolien).

L'installation d'éoliennes, avec comme objectif une autonomie totale sans passer par le réseau électrique, n'est en aucun cas envisageable de manière rentable pour les exploitations agricoles bretonnes, hormis dans les sites isolés pour lesquels un raccordement serait trop coûteux.

Néanmoins, l'énergie éolienne peut apporter une autonomie partielle sur certains postes consommateurs d'électricité comme le pompage de l'eau pour abreuver les animaux. Les éoliennes de pompage, dites « multi pales », étaient d'ailleurs assez courantes au 19ème siècle et au début du 20ème en France et surtout aux Etats-Unis. Cette technique peut également permettre d'économiser du carburant quand l'apport d'eau au champ se fait, via une tonne à eau derrière le tracteur. Le coût de l'installation peut être un frein à son développement car le gain énergétique n'est pas forcément très important. En remplacement d'un abreuvement avec la tonne à eau, en revanche, en plus du gain énergétique, cette technique offre un meilleur confort de travail.

Pistes de travail :

- *Assurer le suivi des agriculteurs pionniers qui s'équipent avec du petit éolien.*
- *Equiper les stations expérimentales des chambres d'agriculture de Bretagne (petites éoliennes, éoliennes de pompage) pour collecter des références et mener des démonstrations.*

2.2.3.2 L'électricité d'origine photovoltaïque

Le potentiel de production de l'énergie solaire est certainement le plus important de toutes les énergies renouvelables. L'énergie qui atteint le sol terrestre est sans commune mesure avec les réalisations humaines. Toutefois, le rendement de conversion de cette énergie incidente en énergie électrique utilisable est faible (10 %).

La technologie photovoltaïque a beaucoup évolué ces dernières années et continue de le faire. Il y a de nombreux systèmes en développement qui présentent une très bonne longévité et un coût de maintenance très faible par rapport à l'éolien par exemple. Il est à prévoir que cette technologie va encore progresser pour offrir des capacités supérieures.

La production d'électricité photovoltaïque pour les besoins de l'agriculture sans passer par le réseau EDF n'est pas envisageable pour les mêmes raisons que pour l'électricité d'origine éolienne. Ainsi, avec un raccordement au réseau, la problématique est la même que celle exposée dans la partie précédente.

A l'heure actuelle, c'est un investissement relativement lourd (750 €/m² installés) et dont la rentabilité peut être considéré comme moyennement acceptable selon le niveau d'aide (20 – 25 ans). La couverture des besoins de l'agriculture en électricité qui s'élèvent à 104 ktep nécessiterait de couvrir 468 hectares de capteurs. Pour la collectivité, avec un taux de subvention de 50 % de l'investissement, cela représenterait un investissement de 1.8 milliard d'euros, soit 7.5 €/kWh. Pour autant, c'est une piste à surveiller car les exploitations agricoles bretonnes disposent d'une surface de toiture importante (bâtiments d'élevage) qui pourrait être valorisée par la production d'électricité d'origine photovoltaïque.

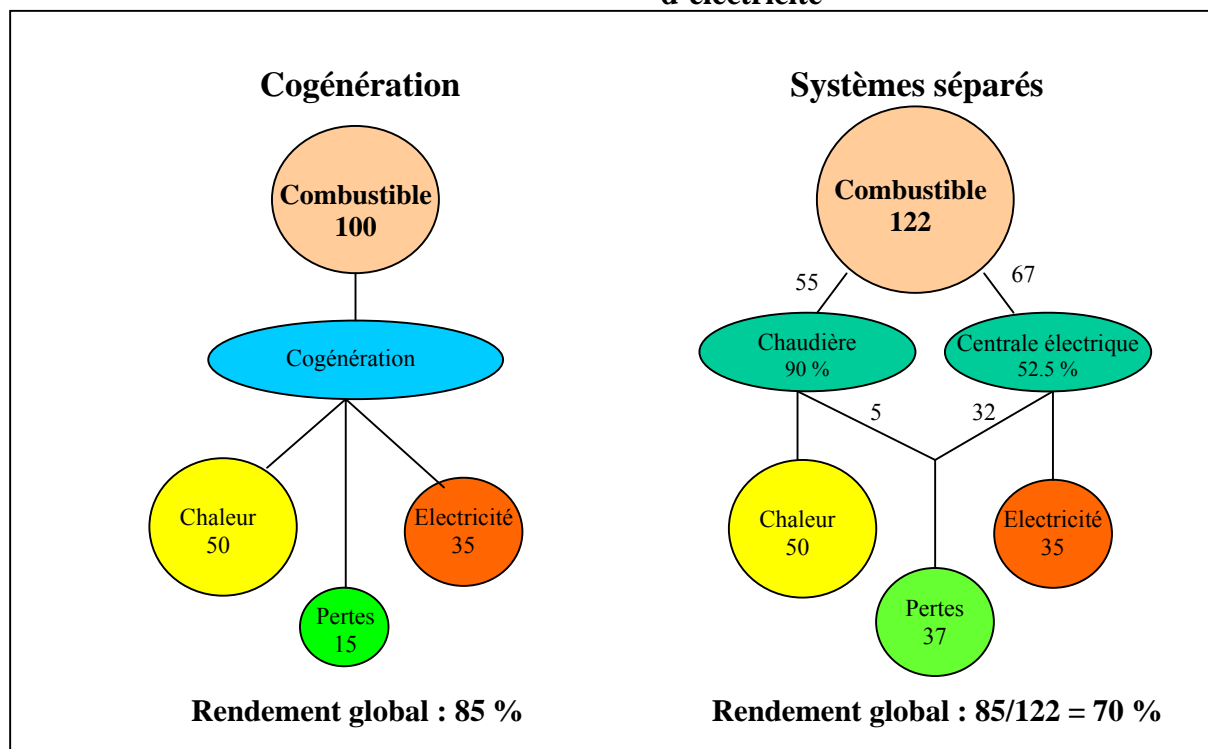
Pistes de travail :

- *Assurer le suivi d'agriculteurs pionniers qui s'équipent de panneaux photovoltaïque pour la production d'électricité,*
- *Equiper les stations expérimentales des chambres d'agriculture de Bretagne avec ce type d'équipement pour la collecte de références.*

2.2.4 Electricité et chaleur : la cogénération

La cogénération est la production simultanée d'électricité et de chaleur valorisables. C'est une technique qui s'applique déjà avec succès dans l'industrie depuis la fin des années 90. Elle vise l'efficacité énergétique car les pertes sont inférieures à celles enregistrées lorsqu'il y a production séparée de la chaleur et de l'électricité dans des unités centralisée (figure 39).

Figure 36 **Comparaison entre la cogénération et la production dissociée de chaleur et d'électricité**



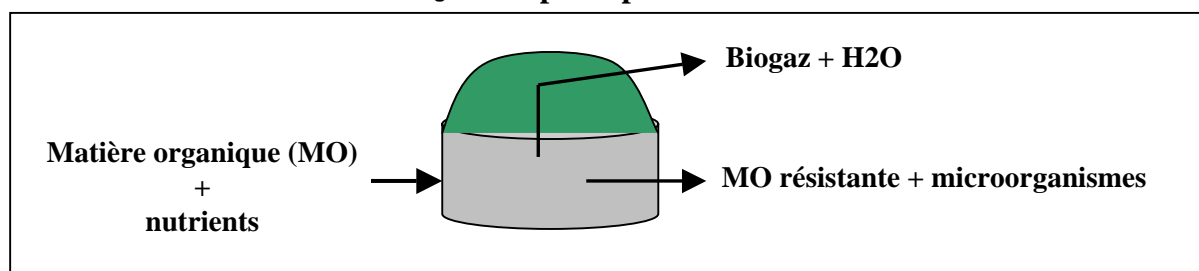
Le dimensionnement d'une unité de cogénération se faisant sur le besoin en chaleur, cette technique ne s'applique que pour des installations ayant des besoins en chaleur important et relativement constant sur longue période de l'année. Cette technique est ainsi particulièrement recommandée pour les industries et des bâtiments publics comme les hôpitaux. En agriculture, l'application est assez restreinte : les exploitations maraîchères réalisant la production de légumes sous serres chauffées (en général de novembre à mars) et les élevages hors sol, notamment de porcs en association avec la méthanisation. Néanmoins, il faut aussi garder à l'esprit que l'agriculture est un gisement important de matière organique qui peut être la source de l'énergie utilisée pour la cogénération sans que l'installation ne soit réalisée pour subvenir au besoin en chaleur du secteur. Par la suite, on va étudier plus en détail 2 cas : la méthanisation des déjections d'élevage et autre matière organique (déchets d'industrie agro alimentaire, déchets verts de collectivités, ...) et la cogénération dans les serres maraîchères.

2.2.4.1 Méthanisation et cogénération.

▲ Principe :

La méthanisation est une fermentation de matière organique en l'absence d'oxygène (anaérobie). Dans un réacteur en anaérobie strict, hermétiquement clos et maintenu à une température constante (principalement de 20 à 37 °C), il se déroule une transformation de la matière organique. Cette transformation peut se résumer de la manière suivante :

Figure 37 principe de la méthanisation



Le gaz obtenu (appelé biogaz) est un mélange gazeux composé essentiellement de 60 % méthane (CH₄) et, en moindre quantité, de gaz carbonique (CO₂). Le biogaz est utilisé comme combustible dans un moteur à gaz entraînant une génératrice d'électricité tandis que la chaleur produite simultanément est récupérée pour être utilisée en chauffage de bâtiments (maison, bâtiments d'élevage, ...).

De plus, cette technique permet la production d'électricité décentralisée, ce qui répond particulièrement à un des enjeux importants de la région Bretagne vis-à-vis de l'énergie. Le développement de la cogénération à partir des déjections animales et de graisses en codigestion permettrait de soulager efficacement le réseau électrique tout en maintenant la compétitivité de l'élevage porcin breton.

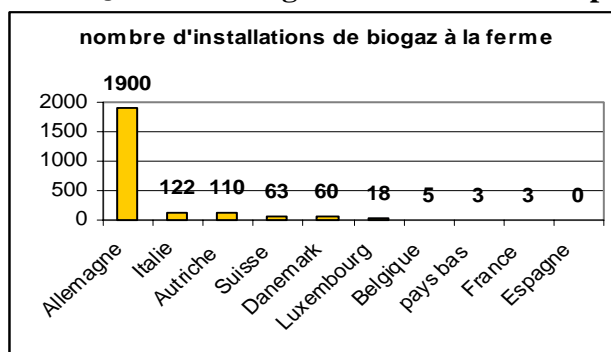
Cette technique a également d'autres incidences positives sur l'environnement :

- La méthanisation permet de **supprimer les odeurs** liées à la manipulation des déjections animales. Elle permet en effet de transformer les acides gras volatils, principaux responsables des odeurs désagréables, en méthane. C'est un avantage certain de la méthanisation par rapport à d'autres procédés.
- La méthanisation des effluents d'élevage participe à la lutte contre l'effet de serre. En effet, l'inventaire national 2002 dressé par le CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique) indique que 18 % des émissions brutes de gaz à effet de serre sont imputables à l'agriculture, auxquels il convient d'ajouter les 11 MteqCO₂ (Mégatonnes équivalent CO₂) liés à la fabrication des engrais. Les activités agricoles génèrent 69 % des émissions nationales de N₂O et 68 % de celles de CH₄ dont 67 % proviennent des fermentations intestinales des ruminants. Le N₂O provient lui de l'épandage des engrais azotés, des pertes par ruissellement et lessivage ainsi que du stockage des déjections animales et de leur épandage. Il représente la moitié du pouvoir de réchauffement global de l'agriculture, le méthane 40 % et le CO₂ seulement 10 %. La méthanisation à la ferme permet de lutter à plusieurs niveaux contre les GES :
 - en évitant les rejets de N₂O et CH₄ qui ont lieu lors du stockage et du traitement aérobie ou de l'épandage des lisiers,
 - en minimisant l'utilisation d'engrais,
 - en substituant le biogaz aux énergies fossiles puisqu'une tep de biogaz évite 2,5 tonnes de CO₂.

▲ La méthanisation à la ferme

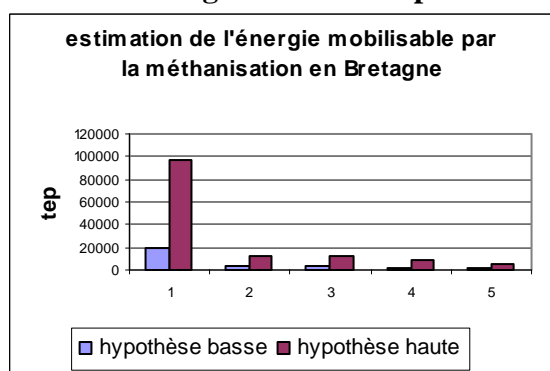
Le biogaz à la ferme est une technique courante en Europe mais pourtant pratiquement ignorée en France. En 2003, 2 % de l'électricité de l'Union Européenne à 15 était issue d'installations au biogaz agricole soit 64 ktep. Cela ne cesse par ailleurs de progresser.

Figure 38 le biogaz à la ferme en Europe



La technologie est principalement germanique avec près de 3000 installation fin 2005. Un travail important de transfert de compétences est nécessaire. L'association Aile, travaille sur le sujet depuis quelques années, en accompagnant quelques projets pilotes qui devraient voir le jour en Bretagne en 2006-2007.

Figure 39 estimation de l'énergie mobilisable par méthanisation en Bretagne



Source : Ademe

La figure 42 montre que le lisier de porc (1) est de loin la ressource la plus importante en Bretagne comparé à la fraction fermentescible des ordures ménagères (2), des boues de station d'épuration des collectivités (3), des boues de STEP des IAA (4), et des déchets organiques des IAA (5).

L'application de cette technique parait donc très intéressante en élevage de porcs où la chaleur récupérée sur le circuit de refroidissement du moteur de la génératrice simultanément à la production d'électricité peut être utilisé en remplacement de l'électricité **pour le chauffage des bâtiments d'élevage**. (Une part de cette chaleur doit tout de même être utilisée pour maintenir en température le digesteur.). Cette technique suppose toutefois un transport de la chaleur par un réseau d'eau chaude dans les bâtiments. C'est une technique très peu présente en Bretagne et cela suppose un investissement important en sus de la construction de l'installation de méthanisation. De plus, les références sont peu nombreuses.

▲ La méthanisation et la cogénération en unités collectives

Cette technique peut aussi être appliquée dans des installations collectives, ce qui a l'avantage de réaliser des économies d'échelle et de réduire les coûts d'investissement par producteur.

Toutefois, ce type d'installation de grande ou moyenne taille se heurte très souvent à l'opposition des riverains et de certaines associations, car cela implique, notamment, des transports de lisier.

Il n'y a pas d'installation de ce type en Bretagne ni même en France. C'est la solution qui prévaut au Danemark, mais dans ce pays les ateliers porcins sont de tailles bien plus importantes qu'en Bretagne.

A l'heure actuelle, il y a bien, en Bretagne, un projet d'unité collective de méthanisation qui va voir le jour prochainement, mais l'énergie produite sera intégralement autoconsommée pour sécher la fraction organique du digestat afin de l'exporter dans le cadre de la résorption des excédents azotés.

Ce procédé a un potentiel intéressant. Selon une estimation de l'Ademe Bretagne, la mobilisation de 10 % du lisier de porc breton fournirait près de 20 000 tep par an et 50 % fournirait près de 100 000 tep. C'est de loin le premier gisement d'énergie mobilisable par la méthanisation. Ainsi, l'estimation montrait que la mobilisation d'énergie issue des déjections agricoles et des graisses d'IAA pouvait aller de 30 000 à 135 000 tep par an (hors fumier de volaille) .

Pistes de travail :

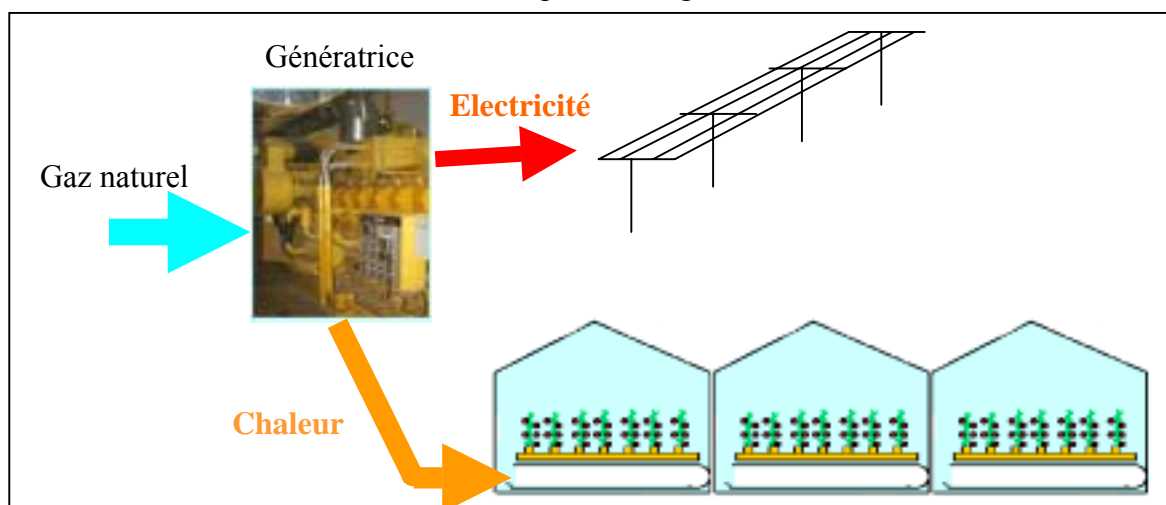
- Assurer le suivi des deux élevages pionniers en 2006-2007,
- Mettre au point une procédure d'accompagnement des futurs projets en Bretagne
- Identifier une structure référente pouvant apporter l'expertise nécessaire au développement de la technique en Bretagne.

2.2.4.2 La cogénération dans les serres

✧ Principe :

La cogénération dans les exploitations maraîchères, au vu des besoins de chauffage importants et de la faiblesse de la ressource en biomasse, ne peut se concevoir à grande échelle qu'à partir de gaz naturel. Ainsi, un moteur, alimenté par du gaz naturel, peut produire à la fois de l'électricité et de la chaleur, grâce à un échange de température entre les fumées du moteur et l'eau, utilisée ici pour le chauffage des serres. Cette technique est appliquée couramment aux serres par les maraîchers hollandais, mais reste encore rare sur le territoire français.

Figure 40 Principe de la cogénération en serres



✧ Application de la technique en Bretagne

En Bretagne, il n'existe que quelques installations de ce type, dont une prévoit également la fourniture de CO2 pour les serres, ce qui permet d'améliorer la productivité. Cette installation est située à Gouesnou dans le Finistère. Pour chauffer 5 ha de serres de tomates, la génératrice produit également 2700 kWh du 1er Nov. au 31 mars, soit 3624 heures de fonctionnement non-stop. Cela correspond à la production de 9 784 MWh.

La technique est intéressante à plus d'un titre. Non seulement, cela permet la production d'électricité décentralisée en Bretagne avec une efficacité importante, mais en plus elle offre aux producteurs de tomates une base de revenu relativement stable à une période où il n'y a pas de production (décembre, janvier) et où les charges de chauffage sont les plus importantes.

Toutefois, l'augmentation du prix du gaz tend à diminuer l'intérêt de la technique car le prix de rachat de l'électricité n'est que partiellement indexé sur celui du combustible fossile. Il semblerait qu'une nouvelle tarification soit à l'étude au niveau national.

On peut imaginer qu'avec la libéralisation du secteur de l'électricité, les producteurs puissent à l'avenir négocier au jour le jour la vente de leur production comme aux Pays Bas, sans être liés à EDF par des contrats rigides tel qui sont définis aujourd'hui.

La Bretagne compte environ 400 ha de serres chauffées. La cogénération permettrait de produire 782 720 MWh sur l'ensemble de la région. Or, la plupart des serres bretonnes sont regroupées dans des zones définies : communauté urbaine de Brest, zone côtière du nord Finistère et des Côtes d'Armor. Ces zones sont proches des zones où le réseau électrique est le plus faible et qui vont devoir bénéficier d'aménagements sérieux. A titre d'exemple et de comparaison, RTE (Réseau de Transport d'Electricité) va lancer un appel d'offre pour la construction d'une centrale électrique près de Saint Briec pour une puissance de 150 00 kW, soit sur 3624 heures, 543 600 000 kWh au maximum (sans pertes). Cette production est équivalente à la production de 56 installations comme celle de Gouesnou. Il est ainsi intéressant de noter qu'un tel niveau de production peut être atteint par un nombre restreint d'unités.

Pistes de travail :

- *Généraliser la technique de cogénération dans les serres disposant du gaz naturel.*
- *Etudier l'adéquation du potentiel de production des serres avec les besoins des zones où elles sont implantées.*

3. Les hypothèses pour un projet de programme agriculture énergie Bretagne.

Après la présentation de l'éventail des techniques possibles à mettre en œuvre, cette partie présente des hypothèses pour le projet de programme « Agriculture/énergie Bretagne ». Ces hypothèses s'appuient sur une analyse, action par action, de plusieurs critères : énergétiques, financiers, humains (charge de travail, nouvelles compétences requises pour l'agriculteur, ...).

Cette analyse a été synthétisée dans des tableaux pour les trois axes étudiés :

- les économies d'énergie en agriculture,
- la production d'énergie pour l'exploitation agricole,
- la production d'énergie pour des tiers.

Les tableaux présentés correspondent à une **hypothèse haute** pour chacun des trois cas de figure. Ils sont suivis d'un commentaire aboutissant à la formulation d'une **hypothèse basse**, à partir d'une analyse des chances de réussite des actions envisagées. Les chiffres annoncés dans les tableaux correspondent à l'échéance 2012.

3.1. Les économies d'énergie en agriculture

3.1.1. Hypothèse haute : 10 % d'économie d'énergie

Le tableau 1 présente une hypothèse à 10 % d'économie d'énergie

▲ Le carburant :

L'économie de carburant repose sur un **panel de 3 actions complémentaires** :

- Un plan de communication ciblé sur la consommation de fioul par les tracteurs (95 000 en Bretagne)
- Un programme de recherche visant à mieux connaître les consommations par utilisation et les méthodes pour améliorer la qualité du fioul
- Une montée en puissance du banc d'essai tracteur

▲ Le chauffage des serres

La technique qui apparaît la plus intéressante à court terme est l'**optimisation des installations existantes** avec l'installation d'écrans thermiques. De plus, c'est une technique qui ne demande pas plus de travail.

L'**adaptation des conduites culturales** serait une voie à explorer, mais il est difficile pour l'instant d'apprécier les économies énergétiques et surtout financières sachant qu'il y a un décalage important des volumes de production à des périodes où les cours sont bien moins rémunérateurs (été).

Le recours à des **énergies alternatives** est difficile à évaluer. Les premières approches montrent qu'il faudrait une augmentation significative du prix du brut pour que cette voie soit intéressante.

La « **serre fermée** » n'apparaît pas comme un levier important d'ici 2012, car elle nécessite une phase de recherche pour adapter le concept au contexte breton.

Tableau 1 Economie d'énergie en agriculture – Scénario hypothèse haute : 10 % d'économie

	stade de la technologie	diponibilité de la technologie	Hypothèses de base	ktep économisées	soit en unités spécifiques	kt CO2 évitées	Pour l'agriculteur			terme de l'action
							économies unitaire en €	Nouvelles compétences requises	charge de travail	
Carburant			10% de 157 ktep	16	18,89 MI fioul	54,2				
Plan de communication ciblé sur le fioul du tracteur	D	B						non	=	court terme
Programme de recherche visant à mieux connaître les consommations par utilisation et les méthodes	L	B						non	=	court terme
Banc d'essai diagnostic pour tracteurs	D	B	1000 diag./an	2,7	0,90 MI fioul	9,2	450 /tract.	non	=	court terme
Chauffage des serres			10% de 160 ktep	16	207,79 GWh	37,9				
Optimiser les installations existantes	D	B	1500000m² supplémentaire	16	207,79 GWh	37,9	8,3 / m²	non	= / -	court terme
conduites culturales	L	B						oui	= / +	moyen terme
source d'énergie alternatives	L	B						oui	?	moyen / long
Serres fermées	P	E		0	9,40 Gwh	0,0	0,6 / m²	oui	=	long terme
Bâtiments volailles			10 % de 48 ktep	4,8	4383,56 t gaz	12,8				
rénovation des bâtiments existants	D	B		3,1	2831,05 t gaz	8,3		non	=	court terme
Bâtiments porcs			10% de 58 ktep	5,8	54,00 GWh	8,8				
rénovation des bâtiments existants	D	B						non	=	court terme
récupérateur de chaleur sur l'air extrait	D	B	20% de gain sur 15% bât.	1,8	20,50 GWh	2,7	2240 /élev.	oui	=	court et moyen terme
Pompe à chaleur géothermale	L	B	60% de gain sur 15% bât.	2,8	32,00 GWh	4,3	3497 /élev.	oui	à évaluer	long terme
Bâtiments bovins			10% de 29 ktep	-3	-40 GWh	-4				
Optimiser les installations existantes	D	B	20 % des installations	0,8	10,00 GWh	1,2	271 /inst.	non	= / +	court terme
installer des récup. chaleur sur le tank	L	B		1,8	21,00 GWh	2,7	569 /inst.	limitées	=	court / moyen terme
Installer des prérefroidisseurs	D	B		0,8	9,00 GWh	1,2	244 /inst.	limitées	=	court / moyen terme
économie énergie Veaux de boucherie	D	B		0,7			1,1			
Total				46,6	ktep		118,8	kt eq.CO2		

stade de la technique :

disponibilité de la technique

charge de travail

P : prototype / L : lancement / D : développement

B : Bretagne / O : grand ouest / F : France / E : Europe

- : moindre / = : identique / + : légèrement supérieure / ++ : supérieure

▲ **Les bâtiments volailles**

La rénovation et la maintenance des bâtiments volailles peuvent permettre de réaliser des économies substantielles, en particulier par l'isolation.

▲ **Les bâtiments porcs**

La rénovation et la maintenance des bâtiments porcs peuvent permettre de réaliser des économies substantielles, en particulier par l'isolation

Le développement de **récupérateur de chaleur** est une voie à explorer.

L'utilisation d'une **pompe à chaleur géothermale** permettrait de réaliser les économies d'énergie importantes, mais il n'y a pour l'instant qu'une installation en cours de test dans un élevage du Finistère

▲ **Les bâtiments bovins**

L'optimisation des installations existantes est l'action qui peut être le plus largement développée.

La technique la plus prometteuse en terme énergétique et économique serait le **récupérateur de chaleur sur le condenseur du tank à lait**. Toutefois, les nouveaux matériels ne sont qu'au début du lancement. Son développement se fera donc plutôt à moyen terme.

Le **pré-refroidisseur** est un produit éprouvé qui peut être promotionné immédiatement et dont le développement peut démarrer rapidement. Il permet en outre de réaliser des économies de puissance aux heures de pointes.

L'optimisation des installations existantes en veaux de boucherie est une action spécifique prévue pour les veaux de boucherie

Le tableau 1 présente une Hypothèse haute de 10 % d'économie pour chaque poste, ce qui conduit globalement à économiser 46 Ktep par rapport à la situation actuelle , ce qui correspond à 118 Kt eq CO2 évitées

3.1.2. Hypothèse basse : 5 % d'économie d'énergie par l'agriculture

L'hypothèse basse peut être évaluée à 5 % d'économie d'énergie, à partir de l'analyse suivante :

- Pour le carburant, la difficulté réside dans le fait que le programme d'action s'adresse à tous les agriculteurs bretons et que les actions proposées sont très générales, de ce fait l'hypothèse de 10 % est très optimiste pour ce volet
- Pour les serres, la première action envisagée « optimiser les installations existantes » visera un public ciblé : 150 serristes organisés en OP, la technique de l'écran thermique permet à elle seule d'économiser 20 %, L'hypothèse de 10 % est réaliste pour ce volet, le résultat obtenu peut même être supérieur
- Pour les bâtiments d'élevage, le programme d'action s'adressera à un public important : les différentes catégories d'éleveurs . Il sera nécessaire de prévoir un volet incitatif pour décider les éleveurs , car le poids du poste « énergie » représente une part faible du prix de revient : 6 à 7 % en aviculture, 2,5 à 3,5 % en porc, 3,5 à 4,5 % en bovin

3.2. La production d'énergie pour l'exploitation agricole

3.2.1. Hypothèse haute : 70 Ktep produit par l'agriculture pour des usages agricoles

Le tableau 2 présente l'hypothèse haute pour la production d'énergie pour des usages agricoles.

▲ **Le carburant :**

A partir du colza produit sur l'exploitation, deux produits sont obtenus :

- L'Huile Végétale Pure utilisée comme carburant pour le tracteur en substitution du fioul
- Du tourteau de colza qui peut être valorisé comme complément azoté pour l'alimentation des bovins.

Ce type de démarche contribue à la recherche d'une meilleure autonomie énergétique et protéique sur les exploitations. Elle peut correspondre à des stratégies recherchées par les agriculteurs. Depuis deux ans, quelques agriculteurs bretons pionniers se sont lancés dans cette approche . On peut estimer à 1000 ha la surface de colza en Bretagne concernée par cette démarche

L'hypothèse haute serait de passer à 5 000 ha, ce qui correspond à une progression conséquente , vu le stade où se trouve actuellement la technique, il reste beaucoup de questions à régler : mode d'emploi, normalisation des produits.....

▲ **La chaleur**

La Bretagne dispose d'une ressource énergétique à travers le bois exploité jusqu'à présent principalement sous forme de **bois bûche**. Le potentiel est évalué à 80/85 Ktep pour le bois bûche issu des haies et talus boisés et 140 Ktep pour le bois bûche produit par l'exploitation forestière. (cf p 22,23)

Les chiffres-clés sont les suivants , pour l'ensemble du bocage breton : 94 000 Km de haies et talus boisés entretenus tous les 10 ans avec une productivité moyenne de 40 t de bois/Km (décheté) soit 376 000 t mobilisable tous les ans (estimation approximative, Aile, mars 2003).

Dans le tableau 2 , l'hypothèse porte exclusivement sur le bois bûche des haies et talus boisés produits par les agriculteurs pour leur propre besoin., estimés à 6000 km de haie et talus boisé/an.

Le bois plaquette :

L'enjeu principal pour le bois se situe dans la mécanisation pour la production de bois en plaquettes, pour une utilisation en chaudières automatiques. Cette énergie pourrait être utilisée sur l'exploitation comme source de chaleur pour les maisons d'habitation des exploitants agricoles et pour des usages professionnels agricoles.

Pour cette technique, il faut envisager :

- Un programme de recherche pour finaliser la mécanisation de la récolte et de la transformation du bois en plaquette ;
- Une aide financière à l'acquisition de matériel, si le programme de recherche valide la faisabilité ;

Les **cultures énergétiques annuelles** présentent un intérêt pour les agriculteurs, dans la mesure où ils maîtrisent déjà les techniques de production. L'hypothèse retenue est de l'ordre de 6 000 ha (~1% de la surface en céréales en Bretagne). Le rendement énergétique par hectare est assez élevé. La principale utilisation pourrait être le chauffage de la maison d'habitation des agriculteurs et comme source de chaleur pour des usages professionnels sur les exploitations agricoles.

Le **chauffe-eau solaire** est une technique parfaitement maîtrisée. Elle commence à se vulgariser pour le secteur résidentiel. Elle pourrait avoir une utilisation agricole assez large :

production d'eau chaude dans les élevages laitiers et veaux de boucherie surtout, mais aussi en élevage porc en remplacement de chauffe-eau électrique

Le **séchage solaire en grange** est une technique connue. Elle est peu développée en Bretagne mais beaucoup plus dans l'Est de la France et le Sud Ouest. La promotion de cette technique doit être prudente car elle amène des modifications de systèmes fourragers qu'il est nécessaire de mesurer en préalable.

Le tableau 2 présente une Hypothèse haute de production d'énergie à usage agricole de 70 Ktep par an , ce qui correspond à 300 Kt eq CO2 évitées par an

Tableau 2 Production d'énergie pour l'exploitation agricole

Scénario hypothèse haute

	Stade de la technologie	disponibilité de la technologie	Hypothèses de base	ktep produites annuellement en net*		efficacité énergétique	kt CO2 évitées annuellement		Pour l'agriculteur :			terme de l'action
				évolution			référence		charge de travail	intérêt financier	Nouvelles compétences requises	
Production de Carburant			5 000 ha	3,1	x 5		10					
Huile Végétale Pure	L / D	B	5 000 ha	3,1		4,7	10	gasoil	++	L	oui	court terme
Production de Chaleur			+ 18 ktep	67,4	+ 38 %		292					
Bois bûches	D	B	6000 km/an	46,6			231	fioul	++	B	+/-	court terme
Bois plaquettes	L	B	315 km/an	3,0		-50	12	fioul	++	B	+/-	court/moyen terme
Cultures énergétiques annuelles (grains)	L	B	6000 ha	12,1		6 - 7	57	fioul	=	B	non	court terme
Chauffe-eau solaire	L	B	3750 expl.	2,2		-	3,3	élec moyenne	=	L	non	court terme
Séchage solaire en grange	L	B	50 expl.			?			- / +	L / B	oui	court terme
méthanisation & cogénération	L	E	600 000 m3 lisier porcs	3,3			?	élec moyenne	+	B	oui	court/moyen terme
combustion de fumier de volailles	P	B	10 expl.	0,2			0,9	gaz nat	=	à évaluer	oui	court/moyen terme
Total				70,5	ktep		303	kt eq.CO2				

stade de la technique :

P : prototype / L : lancement
/ D : développement

disponibilité de la technique

B : Bretagne / O : grand ouest
F : France / E : Europe

charge de travail

- : moindre / = : identique
+ : légèrement supérieure / ++ : supérieure

intérêt financier

M : mauvais / N : nul
L : limité / B : bon

* : tenant compte de l'énergie consommée pour la production de la matière première le cas échéant

3.2.2. Hypothèse basse : 60 Ktep produit par l'agriculture pour des usages agricoles

L'hypothèse basse peut être évaluée à 60 ktep environ, en revoyant à la baisse deux postes qui représentent à eux deux l'essentiel de la production d'énergie à usage agricole :

- **Le bois bûche** : une marge d'appréciation de 20 % sur les km de haies et talus a une incidence sur la production d'énergie de 9,2 ktep en plus ou en moins
- **Les cultures énergétiques annuelles** : une marge d'appréciation de 20 % sur les surfaces en cultures énergétiques annuelles a une incidence sur la production d'énergie de 2,42 ktep en plus ou ne moins

En cumulant ces marges d'appréciation (20 %) à la baisse , on obtient 11 ktep

3.3. La production d'énergie pour des tiers

3.3.1. Hypothèse haute : 122 Ktep d'énergie produit par l'agriculture pour des tiers

Le tableau 3 présente l'hypothèse haute de production d'énergie de l'agriculture pour des tiers

▲ **Le carburant :**

La première filière envisageable en Bretagne est le **colza diester**. Le potentiel de production a été estimé à 45 000 ha de colza. Un débouché est en projet pour l'Ouest de la France: l'usine de trituration de Montoir (44). Le mode de développement se fera par contractualisation entre organismes économiques et les producteurs. Le développement de cette filière est fortement tributaire du prix qu'elle sera capable d'offrir pour la graine de colza.

La deuxième filière est le **bio éthanol**. Le potentiel de production est très limité, car la plus grande partie de la sole bretonne en céréales est destinée à l'alimentation animale et le restera. D'autre part, les centres de transformation sont éloignés.

L'**HVP** est une filière qui pourrait trouver quelques débouchés à l'extérieur de l'agriculture, sous réserve d'autorisation : ce serait le cas de la pêche à partir de 2007 ; Une démarche pour évaluer l'intérêt en Bretagne est en cours sous l'égide du Conseil Régional. Dans la présente étude , nous avons estimé à 0 les ha transformé en HVP pour des tiers.

La faisabilité de la mise en place d'une filière méthane carburant issu de **biogaz agricole**, produit dans des unités collectives, est à évaluer.

▲ **La chaleur**

Ce qui a été exprimé dans le point précédent sur le **bois-énergie** et les **cultures énergétiques annuelles** peut être repris dans cette partie. A ces deux techniques, il faut rajouter :

- Les **TTCR (Taillis à Très Courte Rotation)** pour lesquelles, un programme de recherche est en cours (100 ha en Bretagne).
- Les **cultures énergétiques annuelles (plantes entières)**, pour lesquelles il serait nécessaire d'évaluer l'intérêt technique en préalable dans un programme de recherche.
- Les **cultures énergétiques pérennes** (miscanthus, ...) pour lesquelles on se trouve dans la même situation.

Tableau 3 production d'énergie pour des tiers

	Stade de la technologie	disponibilité de la technologie	Hypothèses de base	ktep produites annuellement en net*		efficacité énergétique	kt CO2 évitées annuellement		Pour l'agriculteur :			terme de l'action
				évolution			référence		charge de travail	intérêt financier	Nouvelles compétences requises	
Production de Carburant				31,5	x 1,5		112					
Diester	D	F	45 000 ha	31,5		3	112	gasoil	=	B	+/-	court terme
Huile Végétale Pure	L	F/B	0 ha			4,7		gasoil	+	N à B	oui	?
Ethanol	L	E	0 ha	0		2	0	essence	=	?	non	moen/long terme
Effluents d'élevage (biogaz)	P	E	0			2,2			?	?	oui	moen/long terme
Production de Chaleur				53,4	+ 51 %		432					
Bois bûches	D	B	4500 km	35,0		-50	362	fioul	++	B	+/-	court terme
Bois plaquettes	D	B	126 km	1,2		-51	362	fioul	++	B	+/-	court/moyen terme
TTCR de saules	L	E	1000 ha	3,2		20 à 30	14	fioul	-	L	oui	court/moyen terme
Cultures énergétiques annuelles (Plante entière)			0 ha			?		fioul	=	?	non	
Cultures énergétiques annuelles (Paille)	P	F	5000 ha	11,9		?	48	fioul	=	?	non	court/moyen terme
Cultures énergétiques pérennes (Misc.)	P	F	400 ha	2,1		?	8	fioul	-?	?	oui	moyen terme
Production d'électricité				37,8	+ 800 %		57,5					
méthanisation & cogénération	L	E/F/B	600 000 m3 lisier porcs	1,8		-	2,7	élec moyenne	+	B	oui	court/moyen terme
Cogénération dans les serres	L/D	B	100 ha	33,1		-	50	idem	+	B	+/-	court terme
Petit éolien	L	B	1590 expl.	2,7		-	4	idem	? / =	L	à évaluer	court/moyen terme
Photovoltaïque	L	B	10 000 m²	0,086		-	0,1	idem	=	L	non	court/moyen terme
Total				122,6	ktep		601	kt eq.CO2				

stade de la technique :

P : prototype / L : lancement
/ D : développement

disponibilité de la technique

B : Bretagne / O : grand ouest
F : France / E : Europe

charge de travail

- : moindre / = : identique
+ : légèrement supérieure / ++ : supérieure

intérêt financier

M : mauvais / N : nul
L : limité / B : bon

* : tenant compte de l'énergie consommée pour la production de la matière première le cas échéant

▲ **La chaleur et l'électricité**

Le principe de production conjointe de chaleur et d'électricité s'appelle la cogénération. En Bretagne, il existe trois possibilités :

- **La cogénération « fumier de volailles » :**

Il n'y a pas d'exemple en Bretagne. De toute façon, le coût élevé de cette technique et la faiblesse des tarifs de rachat de « l'électricité verte » orienteront plus les éleveurs bretons vers une valorisation par simple combustion pour chauffer leurs propres élevages. Il n'y a pas nécessité de transport des déjections ce qui facilite l'acceptation sociale de ce genre de projet. Toutefois, il y a eu 2 prototypes en Bretagne, mais les expériences ont, jusqu'à présent, buté sur l'épineuse question des rejets dans les fumées, question fortement liée au classement du fumier comme déchet et non comme biomasse.

- **La méthanisation/cogénération des déjections animales :**

La technique est très développée dans certains pays européens : Danemark, Allemagne. En Bretagne, il y a deux projets d'éleveurs pour 2006. Par ailleurs, la station expérimentale de Guernévez (pôle porc aviculture des Chambres d'Agriculture de Bretagne) est impliquée dans un projet de pôle d'excellence rurale sur l'énergie. La mobilisation de 10 % du lisier de porc breton permettrait de fournir 20 Ktep.

- **La cogénération « serres » :**

Un moteur, alimenté par du gaz naturel, peut produire à la fois de l'électricité qui est vendue à EDF et de la chaleur utilisée pour le chauffage des serres. La technique est au point. Il existe trois installations en Bretagne. Plusieurs producteurs y pensent.. Des questions restent à régler : l'indexation du prix de l'électricité sur celui du gaz, la taille de l'installation (taille critique de 2 voire 3 Ha), la possibilité de produire en basse tension (les installations actuelles produisent de la moyenne tension), la longueur de la procédure (2 ans).

▲ **L'électricité**

Deux techniques sont analysées : « le petit éolien », « le photovoltaïque ». Les deux techniques nécessitent le rachat par EDF.

L'« **éolien électrique** » est une technique envisageable. La Bretagne a un potentiel important avec des vents moyens de 6,5 à 7,5 m/s. On en est au stade des prototypes pour les appareils qui conviendraient à des exploitations agricoles. Par ailleurs, Il existe de nombreux freins à son développement qu'il faudrait lever en préalable. De plus, l'intérêt financier reste limité, vu les conditions de rachat de l'électricité par EDF.

Le « **photovoltaïque** » a beaucoup évolué ces dernières années et continue de le faire. Il y a de nombreux systèmes en développement qui présentent une très bonne longévité et un coût de maintenance très faible. Il est à prévoir que cette technologie va encore progresser pour offrir des capacités supérieures. Comme ci-dessus, l'intérêt financier est lié aux conditions de rachat par EDF (en cours de révision).

Le tableau 3 présente une Hypothèse haute de production d'énergie pour des tiers de 122 Ktep par an , ce qui correspond à 600 Kt eq CO2 évitées par an

3.3.2. Hypothèse basse : 100 Ktep produit par l'agriculture pour des tiers

L'hypothèse basse peut être évaluée à 100 ktep, environ en revoyant à la baisse trois postes qui représentent à eux trois l'essentiel de la production d'énergie pour des tiers :

- **Le colza diester** : une marge d'appréciation de 20 % de la surface en colza diester a une incidence sur la production d'énergie de 6,3 ktep en plus ou en moins

- **Le bois bûche** : une marge d'appréciation de 20 % sur les km de haies et talus a une incidence sur la production d'énergie de 9,2 ktep en plus ou en moins
 - **La co-génération en serres** : une marge d'appréciation de 20 % sur les surfaces de serres équipées en co-génération a une incidence sur la production d'énergie de 6,6 ktep en plus ou en moins
- En cumulant ces marges d'appréciation (20 %) à la baisse , on obtient 22 ktep**

II FICHES ACTIONS

Les fiches actions sont regroupées en trois catégories :

- Les fiches-actions transversales
- Les fiches –actions « économie d'énergie »
- Les fiches-actions « production d'énergie »

Chaque fiche-action a été rédigée selon le modèle décrit ci-dessous

« Titre »

Contexte :

Objectifs :

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
-	-
-	-
-	-
-	-

Mesures à mettre en œuvre :

- ▲ [Recherche fondamentale](#) :
- ▲ [Recherche appliquée](#) :
- ▲ [Sensibilisation / information](#) :
- ▲ [Formation](#) :
- ▲ [Actions collectives](#) :
- ▲ [Conseil individuel](#) :
- ▲ [Aides aux investissements](#) :

Données complémentaires :

▪

Première partie :

3 Actions transversales

« Le diagnostic PLANETE » et sa simplification

Contexte :

- Méthode développée par Solagro, l'ENESAD, et testée dans des groupes de développement agricoles en 2000.
- 2000-2005 : + de 500 diagnostics réalisés en France, 50 réalisés en Bretagne
- Approche innovante sur l'énergie, comparable au bilan apparent de l'exploitation pour l'azote
- Méthode la plus complète à l'heure actuelle, car elle prend en compte l'énergie directe et indirecte

Objectifs :

- Diffuser l'outil PLANETE auprès d'agriculteurs intéressés par ce type d'approche
- constituer une base de données régionale

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none">- Approche globale de l'énergie (directe et indirecte)- Utilisée par de nombreux organismes de Dvpt agricole en France- Prise de conscience de l'impact du type de système dans la problématique énergie	<ul style="list-style-type: none">- Travail important de collecte de données- Difficile à utiliser pour proposer des améliorations

Mesures à mettre en œuvre :

- 🚩 [Recherche fondamentale](#) :
- 🚩 [Recherche appliquée](#) :
 - Nécessité de disposer de références régionales
 - Simplification de l'outil
- 🚩 [Sensibilisation / information](#) :
 - Information des agriculteurs sur l'existence de cette méthode, de son principe, de ses objectifs
- 🚩 [Formation](#) :
 - Formation de techniciens agricoles à l'utilisation de la méthode pour réaliser des diagnostics chez les agriculteurs qui le désirent.
 - Inclure un temps sur le raisonnement PLANETE dans la formation initiale en agriculture et/ou EPI ?
- 🚩 [Actions collectives](#) :
 - Interprétation de bilans PLANETE en groupe et réflexion commune sur les améliorations à réaliser
- 🚩 [Conseil individuel](#) :
 - Réalisation de plusieurs bilans en Bretagne et conseil personnalisé aux agriculteurs diagnostiqués.

Données complémentaires :

- Temps de travail estimatif : ½ journée de collecte chez l'agriculteur & ½ journée de traitement des données

« Mise au point d'une gamme de diagnostic-conseil énergie simplifié »

élevage de porc, de volaille, de bovins, cultures légumières de plein champ, sous abri

Contexte :

- Besoin d'une méthode aisée à mettre en œuvre
- Besoin d'un outil identifiant clairement des propositions à mettre en œuvre sur l'exploitation

Vu la diversité des systèmes de production en Bretagne, nous proposons un diagnostic par type de production

Objectif : proposer un « diagnostic-conseil énergie directe » pour les différents systèmes de production existant en Bretagne, intégrant le volet économique

Forces & faiblesses :

FORCES	FAIBLESSES :
<ul style="list-style-type: none">- Simplifier la méthode pour permettre à plusieurs profils de technicien d'effectuer des diagnostics et proposer des améliorations- Adapter les diagnostics selon les filières de production.- Mesurer l'efficacité énergétique et économique des systèmes de production	<ul style="list-style-type: none">- Ne sera disponible qu'à moyen terme- on dispose de peu de références

Mesures à mettre en œuvre :

🚩 [Recherche fondamentale](#) :

🚩 [Recherche appliquée](#) :

- Mise au point d'une méthode de diagnostic-conseil énergie simplifié pour chaque type de production en Bretagne
- Test de cette méthode sur un panel d'exploitations agricoles (par type de production) en Bretagne
- Recueil de références « énergie » pour chaque type de production.
- Mise en place d'une base de données « énergie » à l'échelle de la Bretagne , à intégrer dans les observatoires existant

[Sensibilisation / information](#) :

- Diffusion des références acquises durant la phase de test si il y a validation de la méthode
- Promotion du diagnostic-conseil énergie

🚩 [Formation](#) :

🚩 [Actions collectives](#) :

- Mise en réseau des partenaires intervenant sur les critères énergétiques et économiques sur les systèmes de production

🚩 [Conseil individuel](#) :

- réalisation de ? diagnostic-conseil énergie , chaque année

Données complémentaires :

-

« Sensibilisation, information et conseils aux agriculteurs sur l'énergie »

Contexte :

→ Engagement de la France dans le protocole de Kyoto pour limiter les gaz à effet de serre.
→ Le Gouvernement a lancé en 2000, le Programme National d'Amélioration de l'Efficacité Energétique (PNAEE). En outre, il confie à l'ADEME une mission de sensibilisation et d'information du public, en partenariat avec les collectivités territoriales, les associations et les organisations professionnelles.

→ Matérialisé par le déploiement d'un réseau INFO→ENERGIE
→ 8 Espaces INFO→ENERGIE En Bretagne, dont un spécialisé en agriculture (AILE)
→ Les OPA ont globalement peu communiqué sur l'énergie. Depuis l'augmentation du prix du baril (automne 2004), elles s'y intéressent beaucoup plus.

Objectif : Développer un réseau de spécialistes pour des conseils pratiques et indépendants sur la maîtrise de l'énergie et les énergies renouvelables

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none">- Prise de conscience des enjeux- Mise en réseau de moyens- Présence de AILE- L'implication des Chambres d'Agriculture (tant en développement qu'en recherche)- Forte demande des agriculteurs	<ul style="list-style-type: none">- Action de fond, à conduire sur la durée- Messages spécifiques à construire pour chaque catégorie d'agriculteurs- Manque de référence

▲ Recherche appliquée :

- Créer une base de données des références en matière d'énergie/agriculture

▲ Sensibilisation / Information :

- Permanences téléphoniques de conseillers spécialisés pour répondre aux questions des agriculteurs.
- Réaliser une campagne de communication sur cette thématique en l'inscrivant dans la durée de manière à ne communiquer que les techniques pour lesquelles des références fiables existent.

▲ Formation :

- Formation de techniciens agricoles sur les techniques d'économies d'énergie et les filières d'énergies renouvelables.
- Programmes de formation pour les agriculteurs (type VIVEA)

▲ Actions collectives :

- Présence des animateurs spécialisés lors de salons, foires, comices
- Organisation de manifestation régionale ciblée (type Tour de l'Energie)

▲ Conseil individuel :

- Rendez-vous avec l'agriculteur pour approfondir son projet.

Données complémentaires :

temps moyen pour traiter un appel (conversation, envoi de documents, traitement des données) : 20-25 minutes

« Observatoire agriculture/énergie de la Profession agricole »

Contexte :

- Existence d'un portail de références sur l'Environnement en Bretagne incluant le thème énergie.
 - Mise en place d'un groupe de travail « indicateurs et suivi des données » dans le cadre du Plan Energie Bretagne.
- Existence de l'observatoire des IAA

Objectif : **Connaître et suivre les indicateurs pertinents spécifiques à la thématique « agriculture/énergie » en lien avec les observatoires existants**

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none">- Vue d'ensemble- Evaluation des programmes d'actions	<ul style="list-style-type: none">- Définir un calendrier de mise à jour- Récupérer les données de terrain

Mesures à mettre en œuvre :

- Collecte de données énergétiques et économiques
- Réalisation d'études
- Publication de bilans (production, consommation d'énergie et de gaz à effet de serre)

⚡ Recherche appliquée :

- Liaison à assurer avec le dispositif de recherche appliquée de Bretagne

⚡ Sensibilisation / Information :

- Liaison à assurer avec l'action « Information sensibilisation »

⚡ Formation :

- Formation des techniciens agricoles à l'enregistrement et au traitement de données

⚡ Actions collectives :

⚡ Conseil individuel :

Données complémentaires :

Deuxième partie :

4 Economie d'énergie

« Promotion des stratégies, des techniques, des pratiques visant à maîtriser la consommation de fioul des tracteurs »

Contexte :

- Le fioul agricole = 1/3 de l'énergie consommée en agriculture et 50 % émissions CO2 de l'agriculture ;
- Conso répartie entre de nombreux engins (~100 000 tracteurs, automoteurs de récoltes, ...)
- Un public large à toucher (agriculteurs, chauffeurs ETA & Cuma, salariés agricoles, ...)
- Il y a eu des actions par le passé (ex-AFME), abandonnées après 1985 (pétrole bon marché).

Objectifs : **Promouvoir les pratiques permettant une économie de carburant dans les exploitations agricoles**

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES :
<ul style="list-style-type: none">- Structures existantes mobilisables (Centre de formation, CRPO, ...)- Principes valables hors agriculture (l'agriculteur possède aussi une voiture)- Peut inciter les constructeurs à considérer L'énergie comme un critère de choix	<ul style="list-style-type: none">- Diversité du public cible (↔ difficulté pour évaluer l'impact)- Très contextuel, à relancer régulièrement

Mesures à mettre en œuvre :

▲ [Recherche fondamentale](#) :

▲ [Recherche appliquée](#) :

▲ [Sensibilisation / information](#) :

- Sensibilisation à l'importance du poste carburant
- Information sur les leviers pour modifier le comportement de l'utilisateur (réglage, mode de conduite, ...)

▲ [Formation](#) :

- Réviser et réactualiser les modules de formation en matière de mécanisation au vu des pratiques actuelles (formation initiales, formations qualifiantes à la préparation au métier d'agriculteur et salariés agricoles, ...)
- Mettre en place un programme de formation courte sur la conduite économique et sur la bonne utilisation du matériel à destination des agriculteurs (VIVEA) et des salariés agricoles (FAFSEA).

▲ [Actions collectives](#) :

- Introduire la problématique carburant dans les réflexions des groupes de travail
- Action complémentaire du banc d'essai tracteur

▲ [Conseil individuel](#) :

Données complémentaires :

« Acquisition de références sur les consommations de carburant selon les usages »

Contexte :

→ Il y a un manque de références sur les consommations de fioul selon les différentes utilisations. Or, elles sont nécessaires pour la sensibilisation !

→ Les tracteurs sont de plus en plus sophistiqués. Il faut des références pour pouvoir bien conseiller sur comment en tirer le meilleur parti.

Objectifs : [Acquérir et réactualiser les références sur les consommations de fioul en agriculture](#)

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES :
- Outil d'aide à la décision	- Récupérer un nombre de données Significatif - Diversité des modèles de tracteurs, des types de travaux, et des conditions de travail

Mesures à mettre en œuvre :

▲ [Recherche fondamentale](#) :

▲ [Recherche appliquée](#) :

- Essais et suivis de groupes pour déterminer les consommations de carburant suivant les opérations culturales, le mode de conduite, l'adéquation ou non entre le tracteur et l'outil, ...
- Test de dispositifs permettant de réaliser des économies de carburant (télégonflage, additifs dans le fioul, ...)
- Mise en place d'un observatoire sur la consommation de fioul par les tracteurs et les automoteurs et sur leurs équipements permettant une moindre consommation de carburant.

▲ [Sensibilisation / information](#) :

▲ [Formation](#) :

▲ [Actions collectives](#) :

▲ [Conseil individuel](#) :

Données complémentaires :

▪

« Banc d'essai diagnostic tracteurs »

Contexte :

- Présence en Bretagne d'un outil depuis 10 ans (Aile)
- Renouvellement de l'outil pour la campagne 2006-2007
- ~400 diagnostics/an en Bretagne (dont ½ dans le 29) et 800 dans tous le grand ouest
Relativement faible comparé aux 95 000 tracteurs bretons, besoin de développer

Objectif : Développer l'activité du banc d'essai diagnostic en Bretagne

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES :
<ul style="list-style-type: none">- Economie de carburant- Diminution pollution atmosphérique- Dialogue sur le mode de conduite- Conseil personnalisé	<ul style="list-style-type: none">- Programme de communication difficile à développer-

Mesures à mettre en œuvre :

▲ [Recherche fondamentale](#) :

▲ [Recherche appliquée](#) :

▲ [Sensibilisation / information](#) :

- Information sur les avantages du passage au Banc d'essai

▲ [Formation](#) :

▲ [Actions collectives](#) :

- Mise en réseau de tous les partenaires intervenant sur les tracteurs (Cuma, chambres d'agriculture, mécaniciens, éventuellement assureurs, ...)
- Organisation des opérations de contrôle par secteurs géographiques
- Possibilité d'inclure ce point dans les chartes de bonnes pratiques ?

▲ [Conseil individuel](#) :

- Conseils personnalisés sur les améliorations à apporter fournis par le technicien spécialisé lors des contrôles

▲ [Aides aux investissements](#) :

- Soutien financier à l'agriculteur (direct, via les primes d'assurance ou autre...)

Données complémentaires :

- Coût d'un diagnostic de tracteur est 104 € HT
- Economie de 1.5 l/h en moyenne soit une économie de 450 €/an pour un fioul à 0.50 €/l
- 8 diagnostics/jours en moyenne

« Optimiser les installations en serres »

Contexte :

- Le chauffage des serres représente le 1^{er} poste de conso d'NRJ en Bretagne.
- Il est possible de réaliser des économies en appliquant des modifications limitées aux installations existantes comme les écrans thermiques (20 % de gain & 150 ha déjà équipés.
- valorisation du diagnostic énergétique

Objectifs : Généraliser les écrans thermiques en Bretagne et optimiser l'outil de production (fonctionnement de la chaudière, distribution d'eau chaude, gestion climatique dans la serre...)

Forces & faiblesses

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none">- gestion des écrans (modification du climat)- Rapidité de mise en œuvre- Disponibilités des outils (écrans, logiciels)- Stockage eau chaude	<ul style="list-style-type: none">- hormis pour les écrans thermiques, gains peu importants- Multiplicité des facteurs à faible gain- coût important / gain (hors écrans thermiques)

Mesures à mettre en œuvre :

- ⚡ [Recherche fondamentale](#) : connaissance des besoins physiologiques des plantes
- ⚡ [Recherche appliquée](#) : état des lieux de la recherche en Europe – Transposition et adaptation des outils (logiciels, matériaux...) aux conditions locales.
- ⚡ [Sensibilisation / information](#) :
 - Information et sensibilisation des agriculteurs concernés aux nouveaux outils de gestion de climat
 - Appropriation du diagnostic énergétique et des améliorations possibles (facteurs multiples)
 - Sensibilisation des serristes sur le choix des sites d'implantation des nouvelles serres
- ⚡ [Formation](#) :
- ⚡ [Actions collectives](#) :
- ⚡ [Conseil individuel](#) : suivi par les techniciens OP et Chambres d'Agriculture
- ⚡ [Aides aux investissements](#) :
Aide à la recherche, à la diffusion et aux équipements (VINIFHLOR)

Données complémentaires :

- Coût d'un écran thermique : 6 à 7 € /m²

« Adapter les conduites culturelles en serres »

Contexte :

- Chauffage serres : 1^{er} poste de consommation NRJ
- Energie = 40 % du coût de production des tomates bretonnes

Objectifs : [Mettre au point de nouvelles conduites culturelles plus économes en énergie](#)

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none">- Etre moins dépendant du coût de l'énergie-	<ul style="list-style-type: none">- décalage de la production (risque de prix de Marché plus bas)- Délai de mise en œuvre par rapport à l'urgence

Mesures à mettre en œuvre :

- 🚩 [Recherche fondamentale](#)
 - Recherche sur des plantes ayant des besoins moindres en température
- 🚩 [Recherche appliquée :](#)
 - Acquisition de références et mise en place d'itinéraires culturaux moins gourmands en énergie
- 🚩 [Sensibilisation / information :](#)
 - Transmission des acquis de la recherche
- 🚩 [Formation :](#)
 - Transmission des acquis de la recherche
- 🚩 [Actions collectives :](#)
 - Transmission des acquis de la recherche
- 🚩 [Conseil individuel :](#)
 - Transmission des acquis de la recherche
- 🚩 [Aides aux investissements :](#)

Données complémentaires :

- Recherche CATE et Syntec en cours

« Explorer les sources d'énergie alternatives » en serres

Contexte :

- Chauffage serres : 1^{er} poste de consommation NRJ
- 5 serres au bois industriel en Finistère)

Objectifs : Etudier et développer les sources d'énergie alternatives pour le chauffage des serres maraîchères et horticoles

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none">- Utilisation d'énergie renouvelable et locale- Energie non indexée sur le pétrole<ul style="list-style-type: none">▪ Forte demande des producteurs-	<ul style="list-style-type: none">- peu d'énergie compétitive- Besoins important par ha / problème d'approvisionnement- Coût important• - Capacité d'investissement limité pour certaines exploitations

Mesures à mettre en œuvre :

🚩 [Recherche fondamentale](#)

🚩 [Recherche appliquée :](#)

- Acquisition de références sur les systèmes de chauffage avec du bois
- Meilleure adaptation de la puissance des chaudières à bois, des cuves de stockage et du réseau hydraulique
- Prospective économique et technique (géothermie)
- Etre en veille sur les possibilités d'utilisation des produits adaptée à la méthanisation

🚩 [Sensibilisation / information :](#)

- Quantifier les besoins en matières premières pour répondre à la demande (quantité de matières organiques en méthanisation, qualité du bois / chaudières...)
- Diffusion des acquis recueillis auprès des exploitants disposant d'une chaudière à bois depuis quelques années

🚩 [Formation :](#)

🚩 [Actions collectives :](#)

Répondre aux attentes d'information et favoriser le développement des techniques alternatives

🚩 [Conseil individuel :](#)

Etude technico économique du projet

🚩 [Aides aux investissements](#)

: Subventions VINIFHLOR et mise en place d'un réseau d'approvisionnement local de matières premières avec l'aide des financeurs locaux et régionaux

Données complémentaires :

« Concept de serre fermée et système de capteurs d'énergie »

Contexte :

- Chauffage serres : 1^{er} poste de consommation d'énergie
- N'existe que comme prototype au Pays Bas (1.4 ha totalement fermés depuis 2003)
- Concept étudié en France par le CTIFL.

Objectifs : [Mettre au point un prototype de serre fermée adapté aux conditions bretonnes](#)

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGE :
<ul style="list-style-type: none">- Diminution de la consommation énergétique- Augmentation de la concentration en CO2 (aquifère (donc du rendement))- Maintien d'une température et d'une hygrométrie optimale- Diminution de la pression parasitaire (donc des traitements)	<ul style="list-style-type: none">- Investissement lourd- Conditions naturelles spécifiques (nécessaire comme réservoir d'eau en aquifère tampon)

Mesures à mettre en œuvre :

- ▲ [Recherche fondamentale](#) :
 - Recherche sur des systèmes de stockage d'énergie lumineuse
- ▲ [Recherche appliquée](#) :
 - Adaptation du concept au contexte breton (pas d'aquifères en Bretagne)
 - analyse des systèmes existants dans des pays européens
- ▲ [Sensibilisation / information](#) :
- ▲ [Formation](#) :
- ▲ [Actions collectives](#) :
- ▲ [Conseil individuel](#) :
- ▲ [Aides aux investissements](#) :
 - Mise en place d'un site pilote après étude sur 1 site adapté au contexte breton
Le réseau des stations expérimentales légumières piloté par le CERAFEL

Données complémentaires :

■

« Rénovation et maintenance des bâtiments volailles chauffés existants »

Contexte :

- Première filière consommatrice en élevage (38 ktep dont 2/3 en chauffage au gaz quasi exclusivement 95 % de propane)
- Filière en crises économiques
 - Surface pour la chair réduite de 20 % entre 2000 et 2004
 - Une crise structurelle qui perdure
- Parc de bâtiments vieillissant (âge moyen des bâtiments clos : 20 ans)
Le poste « chauffage » représente 30 % des charges opérationnelles (hors poussin et aliments) soit 10 000 €/an pour un élevage moyen de 2 500 m²

Objectifs : **Encourager la rénovation et la maintenance du parc existant de bâtiments volailles en Bretagne**
(systèmes de chauffage, isolation, ...)

Forces & faiblesses :

FORCES	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none">- Améliorations faciles à mettre en œuvre- Permet une première prise de conscience de la problématique « énergie »	<ul style="list-style-type: none">- Situation de crise pour la filière- coût de la rénovation élevé par rapport aux capacités d'investissements des éleveurs

Mesures à mettre en œuvre :

- ▲ [Recherche fondamentale](#) :
- ▲ [Recherche appliquée](#) :
- ▲ [Sensibilisation / information](#) :
 - Information et sensibilisation des éleveurs sur les gains réalisables par la rénovation et l'entretien de leurs installations
- ▲ [Formation](#) :
- ▲ [Actions collectives](#) :
 - Promotion de l'entretien et l'utilisation de matériels
- ▲ [Conseil individuel](#) :
 - Proposer des améliorations personnalisées suite à un diagnostic énergétique.
- ▲ [Aides aux investissements](#) :
 - Aides pour l'isolation, l'étanchéité, le matériel de chauffage et de régulation

Données complémentaires :

- Changement des gicleurs des radiants à gaz : 55 € et 1h30 de travail
- Remplacement complet des radiants : 4400 € pour 1200 m² de bâtiment

« Rénovation et maintenance des bâtiments porcs chauffés »

Contexte :

→ Depuis 2001, les conditions économiques affectant la production porcine n'ont pas permis, dans de nombreuses situations, d'engager les investissements d'entretien et de renouvellement nécessaires au maintien du bon fonctionnement des bâtiments.

→ Le chauffage, présent en maternité et post-sevrage, pèse près de la moitié des dépenses énergétiques des élevages

→ Le poste énergie constitue une charge de structure au augmentation.

Objectifs : Encourager la rénovation des bâtiments de post-sevrage et de maternité en Bretagne notamment sur le plan de l'isolation et de l'étanchéité des bâtiments

Forces & faiblesses :

FORCES	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none">- Impact élevé sur les dépenses énergétiques globales- Le post-sevrage représente dans de nombreux cas un maillon faible de l'élevage	<ul style="list-style-type: none">- Restructuration importante des élevages

Mesures à mettre en œuvre :

▲ [Recherche fondamentale](#) :

▲ [Recherche appliquée](#) :

▲ [Sensibilisation / information](#) :

- Information et sensibilisation des éleveurs sur les gains réalisables par la rénovation et l'entretien de leurs installations

▲ [Formation](#) :

▲ [Actions collectives](#) :

▲ [Conseil individuel](#) :

- Proposer des améliorations personnalisées suite à un diagnostic énergétique.

▲ [Aides aux investissements](#) :

- Aides pour l'isolation, l'étanchéité, le matériel de chauffage et de régulation

Données complémentaires :

« Les récupérateurs de chaleur sur l'air extrait des porcheries »

Contexte :

- En post-sevrage et maternité : bâtiments chauffés et ventilés
- En engraissement : bâtiment ventilé (la chaleur animale suffit)
- Une 15^{aine} d'installations équipées en Bretagne

Objectifs : **Promouvoir et développer les récupérateurs de chaleurs sur l'air extrait dans les porcheries**

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none">- Récupération d'une énergie perdue- Gain sur le chauffage- Amélioration de la qualité de l'air	<ul style="list-style-type: none">- Technique réservée aux bâtiments neufs- Encore peu de modèle sur le marché- Ventilation centralisée indispensable

Mesures à mettre en œuvre :

▲ [Recherche fondamentale](#) :

▲ [Recherche appliquée](#) :

- Suivi des exploitations équipées pour enrichir les références techniques

▲ [Sensibilisation / information](#) :

- Diffusion de la technique, information des agriculteurs sur les avantages de la technique

▲ [Formation](#) :

▲ [Actions collectives](#) :

▲ [Conseil individuel](#) :

- Conseil personnalisé sur la faisabilité de la technique selon l'élevage

▲ [Aides aux investissements](#) :

- Soutien des agriculteurs pionniers investissant dans ce type d'appareil

Données complémentaires :

-

« La pompe à chaleur géothermale en porcherie »

Contexte :

- Une installation en Bretagne dans un bâtiment post sevrage mise en service en 2005
- Technologie appliquée dans le résidentiel
-

Objectif : Acquérir des références pour valider l'intérêt de cette technique dans les bâtiments chauffés des porcheries (post sevrage , maternité)

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGE :
<ul style="list-style-type: none">- Forte réduction de la consommation surface énergétique pour le chauffage	<ul style="list-style-type: none">- Nécessité de disposer d'une importante à proximité du bâtiment- Nécessité de transport de la chaleur par de l'eau chaude

Mesures à mettre en œuvre :

- ▲ [Recherche fondamentale](#) :
- ▲ [Recherche appliquée](#) :
 - Acquisition de références sur le fonctionnement du système de pompe à chaleur
 - Acquisition de références sur le chauffage des bâtiments d'élevage par de l'eau chaude
- ▲ [Sensibilisation / information](#) :
 - Diffusion de la technique après validation des 1^{er} résultats
- ▲ [Formation](#) :
- ▲ [Actions collectives](#) :
- ▲ [Conseil individuel](#) :
- ▲ [Aides aux investissements](#) :
 - Aides aux éleveurs pionniers

Données complémentaires :

- Le raccordement au réseau et main d'œuvre = 1/3 du coût

Optimiser les installations existantes (tank à lait, chauffe-eau..) en élevage laitier

Contexte :

- L'entretien des installations existantes n'est pas satisfaisant
- Il n'y a pas ou peu de diagnostics réalisés sur le fonctionnement des installations existantes

Objectifs : Favoriser l'optimisation des installations en exploitations laitières

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none">- Technique simple à mettre en œuvre l'éleveur- Investissements légers- Retour sur investissement important	<ul style="list-style-type: none">- Impact difficilement mesurable pour- Absence d'outil de diagnostic des installations

Mesures à mettre en œuvre :

- ▲ [Recherche fondamentale](#) :
- ▲ [Recherche appliquée](#) :
 - Mise au point d'un diagnostic des installations en élevage laitier
 - Acquisition de références sur les différents postes de consommation d'énergie en élevage bovin
- ▲ [Sensibilisation / information](#) :
 - Informer les éleveurs sur l'intérêt de l'optimisation des installations à partir du bilan des diagnostics effectués
 - Diffusion des consommations énergétiques moyennes
- ▲ [Formation](#) :
 - Former les éleveurs sur la consommation énergétique dans leur laiterie
- ▲ [Actions collectives](#) :
 - Accompagnement des éleveurs sur cette thématique
- ▲ [Conseil individuel](#) :
 - Réaliser des diagnostics des installations laitières avec chiffrage des améliorations économiques
- ▲ [Aides aux investissements](#) :
 - Soutien à l'acquisition du matériel de mesure

Données complémentaires :

- Temps de travail : ½ journée pour la collecte des données et la réalisation du diagnostic individuel

« Installer des récupérateurs de chaleur sur le condenseur du tank à lait »

Contexte :

- La chaleur extraite du lait via le groupe frigorigène et libérée par le condenseur est perdue dans l'air tandis qu'il faut investir de l'énergie pour chauffer l'eau de lavage de la salle de traite
- La technique existe mais est très peu développée
- Il y a le problème de la propriété du tank qui appartient en général à la laiterie
- Étude en cours (GIE Lait-Viande – FR2E)

Objectifs : [Promouvoir l'installation de récupérateur de chaleur sur le tank à lait](#)

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
- Diminution du temps de fonctionnement du chauffe-eau (80 % d'économie)	- tank, propriété de la laiterie
- Peu d'entretien	- matériel à valider
-	-

Mesures à mettre en œuvre :

▲ [Recherche fondamentale](#) :

▲ [Recherche appliquée](#) :

- Valider les nouveaux matériels en station expérimentale et en élevages pilotes
- Etude économique de l'installation

▲ [Sensibilisation / information](#) :

- Promotion de la technique si validation
- Transfert des acquis de la recherche

▲ [Formation](#) :

▲ [Actions collectives](#) :

- Mise en place de groupement d'achat si validation

▲ [Conseil individuel](#) :

- Proposer un diagnostic de l'installation pour évaluer la faisabilité de l'installation des appareils sur l'exploitation.

▲ [Aides aux investissements](#) :

- Soutien à l'acquisition de matériel

Données complémentaires :

-

« Installer des pré-refroidisseurs de lait »

Contexte :

- Technique connue depuis une 20^{aine} d'années
- Technique peu développée en Bretagne (quelques centaines d'unités)
- Proposé par des PME sans stratégie de diffusion
- Investissement élevé

Objectifs : Valider et promouvoir les pré-refroidisseurs comme technique d'économie d'énergie et de diminution de la puissance appelée aux heures de pointes

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none">- Diminution du temps de fonctionnement Du tank (- 50% de conso électrique)- Possibilité d'une mise en route retardée Du tank (- d'appel de puissance)- Travail d'installateurs locaux (emplois régionaux)	<ul style="list-style-type: none">- consommation d'eau importante- révélateur de mauvaise hygiène de la machine à traire

Mesures à mettre en œuvre :

▲ [Recherche fondamentale](#) :

▲ [Recherche appliquée](#) :

- Valider l'utilisation de pré-refroidisseurs et le démarrage décalé du tank à lait pour diminuer les appels de puissance en station expérimentale et dans des élevages pilotes
- Améliorer le système (diminution de la consommation d'eau, ...)
- Etude économique de l'installation

▲ [Sensibilisation / information](#) :

- Diffusion des avantages et des limites du système

▲ [Formation](#) :

▲ [Actions collectives](#) :

- Mise en place de groupements d'achat pour réduire les coûts

▲ [Conseil individuel](#) :

- Conseils particuliers dans les zones avec des problèmes de chute de tension.

▲ [Aides aux investissements](#) :

- Soutien à l'installation de pré-refroidisseurs

Données complémentaires :

▪

« Optimiser les installations en élevage de veaux de boucherie »

Contexte :

- 1000 élevages en Bretagne (élevage moyen 200 /250 veaux)
- Consommation d'eau chaude produite principalement par de l'électricité (chauffe-eau électrique) et du gaz
- 13 l/j/veau en moyenne (jusqu'à 20 l/j/veau)
- Fin des aides européennes à la dénaturation en fin 2006

Objectifs : Réduire les consommations d'énergie par les éleveurs de veaux de boucherie, notamment pour l'eau chaude sanitaire

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
- Impact économique important	- manque de références

Mesures à mettre en œuvre :

- ▲ [Recherche fondamentale](#) :
- ▲ [Recherche appliquée](#) :
 - Acquisition des références sur les consommations d'énergie dans les élevages de veaux de boucherie
 - Evaluation des différentes techniques d'économie d'énergie en élevage de veaux de boucherie
- ▲ [Sensibilisation / information](#) :
 - Diffuser les possibilités d'économie d'énergie
- ▲ [Formation](#) :
- ▲ [Actions collectives](#) :
- ▲ [Conseil individuel](#) :
 - Accompagnement des éleveurs dans leur réflexion sur leur consommation d'énergie
- ▲ [Aides aux investissements](#) :
 - Aide à l'acquisition des nouveaux équipements utilisant de l'énergie renouvelable (chauffe-eau solaire, chaudière à bois, géothermie) (cf. fiches production)

Données complémentaires :

■

Troisième partie :

5 Production d'énergie

« L'Huile Végétale Pure »

Contexte :

- Développement récent
- Les 4 départements sont ou vont être équipés de matériel collectif + quelques agriculteurs isolés en augmentation
- Loi d'orientation agricole 2006 autorise la production d'HVP pour l'autoconsommation à la ferme et vente possible entre agri dès 2007
- Rentabilité faible pour un fioul à 0.50 €/l, nulle à 0.40 €/l

Objectifs : **Promouvoir l'indépendance énergétique et alimentaire des exploitations**

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none">- Meilleure efficacité énergétique par rapport aux autres carburants- Economie de carburant fossile- Indépendance énergétique de l'agriculture- Traçabilité du tourteau utilisable en alimentation animale	<ul style="list-style-type: none">- Taux variable d'extraction → tourteau gras- Faible marge vis-à-vis du fioul agricole- Pas de garantie constructeur après utilisation- Pas de maîtrise du processus d'obtention d'une huile de qualité

Mesures à mettre en œuvre :

▲ Recherche fondamentale :

- Travail sur l'amélioration des variétés de colza vis-à-vis des paramètres influant sur la qualité de l'huile pour la carburation

▲ Recherche appliquée :

- Validation d'itinéraires culturaux pour le colza, compatibles avec une optique énergétique
- Mise en place d'une démarche de normalisation de l'HVP produite sur les exploitations : Constitution et mise à jour d'un observatoire sur les matériels utilisables dans ce domaine (presses, filtres, kits de bicarburation, ...) ainsi que la rédaction de guides méthodologiques pour une utilisation optimale de ceux-ci (pressage, purification, ...). Cela peut se traduire par l'organisation d'essais de matériel et/ou un suivi d'utilisateurs.
- Travail sur la valorisation des tourteaux fermiers en alimentation animale (ruminants, monogastriques)
- Mise au point de modes d'emploi, qui pourront être diffusés sous forme de guides pratiques

▲ Sensibilisation / information :

- Sensibilisation à la possibilité d'utiliser l'HVP dans les moteurs de matériel agricoles
- Communication sur la prudence vis-à-vis de cette application.

▲ Formation :

- Formation à la bonne utilisation d'une presse et à la méthodologie pour obtenir une huile de qualité carburant
- Formation à la conduite de la culture du colza pour les agriculteurs n'en n'ayant jamais cultivé

▲ Actions collectives :

- Accompagner les stratégies d'équipement en commun (en poste fixe ou en mobile)
- Accompagner les réflexions sur les filières de proximité en favorisant le dialogue entre les agriculteurs, les collectivités et les autres acteurs locaux

▲ Conseil individuel :

- Conseil lors de suivis de culture

- Pouvoir renseigner un agriculteur sur les risques qu'il encourt à utiliser de l'HVP selon le type de matériel qu'il possède

▲ [Aides aux investissements](#) :

- Soutien à l'investissement en commun lorsqu'il y a une véritable dynamique territoriale

Données complémentaires :

- Prix de revient de l'HVP : 0.45 €/l
- Prix du fioul agricole en mars 2006 : ~0.56 €/l
- Hiver 2005-06 : 1 000 ha

« Le colza Diester »

Contexte :

- 16 000 ha de colza diester en Bzh en 2004-05 sur une sole de 26 000 ha
- 4 usines en fonctionnement en France fin 2005 (Rouen (76), Compiègne (60), Boussens (31), Sète (34) (mise en route fin 2005) pour une production en diester de 376 500 t en 2004 et ~400 000 t en 2005
- Diester Industrie, outil industriel de l'interprofession des oléagineux contrôle 90 % du marché français
- Agrément 2005 : 417 000 t / agrément 2008 : 2 312 000 t (× 5.5 en 3 ans)
- Construction d'une usine d'une capacité de production de 250 000 t/an de diester, opérationnelle fin 2007 à Montoir (44)

Objectifs : **Promouvoir le colza diester en Bretagne**

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none">- Bon bilan énergétique (~3)- 3.5 moins néfaste que le gasoil pour l'effet de serre- Pas de modifications des moteurs (utilisable en banalisé dans les transports)- Pas d'investissements pour l'agriculteur	<ul style="list-style-type: none">- Rendements limités ⇔ contribution limitée à la problématique énergétique et à l'effet de serre- Concurrence avec les autres usages (HVP)- Production industrielle ⇔ peu de valeur ajouté pour l'agriculteur et perte du pouvoir de décision- Production hors Bretagne ⇔ pas de contribution au bilan énergétique régional

Mesures à mettre en œuvre :

- ▲ [Recherche fondamentale](#) :
- ▲ [Recherche appliquée](#) :
- ▲ [Sensibilisation / information](#) :
 - Information technico-économique sur le colza diester
 - Information sur la réglementation, culture sur jachères, aides « ACE », ...)
- ▲ [Formation](#) :
- ▲ [Actions collectives](#) :
- ▲ [Conseil individuel](#) :
 - Suivis de culture
- ▲ [Aides aux investissements](#) :

Données complémentaires :

« Le bio-éthanol »

Contexte :

- Production française de 90 000 t en 2004 et ~199 000 t en 2005
- Surface dédiées en France : 10 000 ha de betteraves et 15 000 ha de blé en 2004 et un doublement de ces surface en 2005
- En Bretagne : 5 ha de céréales énergétiques
-

Objectifs :

- **Evaluer les possibilités pour la Bretagne de fournir la filière industrielle de production bio-éthanol**
- **Evaluer la faisabilité de diversification de l'offre**

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none">- Moteurs déjà adaptés : ??- Culture connue et bien maîtrisée par les agriculteurs bretons- Culture sous contrat = assurance du débouché- Production connue- Technique connue- Filière possible en circuit court ou circuit industriel- Co-valorisation des ???- ancien savoir-faire	<ul style="list-style-type: none">- Compétition avec l'alimentation animale- Pas de contribution au bilan énergétique régional- Coût- Surabondance de l'essence- Bilan énergétique peu favorable- Outils industriels éloignés

Mesures à mettre en œuvre :

▲ [Recherche fondamentale](#) :

▲ [Recherche appliquée](#) :

Bibliographie rassembler les connaissances existantes de la valorisation des carburants et produits, bilan énergétique.

Veille sur la chimie de l'éthanol et de l'évolution des ses applications : piles à combustibles.

▲ [Sensibilisation / information](#) :

▲ [Formation](#) :

▲ [Actions collectives](#) :

▲ [Conseil individuel](#) :

▲ [Aides aux investissements](#) :

Données complémentaires :

« Le biogaz carburant d'origine agricole »

Contexte :

- Prototypage concluant à Lille, arrêté fin 2004 en attendant la mise en service d'une nouvelle unité de traitement du biogaz issu de la station d'épuration de la Communauté d'agglomération.
- Technologie d'utilisation du biogaz similaire au gaz naturel véhicule GNV (gaz naturel de Lacq par exemple)
- Vaste plan biogaz carburant en Suède ⇔ solide retour d'expériences
- Aucunes tentatives avec du biogaz d'origine agricole en France

Objectifs : [Evaluer la faisabilité de diversification de l'offre en biocarburant d'origine agricole](#)

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none">- Diversification des sources de biocarburants- Bilan énergétique favorable (~2.2) à partir- Gestion territorialisée de la matière Organique	<ul style="list-style-type: none">- Pas de réalisations existantes- Moins bien maîtrisée que la cogénération de biogaz qui peine elle aussi à démarrer- Investissement élevé pour une installation à la ferme- Nécessite des unités de taille importante posant un souci d'image si gestion de déjections animales

Mesures à mettre en œuvre :

- ▲ [Recherche fondamentale](#) :
 - Recherche pour améliorer et/ou simplifier les procédés d'épuration du biogaz pour servir de carburant
- ▲ [Recherche appliquée](#) :
 - Evaluer la faisabilité actuelle d'une telle opération, les conditions à réunir ?
- ▲ [Sensibilisation / information](#) :
 - Diffuser les résultats des évaluations
 - Sensibiliser les acteurs potentiels de cette filière
- ▲ [Formation](#) :
- ▲ [Actions collectives](#) :
- ▲ [Conseil individuel](#) :
- ▲ [Aides aux investissements](#) :

Données complémentaires :

▪

« Le bois énergie »

Contexte :

→ La Bretagne n'est pas une région forestière (14.2 % de la surface, France : 29.7 %, Europe : 30.9 %).

→ Pourtant l'arbre est bien présent (95 000 Km de haies et talus boisés [Agreste 2000] et de nombreuses petites et très petites surfaces boisées)

→ Possibilité validée de réaliser des cultures dédiées à la production de plaquettes de bois (~100 ha de TtCR de saules en 2006)

→ Une utilisation importante du bois comme source de chauffage (2.8 millions de stères soit ~930 000 t de bois secs ou ~300 ktep) à plus de 97 % sous forme de bûches. Un tiers des ménages bretons se chauffent totalement ou partiellement au bois.

→ Bretagne : 6^{ème} rang pour la proportion de maisons individuelles se chauffant au bois (56 % contre 50 % en France) mais 9^{ème} rang en terme de consommation (9.5 stères/logement dont le bois est la base de chauffage) [chiffres CAREN, 1996].

→ 89 installations de faible puissance en Bretagne au 28 février 2006

Département	Nombre d'installations	Puissance totale (kW)	T de bois valorisé/an	Tep substituées/an	CO2 évité/fuel (t)
22	19	838	289	82	240
29	8	440	145	41	121
35	48	1960	717	204	597
56	14	469	202	58	168
Bretagne	89	3707	1354	385	1126

→ 34 installations en collectivités et industries (2004) totalisant 25 MW réalisées au travers du plan Bois Energie Bretagne (PBEB) ⇔ 31 000 t/an de bois valorisé soit 7.1 ktep (2.4 % de la consommation)

Deux applications possibles du bois énergie en plaquettes :

▲ **Les chaudières faibles puissances** : Avec des puissances entre 30 et 60 kW, elles sont particulièrement adaptées à l'exploitation agricole tant pour des applications professionnelles (eau chaude sanitaire, chauffage des bâtiments, ...) que pour des applications domestiques (chauffage de la maison de l'exploitant). Elles peuvent aussi trouver leur place chez des particuliers pour chauffer l'habitation.

▲ **Les chaufferies de collectivités ou d'industrie (y compris les serres maraîchères)** : Leurs puissances et leurs besoins en combustibles sont bien plus élevés (collectivités : ~300 kW / Industrie du bois : 1500 kW / Serres : 2500 kW) et sont peu compatibles avec la productivité du bocage breton en plaquette et avec le coût des plaquettes bocagères. Seules les chaufferies de collectivité de taille moyenne peuvent trouver par ce biais un moyen de renforcer la notion de territoire.

Ces deux approches seront distinguées dans la suite car les actions relevant de chacune d'entre elle sont spécifiques. Cette distinction selon l'usage en petite ou moyenne installation vaut quelque soit l'origine des plaquettes de bois. Néanmoins, la production de plaquettes à partir de taillis à très courte rotation de saules nécessite un programme d'action bien spécifique même si il y a une interdépendance forte avec le mode de valorisation de la plaquette de saule. Ainsi cette filière sera également distinguée dans une troisième fiche concernant le bois énergie.

« Le bois plaquette en agriculture »

1/4

Objectifs : [Inciter les agriculteurs à valoriser le bois issu de l'entretien des haies et talus boisés grâce au déchiquetage en considérant la haie comme un réservoir d'énergie renouvelable](#)

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none">- Valorisation d'une ressource d'énergie renouvelable- Excellent bilan énergétique (~50) et bon bilan social<ul style="list-style-type: none">- Valorisation économique de la haie qui Présente par ailleurs d'autres avantages- Technique de plus en plus connue- Un nombre conséquent de site témoin de la fiabilité du système- Une filière en structuration- Le confort d'utilisation et la mécanisation des chantiers de bois avec l'acquisition de machines équipées de grappin	<ul style="list-style-type: none">- Manque de structuration de l'offre en chauffagistes installateurs- Coûts d'installation plus élevés que pour des chaudières à énergie fossile (chaudière + pose)- Le remplacement des chaudières ne peut se concevoir que lorsque les chaudières en place sont amorties- Nécessité d'un minimum de travail de bûcheronnage (≠ de la mécanisation totale)- Nécessité d'un minimum de place pour le stockage des plaquettes de bois (limite pour les applications en maisons individuelles de particuliers)

Mesures à mettre en œuvre :

▲ [Recherche fondamentale](#) :

▲ [Recherche appliquée](#) :

- Concevoir une méthode simple pour évaluer la productivité des haies
- Travail sur la gestion de la haie réservoir d'énergie
- Suivi de l'observatoire des chaudières automatiques et des déchiqueteuses
- Travail sur l'utilisation des chaudières (eau chaude) pour le chauffage des bâtiments d'élevage [C'est un travail plus large à intégrer à la diversification des sources d'énergie en bâtiments d'élevage]

▲ [Sensibilisation / information](#) :

- Poursuivre la diffusion des avantages liés à l'utilisation des chaudières automatiques à bois déchiqueté en milieu rural
- Diffuser la méthode d'évaluation du potentiel énergétique d'une haie
- Poursuivre la diffusion des références de l'observatoire des chaudières et des déchiqueteuses.
- Informer les agriculteurs sur les possibilités offertes pour déchiqueter leur bois s'ils choisissent cette technique

▲ [Formation](#) :

- Formations à destination des chauffagistes sur le chauffage automatique au bois en vue de la structuration d'un réseau de chauffagistes installateurs qualifiés
- Formations des agriculteurs à la gestion des haies avec une production de plaquettes de bois

▲ Actions collectives :

- Mise en réseau des agriculteurs engagés dans la démarche pour raisonner l'utilisation d'outils comme la déchiqueteuse automotrice à grappin et les broyeurs classiques.

▲ Conseil individuel :

- Conseil aux agriculteurs souhaitant investir dans une chaudière automatique à bois (dimensionnement, choix du matériel, ...)
- Proposer aux agriculteurs souhaitant investir dans une chaudière automatique à bois un diagnostic bocage avec éventuellement des conseils en terme de replantation de haies [à intégrer peut-être à une approche plus globale de la problématique talus et haies (biodiversité, qualité de l'eau, ...)]

▲ Aides aux investissements :

- Il existe des aides à l'achat de chaudières (crédit d'impôt) si la chaudière sert principalement pour l'habitation et des aides à l'installation (plan bois énergie Bretagne agricole) si c'est dans le cadre agricole.
- Aides à l'acquisition de matériels de déchiquetage dans le cadre d'un projet collectif

Données complémentaires :

- **30 kW** ⇔ 40 m3 de plaquettes ⇔ 10 t de bois ⇔ ~500 m/an de haie entretenue
- **60 kW** ⇔ 80 m3 de plaquettes ⇔ 20 t de bois ⇔ ~1000 m/an de haie entretenue
- **coût unitaire d'une installation petite puissance :**

	30 kW	60 kW
Chaudière	11 000 €	14 500 €
Installation	2 500 €	2 500 €
cheminée	1 500 €	1 500 €
coût total	15 000 €	18 500 €

- **coût d'un réseau de chaleur enterré :** ~100 €/ml (matériel 60 €/ml & pose : 40 €/ml)
- **Subventions existantes :**

Vous êtes	Particulier : usage domestique de la chaudière pour l'habitation principale		Agriculteur : usage professionnel de la chaudière
	Non agriculteur	Agriculteur	
Aides fiscales	Crédit d'impôt de 50 % (sur la chaudière)		-
Aides régionales spécifiques	-	Suvention du plan bois énergie Bretagne agricole (40 à 50% sur le raccordement)	Suvention du plan bois énergie Bretagne (40 à 45% sur l'installation)
Autres aides (sous conditions)	TVA 5,5%, aides de l'Anah (chaudières labellisées "flamme verte")		-

Source : Aile

« Le bois plaquette pour les collectivités »

2/4

Objectifs : [Encourager l'émergence de filières de proximité pour la valorisation du bois énergie par une coopération accrue entre les agriculteurs et les collectivités.](#)

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none"> - Valorisation économique du bocage politique <ul style="list-style-type: none"> - Implication des citoyens vis-à-vis de par l'entretien du paysage - Bonne image de l'agriculture - Développement d'un raisonnement de territoire 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessité d'une véritable volonté - Surcoût brut important pour la collectivité rapport à d'autres énergies (et même au bois industriel) - Nécessité d'initier le dialogue entre agriculteurs et collectivités pour développer conjointement

Mesures à mettre en œuvre :

▲ [Recherche fondamentale](#) :

▲ [Recherche appliquée](#) :

- Travail sur l'approvisionnement en bois de la part des agriculteurs (gestion de la haie, organisation du chantier de déchetage, ...)
[Mêmes axes de travail que pour l'application en petite puissance]

▲ [Sensibilisation / information](#) :

- Informer les différents acteurs sur les possibilités d'utilisation du bois en collectivité
- Sensibilisation des élus sur les avantages de la filière de proximité (développement local, retombée indirectes, ...)
- Informer les agriculteurs sur les structures juridiques ou autres, à adopter pour pouvoir apporter une offre convaincante aux collectivités

▲ [Formation](#) :

- Formation des agriculteurs à la gestion des haies en bois énergie (voir fiche bois énergie 1/3)

▲ [Actions collectives](#) :

- Structuration des partenaires agricoles susceptibles d'offrir des plaquettes aux collectivités
- Mise en réseau des partenaires agricoles et des collectivités
- Création d'une plate-forme de stockage pour la mise en marché des plaquettes

▲ [Conseil individuel](#) :

- accompagnement de la définition des projets

▲ [Aides aux investissements](#) :

- Aides à la réalisation des chaufferies des collectivités (Plan Bois Energie Bretagne)

Données complémentaires :

- **300 kW** ⇔ 200 t/an de bois valorisé ⇔ 115 tep/an
- **Coût unitaire :**

	300 kW	500 kW
Coût (€/kW)	650	500
Investissement (€)	195 000	250 000
Aide (€/kW)	200	150

« Les TTCR de saules : une culture de bois énergie »

3/4

Objectifs : développer les cultures de TTCR (Taillis à Très Courte Rotation) avec une approche territoriale agriculteurs/collectivités. Les TTCR permettent une épuration biologique et économe des rejets de station d'épuration tout en produisant une ressource énergétique sous forme de plaquettes de bois). Dans le contexte actuel (prix de l'énergie élevé, nouveau matériel de récolte, ...) le développement de la culture peut être envisagée par une valorisation énergétique au sein des exploitations agricoles.

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
- Forte productivité à l'hectare d'énergie seule	- Pas rentable pour une production
- Très bon bilan énergétique (20 à 30) avec	(expertise années 2000, critère à réévaluer
- Potentiel de pouvoir épuratoire	- Pas suffisamment de recul sur le nouveau matériel acquis
- Culture entièrement mécanisable	- Connaissances restreintes sur les itinéraires techniques
- Culture pérenne (- de travail, - de produits phytosanitaires, ...)	- Culture pérenne pour 21 ans ⇔ réticence des agriculteurs à s'engager sur de longues périodes
- Existence d'un pôle d'expertise en Bzh	- Crainte pour le dessouchage des parcelles

Mesures à mettre en œuvre :

▲ [Recherche fondamentale](#) :

- Recherche et amélioration de variétés locales de saules exploitables en bois énergie

▲ [Recherche appliquée](#) :

- Validation du pouvoir épuratoire de la culture de saule (*en cours*)
- Mise au point et perfectionnement d'itinéraire technique respectueux de l'environnement et de matériels spécifique à la culture (désherbage mécanique, recépage, matériel d'épandage, récolte, ...)
- Etude expérimentale des réponses de la culture aux apports de fertilisants (N, P, K) pour préciser ses besoins dans les conditions bretonnes
- Evaluation de la faisabilité technique et financière d'une valorisation des effluents d'élevage par une culture de saule ou l'utilisation des TTCR comme outils de mise aux normes économes pour les élevages.

▲ [Sensibilisation / information](#) :

- Promouvoir la technique auprès des collectivités en mettant en avant les 2 volets (épuration et énergie), si les références acquises le confirment
- Promouvoir la technique comme moyen de valorisation des effluents d'élevage (si validation)
- Informer les agriculteurs ou les collectivités sur les possibilités offertes au niveau régional sur la filière (expertise, moyen matériel, ...)
- Sensibiliser et informer le public sur les modalités de culture du saule et sur ses avantages afin d'éviter les incompréhensions et les idées reçues (ex : le TTCR est une culture à part entière, donc réclame un sol cultivable et n'est ainsi pas destiné à exploiter les zones humides)

▲ [Formation](#) :

- Formation des agriculteurs et/ou des collectivités à la gestion de la culture de saules
- Formation des chauffagistes sur le bois énergie (cf. fiche bois énergie 1/3)

▲ Actions collectives :

- Mise en réseau des acteurs ayant choisis les TTCR comme systèmes de valorisation des rejets de STEP.
- Mise en réseau au sein d'un territoire des différents partenaires susceptibles d'être concernés par la filière saules (agriculteurs, élus, IAA, chauffagistes, ..)
- Poursuite de la mécanisation de la filière selon une approche collective (Cuma, associations, ...)

▲ Conseil individuel :

- accompagnement personnalisé des projets requérant la mise en place d'une culture de saule (collectivités, agriculteurs, IAA, ...) de la culture à sa valorisation [en lien étroit avec les actions concernant la valorisation en chaudières petite puissance ou moyenne puissance)

▲ Aides aux investissements :

- Aides à l'installation de fertirrigation pour les cultures valorisant les eaux de rejet des STEP
- Aides pour l'implantation des cultures tant qu'il n'existe pas de matériel disponible régionalement.

Données complémentaires :

- **1 ha** ⇔ 14 t/an de bois à 30% récolté tous les 3 ans
4 tep/an brut & 3.8 tep/an net ⇔ 13 t eq. CO2/an évitées
- **Coût unitaire :**

<i>En l'état actuel des connaissances (mars 2006)</i>	Hypothèse basse	hypothèse intermédiaire	Hypothèse haute
Coût de la plantation de TTCR (€ HT/ha)	2150	2500	3000
Coût annuel, amortissement sur 10 ans (€ HT/ha)	215	250	300
Prix d'un épandage annuel (€/ha)	200	250	300
Prix de l'épandage annualisé (épandage tous les 3 ans) (€ HT/ha/an)	67	83	100
Coût de la récolte des saules (€ HT/ha)	600	800	1000
Coût de récolte annualisée (récolte tous les 3 ans) (€ HT/ha/an)	200	267	333
Coût de la plantation à l'hectare (€ HT/ha/an)	482	600	733
Prix de revient du bois récolté (€/t à 30% humidité)	34	43	52
<i>Sur la base d'un rendement de 14 T/an à 30% humidité</i>			
Coût de séchage stockage du bois (€/t 30% humidité)	10	12,5	15
Coût de la livraison (€/t 30% humidité)	10	12,5	15
Coût prévisionnel du bois de saule (€/t 30% humidité)	54	68	82

Source : Aile

« Le bois bûche »

4/4

Objectifs :

- **Conforter l'exploitation et la commercialisation de bois bûche issu du bocage (haies, boisements épars) et de la forêt.**

Forces & faiblesses :

FORCES : <ul style="list-style-type: none">- Pratique très courante en Bretagne- Douceur du climat qui ne nécessite pas une consommation annuelle trop importante- Combustible compétitif dans la contexte énergétique actuel- Combustible facilement auto-consommable sur une exploitation agricole- Disponibilité de la matière première (notamment en forêt)	FAIBLESSES / BLOCAGES : <ul style="list-style-type: none">- Dispersion de la matière première- Pénibilité des conditions de récoltes- Durée longue du séchage- Conditions de commercialisation mal maîtrisé – importance du travail dissimulé- Absence de caractérisation précise des produits commercialisés- Risque latent d'arasement de haies
--	---

Mesures à mettre en œuvre :

▲ [Recherche fondamentale](#) :

▲ [Recherche appliquée](#) :

- Concevoir une méthode simple d'évaluation de la productivité d'une haie
- Travail sur la gestion des haies (intervention sur la haie, plan de gestion au niveau de l'exploitation)
- Améliorer les conditions de séchage du bois bûche
- Proposer les bonnes adéquations entre le matériel de chauffage et les besoins de chauffage selon les bâtiments (surface à chauffer, conditions d'isolation). Choix entre chaudière bois ou appareil divisé (poêle, foyer, insert)

▲ [Sensibilisation / information](#) :

- Information sur les démarches de caractérisations du bois bûche (norme nf bois de chauffage, charte...)
- Information sur les matériels de combustion (poêles, chaudières, foyers inserts) – vulgarisation du label Flamme Verte
- Information sur les bonnes pratiques en matière de conditions d'exploitation et de commercialisation (risques de présomption de salariat)

▲ [Formation](#) :

- Formation à destination des chauffagistes sur le chauffage automatique au bois en vue de la structuration d'un réseau chauffagistes-installateurs qualifiés.
- Formation des agriculteurs à la gestion des haies en vue d'une production de bois (œuvre, bûches, plaquettes)

▲ [Actions collectives](#) :

- Parallèlement aux actions collectives liées aux plate-formes de proximité (voir fiche bois plaquettes), regrouper une offre de bois bûche normalisée et mutualiser les moyens de stockage-séchage et de livraison.
- Elaboration de contrats types (vente sur pied, prestation de service...)

▲ Conseil individuel :

- Conseil aux agriculteurs souhaitant investir dans une chaudière bois (dimensionnement, choix du matériel...)
- Proposer aux exploitants agricoles utilisant leur propre ressource un diagnostic de leur bocage et des conseils de gestion, entretien, renouvellement (à englober dans une réflexion plus large de la problématique talus et haies : biodiversité, qualité de l'eau, érosion des sols...)

▲ Aides aux investissements :

- Crédits d'impôts
- Aide à l'acquisition de matériel spécifique (fendeuse...)
- Partenaires associés : le CRPF

Données complémentaires :

- 42 % des maisons en Bretagne sont équipées d'un appareil de chauffage au bois, soit un parc de 377 000 maisons (données du CEREN – 2001)
 - dont 70 % équipées d'un foyer fermé
 - dont 2 % seulement équipées de chaudière bois
- Consommation unitaire : 5.4 stères de bois par an
 - 9,2 stères /an si chauffage bois en base
 - 3,6 stères /an si chauffage bois en appoint
- Plus d'un exploitant agricole sur 2 déclarait en 1997 avoir exploité du bois entre 1992 et 1996. Le bois récolté va à 90 % vers le chauffage. Pour plus de 70 %, le bois est récolté sur les haies et auto-consommé en très grande majorité (enquête sur la structure des exploitations en 1997- agreste sées).
- La comparaison des inventaires forestiers de 1980 et 1997 a permis d'estimer que la ressource bois énergie issue du bocage sur cette période provenait pour 1/3 de l'arasement des haies et pour 2/3 de la récolte courante sur les haies existantes (Agreste Bretagne n° 37 – décembre 200).

« Le granulé énergie »

Fiche non rédigée à la date de clôture de ce document

Objectifs :

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :

Mesures à mettre en œuvre :

- ▲ [Recherche fondamentale](#) :
 -
- ▲ [Recherche appliquée](#) :
 -
- ▲ [Sensibilisation / information](#) :
 -
- ▲ [Formation](#) :
 -
- ▲ [Actions collectives](#) :
 -
- ▲ [Conseil individuel](#) :
 -
- ▲ [Aides aux investissements](#) :
 -

Données complémentaires :

-

« Les cultures énergétiques annuelles »

Contexte :

- Engouement pour les céréales combustibles en France
- Les cultures bien implantées en Bretagne : les céréales (570 000 ha en tout)
- Les cultures potentiellement cultivables ou dont la culture est restreinte : mélilot, chanvre, ...
- Développement des chaudières et poêles polycombustibles utilisant le grain de céréales
- Pas de réalisation utilisant de la paille ou des plantes entières en Bretagne.

Objectifs : Accompagner le développement des cultures énergétiques annuelles en harmonie avec les valorisations et en connaissance de leurs limites (notamment environnementales) sans oublier les autres filières de valorisations plus rémunératrice

Forces & faiblesses :

« Le grain »

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none"> - Bon bilan énergétique - Simplicité de culture et pas besoin de matériel spécifique - produit fluide ⇔ compatible avec les matériels actuels de combustion (vis sans fin) - Peut s'utiliser en petite puissance - très bonne rentabilité financière pour l'agriculteur (possibilité de conserver les 25 % d'aide PAC couplées) - valorisation des jachères 	<ul style="list-style-type: none"> - Forte concurrence avec l'alimentaire - Ne recueille que la ½ de la biomasse produite - Riche en silice ⇔ production de mâchefer synonyme d'entretien quotidien - Fumées acides ⇔ incertitudes environnementale et nécessité d'utiliser des matériaux résistant donc coûteux pour le conduit de cheminée - Commercialisation soumise à contrôle par les OS - Problème éthique

« La paille »

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none"> - Pas de concurrence avec l'alimentaire - Simplicité de culture - Excédent régional de paille - Pas de réglementation particulière sur le commerce de la paille - valorisation des jachères 	<ul style="list-style-type: none"> - Concurrence d'usage avec la litière en élevage - Ne recueille que ½ de la biomasse produite - Soustrait le retour de matière organique au sol lorsque la paille est broyée au champ - Difficultés de manipulation au niveau des chaufferies - Investissement élevés - Nécessité d'installation de taille importante ⇔

« La plante entière »

Il y a croisement des 2 approches

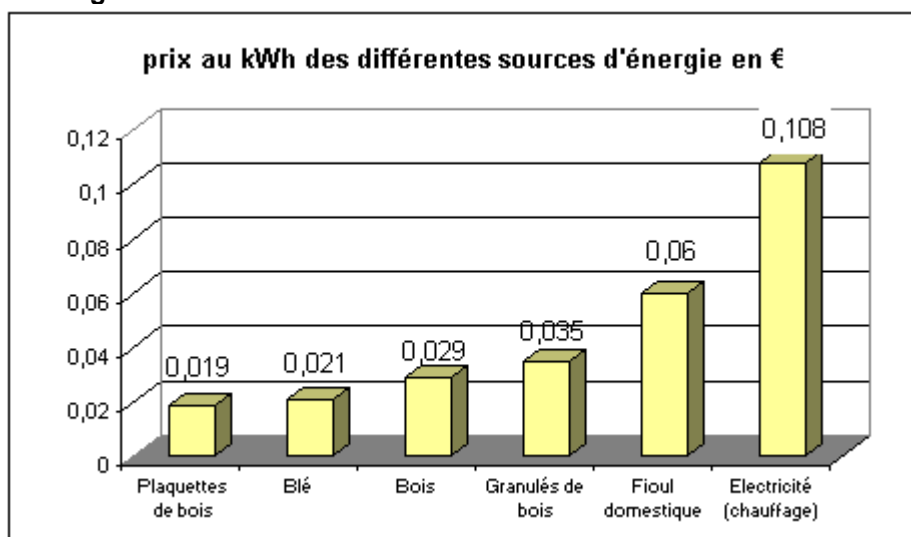
FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none"> - Bonne productivité (16 t/ha) - Bon bilan énergétique (mâchefer, fumées) - Facilité de culture - Bonne image de l'agriculture - valorisation des jachères 	<ul style="list-style-type: none"> - Concurrence d'usage forte - Problèmes liés à la combustion - Difficultés de récolte sans perte de grains - Difficultés de manipulation en chaufferie

- Etude de l'intérêt comparé des différentes plantes d'un point de vue technique et économique.

- ▲ Recherche fondamentale :
 - Travail de sélection de variétés aux usages énergétiques (notamment en plantes entières : limiter la perte des grains)
 - Travail sur la combustion des céréales et des autres cultures énergétiques annuelles potentielles : amélioration des systèmes existant, imitation des rejets, ...)
- ▲ Recherche appliquée :
 - Essais de différentes cultures énergétiques annuelles
 - Mise au point d'itinéraires techniques pour les cultures énergétiques annuelles (stratégie itinéraires « allégés » : moins d'engrais, moins de phytosanitaires, ...)
 - Collecte des infos atouts contraintes / chaudières à destination des chauffagistes.
- ▲ Sensibilisation / information :
 - Diffusion des connaissances actuelles sur les cultures énergétiques annuelles aux agriculteurs (avantage, prudence à observer, les modalités techniques, ...)
 - Diffusion des avantages et des limites de cette technique auprès des chauffagistes installateurs pour qu'il y ait un discours cohérent sur le sujet au niveau régional.
- ▲ Formation :
 - Avoir le réflexe de faire un bilan énergétique par la culture
 - Bilan énergétique
 - Analyse du cycle de vie (mécanisation jusqu'à l'utilisation).
- ▲ Actions collectives :
 - Création de groupe filière locaux sur certains débouchés .
- ▲ Conseil individuel :
- ▲ Aides aux investissements :
 - Soutien à l'investissement en commun lorsqu'il y a une véritable dynamique locale.
- ▲ Juridique :
 - Contrat / structures de vente matière première et énergie. .

Données complémentaires :

- 1l fioul \Leftrightarrow 2.4 kg de céréales
- **Coût de l'énergie :**



Source : La France agricole, 2005

« Les cultures énergétiques pérennes »

Contexte :

- Plusieurs hectares de miscanthus en Angleterre avec une valorisation dans une unité de production d'électricité verte en projet (dans le Staffordshire, par la société Eccleshall biomass)
- Essais de cultures pérennes (miscanthus, phalaris, fléole des prés, ...) un peu partout en Europe depuis 1992 (réseaux de chercheurs financé par l'Union Européenne [Arvalis, INRA, KALYS, Univ. Stuttgart, Univ. Wageningen])
- Test de cultures et de combustion en France par un réseaux de partenaires (pôle de compétitivité Picardie/Champagne-Ardenne, INRA, Arvalis, Chambres d'agriculture, ...)
- En Bretagne, essais sur les cultures de miscanthus, phalaris, et panic érigé dans les conditions pédoclimatiques locales (Kerguéhennec (56), chambres d'agriculture)

Objectifs : **Etudier les potentialités des cultures énergétique pérennes dans les conditions pédoclimatiques bretonnes, en vue de diversifier les sources d'énergie régionales.**

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none">- Forte productivité (15-20 t MS/ha)- Besoins faibles en intrants (engrais, phytosanitaires, ...)- Pérennité (10-15 ans) ⇔ besoins faibles en travail du sol	<ul style="list-style-type: none">- Cultures peu connues- Absence de matériel courant pour la valorisation énergétique

Mesures à mettre en œuvre :

- ▲ [Recherche fondamentale](#) :
 - Sélection de plantes adaptées aux conditions bretonnes et à une valorisation énergétique
- ▲ [Recherche appliquée](#) :
 - Trouver des ??? de mécanisation de la mise en place, l'exploitation et la destruction
- ▲ [Sensibilisation / information](#) :
 - Mise au point d'itinéraires techniques et d'équipement pour la culture de ces plantes
 - Etude sur d'autres application et débouchés de ces plantes (pouvoir épuratoire, bandes enherbées, pâte à papier, fibres végétales, biomatériaux ...) Cf. TTCR de Saules
- ▲ [Formation](#) : éléments généraux à intégrer dans la prospective
- ▲ [Actions collectives](#) : voyage d'études
- ▲ [Conseil individuel](#) :
- ▲ [Aides aux investissements](#) :

Données complémentaires :

- Exemple de coûts unitaires :

	miscanthus	panic érigé
plants / semence	0,05 €/rhizome	32,4 €/kg
densité	10000 plants/ha	7 kg/ha
coût à l'hectare	500 €	227 €
rendement moyen	20 t/ha	10 t/ha

Source : Heaton et al., 2004

« Les chauffe-eau solaires »

Contexte :

- Janvier 2006 : 914 chauffe-eau solaires individuels - 381 installations en 2005
2650 m² de capteurs dont 1833 m² installés en 2005
- 672 installateurs qualisol en Bretagne
- Pas de statistiques sur les applications en agriculture mais le chiffre est faible
- Applicable pour l'eau chaude sanitaire en élevages

Objectifs : Diffuser plus largement la technique du CESI en agriculture pour diminuer le recours aux énergies fossiles, à l'électricité ou à la biomasse et pour produire l'eau chaude sanitaire : élevages laitiers et de veaux de boucherie

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation d'une ressource illimitée - Simplicité d'utilisation - Bonne maîtrise de la technologie - surface de toiture importante 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût élevé - Appoint nécessaire avec une autre source d'énergie

Mesures à mettre en œuvre :

▲ [Recherche fondamentale](#) :

▲ [Recherche appliquée](#) :

- Suivis des équipements dans les stations expérimentales et dans des élevages pionniers pour acquérir des références technique liées à l'application de CESI en agriculture
- Etude sur les applications optimale des CESI en exploitations agricoles.

▲ [Sensibilisation / information](#) :

- Diffuser la technique auprès des agriculteurs concernés (éleveurs laitiers, éleveurs de veaux de boucherie, ...)

▲ [Formation](#) :

- Former les éleveurs à la mise en place de solaire thermique sur leur exploitation

▲ [Actions collectives](#) :

- Mise en place de groupements d'achat pour diminuer les coûts du matériel (exemple en Mayenne : coûts divisés par 2)
- Conseil technique

▲ [Conseil individuel](#) :

▲ [Aides aux investissements](#) :

- Aide à l'acquisition de CESI

Données complémentaires :

- Ordre de grandeur des coûts unitaires :

	500 l d'eau	5000 l d'eau
application	élevage laitier	veaux de boucherie
surface de capteurs	9 m ²	80 m ²
taux de couverture des besoins	34%	34%
gain en kWh	4 265	42 282
prix au m ²	1 000 €	1 000 €
investissement	9 000 €	80 000 €

Source : Aile, 2006

« Le séchage solaire en grange »

Contexte :

- Procédés venus de Suisse, Autriche, Allemagne
- Forte implantation dans l'Est et le Sud Ouest (Franche comté, Rhône Alpes, Midi Pyrénées, Auvergne)
- 95 éleveurs de vaches laitières et chèvres équipés sur les 12 départements de l'ouest

Objectifs : **Accompagner les éleveurs intéressés dans le développement de la technique et évaluer objectivement les avantages et les inconvénients de la technique dans un contexte d'évolution vers des systèmes d'exploitation plus durables**

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none">- Valorisation maximale des fourrages autoproduits- Permet d'éviter les fourrages fermentés- Economie en énergie	<ul style="list-style-type: none">- Investissements élevé pour une période d'utilisation restreinte dans les conditions bretonnes (hiver court)- Technique peu développée en Bretagne : une vingtaine d'installation

Mesures à mettre en œuvre :

▲ Recherche fondamentale :

- Préciser les valeurs alimentaires des fourrages séchés en granges et les productions permises (quantité, qualité)

▲ Recherche appliquée :

- Etude comparative sur la consommation d'énergie en système classique et le séchage de foin en vrac en grange à l'aide de l'énergie solaire, avec un complément économique et sur le temps de travail
- Acquisition de références sur la technique pour pouvoir conseiller les éleveurs motivés
- Etude prospective sur les différentes applications du séchage solaire en grange (grain, ...), comparaison avec les éleveurs du réseau ETRE (70 élevages répartis sur la Bretagne)

▲ Sensibilisation / information :

- Informer les agriculteurs sur la technique : son application, ses avantages et ses limites.
- Diffuser les résultats techniques et économiques de la comparaison entre les systèmes d'exploitation

▲ Formation :

- Formation des éleveurs qui se lancent dans l'aventure du séchage solaire en grange pour qu'ils valorisent au mieux leurs fourrages

▲ Actions collectives :

▲ Conseil individuel :

- Proposer un diagnostic de l'exploitation aux agriculteurs réfléchissant à une réorientation de leur système d'exploitation vers le séchage solaire de fourrages en grange

▲ Aides aux investissements :

- Soutien aux agriculteurs réorientant leur système vers cette technique

Données complémentaires : (coûts approximatif, AFIP Bretagne)

	coût en Euros
Griffe, ventilateur, caillebotis, ...	28 000 à 50 000
Matériel de récolte	25 000
Système de chauffage (toiture solaire)	30 000

« La combustion fumier de volaille et la co-génération »

Contexte :

→ 4 centrales électriques de la société Fibrowatt utilisent du fumier de volaille au Royaume Uni :

usine	localisation	Puissance (MW)	Consommation en fumier de volaille (t)
Westfield	Fife, Ecosse	9,8	110 000
Eye	Suffolk	12,7	160 000
Glandford	North Lincolnshire	13,5	89 000 *
Thetford	Norfolk	38,5	420 000

* : participe à l'incinération de farines animales

→ Projet de 3 centrales en Italie, projet similaire en Hollande, Belgique, USA

3 voies de valorisation :

- Production et vente d'électricité : co-génération
- Production d'énergie pour l'exploitation
- Production d'énergie pour une autre filière agricole ; les serres

→ Le projet (« Energie Avicole » dans le Morbihan) à la fin des années 1990, avait comme objectif la production d'électricité. Il a été abandonné pour des raisons économiques, tarif d'achat du KWH insuffisant pour assurer l'équilibre économique.

→ 2 projets à la ferme en Bretagne :
à Braspart (29) en 2000
à Saint Ségat (29) en 2003-2004
Prototypes non validés à cause des rejets de dioxine supérieurs aux normes

→ 1 projet en serre maraîchère, abandonné sous la pression des collectifs de riverains

Objectifs : Poursuivre la mise au point d'outils de valorisation énergétique du fumier de volaille et informer le public sur le bien fondé de cette valorisation.

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
	Valorisation « électricité »
- faible coût du combustible	- Tarif de rachat du KWH
	Valorisation à la ferme
- valorisation d'une ressource disponible renouvelable et bon marché	- contrainte réglementaire sur le traitement des rejets gazeux, classification « déchet » et non pas « biomasse »
- résorption d'un excédent	- coût des installations
- amélioration de l'autonomie énergétique de l'exploitation	
	Valorisation serres
- faible coût du combustible	
- transfert d'énergie d'une filière agricole (en excédent) à une autre (consommatrice)	

Mesures à mettre en œuvre :

↳ [Recherche fondamentale](#) :

↳ [Recherche appliquée](#) :

- Mise au point de nouveaux procédés de valorisation
- Travail sur le chauffage des bâtiments volailles par circulation d'eau chaude
- *Action transversale de diversification énergétique pour le chauffage des bâtiments d'élevage*

↳ [Sensibilisation / information](#) :

- Informer le public sur le bien fondé de ce type de valorisation, ses avantages et ses inconvénients

↳ [Formation](#) :

↳ [Actions collectives](#) :

- Lobbying pour faire reconnaître le fumier de volaille comme de la biomasse

↳ [Conseil individuel](#) :

↳ [Aides aux investissements](#) :

- Aide aux installations pilotes

« La cogénération dans les serres »

Contexte :

- Quelques installations en Bretagne (4 en Finistère)
-

Objectifs : [Soutenir la cogénération dans les serres maraîchères pour développer la production décentralisée d'électricité en Bretagne et limiter les renforcements de réseaux.](#)

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none">- Production décentralisée d'électricité- efficacité énergétique de l'installation (environ 85 % contre 70 % en installations séparées)- Conforte le revenu des serristes en hiver	<ul style="list-style-type: none">- Investissement élevé- Le réseau de distribution du gaz naturel ne couvre pas l'ensemble du territoire.- Contrats rigides avec EDF (temps de fonctionnement imposé)- Tarif de rachat pas attractifTechnique indexé au tarif du gaz (marché libre)

Mesures à mettre en œuvre :

▲ [Recherche fondamentale](#) :

[Recherche appliquée](#) :

▲ [Sensibilisation / information](#) :

- Informer les agriculteurs sur la technique et ses applications
- Sensibiliser les collectivités à l'intérêt de la production décentralisée d'électricité par cogénération (promotion de l'efficacité énergétique)

▲ [Formation](#) :

▲ [Actions collectives](#) :

- Réflexion en commun sur la technique
- Constitution de groupement d'investissement dans un cadre collectif

▲ [Conseil individuel](#) :

- Accompagnement des maraîchers intéressés par le montage du dossier

▲ [Aides aux investissements](#) :

- Soutien à la réalisation d'installations
- Augmentation du tarif de rachat de l'électricité

Données complémentaires :

Mise en place d'un groupe de travail dans le 29 sous la direction de la DDAF (1ère réunion 12 mai)

« La méthanisation avec cogénération »

Contexte :

La Bretagne est la première région française pour les activités d'élevages . Elles sont génératrices d'excédents d'effluents pour lesquels un programme de résorption est en cours.

Avec l'accroissement du coût de l'énergie et une prise en compte croissante de l'environnement dans les pratiques agricoles, industrielles et publiques, la méthanisation redevient de plus en plus une technologie d'actualité, avec une maturité technique certaine (3000 installations en Allemagne).

La méthanisation n'est pas un moyen de réduire la charge azotée de ces effluents, mais par ce procédé l'agriculteur dispose d'un engrais organique de meilleure qualité : homogène, stable, hygiénisé, désodorisé, de bonne valeur agronomique (azote sous forme ammoniacale).

En France, on ne compte en 2005 que 3 installations de méthanisation à la ferme

Objectifs : Développer la méthanisation agricole et l'accompagnement de façon pérenne

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none">- production d'une énergie renouvelable décentralisée- réduction des émissions de gaz à effet de serre liée à l'élevage- Désodorisation du lisier avant épandage	<ul style="list-style-type: none">- faiblesse du tarif de rachat de l'électricité- Pas de savoir-faire et d'offre d'équipement français- Investissements élevés (plusieurs centaines de milliers d'euros)- Investissements récents des éleveurs de porcs dans le traitement du lisier- Nécessité de maîtrise de la technique

Mesures à mettre en œuvre :

▲ Sensibilisation / information :

- Présentation des grandes lignes sur le principe de la méthanisation à destination des agriculteurs. Description des différentes techniques, produits entrants, gestion du digestat, données économiques, démarches administratives.
- Communication à destination des agriculteurs motivés sur les volets à considérer dans un projet de méthanisation à la ferme.
- Organisation d'une conférence régionale sur le sujet (1 tous les 2 ans).

▲ Formation :

- Organisation de visite d'installations pour les agriculteurs motivés
- Formation sur la gestion d'une installation de méthanisation pour les éleveurs pionniers

▲ Conseil individuel :

- Pré diagnostic : calculs des principales données techniques et économiques, évaluation rapide de la faisabilité d'une installation de méthanisation.
- Aide au montage des projets et au choix des maîtres d'œuvres.

▲ Aides aux investissements :

- Aide à la réalisation de prédiagnostics sur les exploitations
- Aide pour la réalisation des études de faisabilité officielle
- Aide pour la réalisation de l'installation en fonction de l'évolution du tarif de rachat de l'électricité et du temps de retour sur investissement calculé.

Données complémentaires :

- Coût unitaire : 300 000 à 500 000 €

« L'éolien électrique »

Contexte :

- La Bretagne est une région à fort potentiel
- L'énergie éolienne est en phase de développement dans la région
- Le développement est lié aux conditions de rachat de l'électricité par EDF

Objectifs : Inciter les agriculteurs à acquérir une certaine autonomie énergétique

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none">- Savoir-faire existant- Fort potentiel de vent- Installation possible sur des sites isolés-	<ul style="list-style-type: none">- Manque de référence locale- coût de l'installation- production intermittente-

Mesures à mettre en œuvre :

⚡ [Recherche fondamentale](#) :

- Veille sur les formes juridiques des démarches collectives d'acquisition d'équipements en commun

⚡ [Recherche appliquée](#) :

- Test d'installation dans les stations expérimentales de Bretagne et chez des agriculteurs pionniers
- Etude de faisabilité technico-économique de ce type d'installation

⚡ [Sensibilisation / information](#) :

- Diffusion de la technique selon les résultats des tests

⚡ [Formation](#) :

- Formation des installateurs

⚡ [Actions collectives](#) :

- Accompagnement et suivi des installations pilotes (individuelles et collectives)

⚡ [Conseil individuel](#) :

- Propositions possibles dans le cadre des diagnostics énergétiques

⚡ [Aides aux investissements](#) :

- Aide à l'équipement « petit éolien »

Données complémentaires :

▪

« Le photovoltaïque »

Contexte :

- Faible développement de cette technique
- Les conditions de rachat de l'électricité par EDF conditionneront le développement futur
-

Objectifs : Favoriser l'installation de panneau photovoltaïques

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none">- Surface importante de toiture de bâtiments agricoles- Fiabilité des installations- Ressources illimitée- Simplicité d'utilisation-	<ul style="list-style-type: none">- coût des équipements- besoin de compétences d'installateurs- dépendance du prix de rachat l'électricité- manque de référence technique

Mesures à mettre en œuvre :

[Recherche fondamentale](#) :

[Recherche appliquée](#) :

- Test d'installation dans les stations expérimentales de Bretagne et chez des agriculteurs pionniers
- Etude de faisabilité technico-économique de ce type d'installation

[Sensibilisation / information](#) :

- Diffusion de la technique selon les résultats des tests

[Formation](#) :

- Formation des installateurs

[Actions collectives](#) :

- Accompagnement et suivi des installations pilotes
- Mise en place de groupements d'achat

[Conseil individuel](#) :

- Propositions possibles dans le cadre des diagnostics énergétiques

[Aides aux investissements](#) :

- Aide à l'équipement « photovoltaïque »

Données complémentaires :

- Coût moyen : 750 HT/m²

« La pompe à eau à énergie renouvelable »

Contexte :

- Les exploitations laitières et bovines sont très consommateurs d'eau
- La plupart des éleveurs possèdent des ressources naturelles d'eau sur leur exploitation

Objectifs : [Inciter les éleveurs à valoriser les ressources naturelles sur leur exploitation](#)

Forces & faiblesses :

FORCES :	FAIBLESSES / BLOCAGES :
<ul style="list-style-type: none">- La plupart des éleveurs possèdent des ressources naturelles en eau- Utilisation d'une ressource illimitée- Simplicité d'utilisation	<ul style="list-style-type: none">- coût élevé- manque de référence techniques sur l'éolienne de pompage et les pompes à eaux solaires

Mesures à mettre en œuvre :

[Recherche fondamentale](#) :

[Recherche appliquée](#) :

- Suivis d'installation et équipement de stations expérimentales pour acquérir des références techniques liées à l'application d'éoliennes de pompage et les pompes à eau solaire
- Etude sur les applications optimales de ces énergies en exploitations agricoles

[Sensibilisation / information](#) :

- Diffuser la technique auprès des agriculteurs concernés (éleveurs laitiers et bovins)

[Formation](#) :

- Former les éleveurs à la mise en place d'éolienne de pompage et de pompes à eau solaire sur leur exploitation

[Actions collectives](#) :

- Mise en place de groupements d'achat pour diminuer les coûts du matériel
- D'accompagner les éleveurs dans les contacts avec les fournisseurs, d'apporter du conseil technique et d'animer une dynamique de groupe plus mobilisatrice

[Conseil individuel](#) :

[des aux investissements](#) :

- Soutien à l'acquisition du matériel (éolienne et pompes solaires)

Données complémentaires :

-

Niveau de l'action

		Fiches actions	Développement	Recherche	National	Régional	
ACTIONS TRANSVERSALES		Le diagnostic PLANETE et sa simplification	X	X	X	X	
		Mise au point d'une gamme de diagnostic-conseil énergie simplifié	X	X		X	
		Sensibilisation & information & conseils aux agriculteurs à l'énergie	X	X		X	
		Observatoire agriculture/énergie de la Profession agricole	X	X		X	
ACTIONS ECONOMIE D'ENERGIE	Carburant	Promotion des stratégies, des techniques, des pratiques visant à maîtriser la consommation de fioul des tracteurs	X			X	
		Acquisition de références sur les consommations de carburant selon les usages		X	X	X	
		Banc d'essai diagnostic tracteurs	X			X	
	Serres	Optimiser les installations en serres	X				X
		Adapter les conduites culturales en serres	X	X			X
		Explorer les sources d'énergie alternatives en serres	X	X			X
		Concept de serre fermée et système de capteurs d'énergie		X	X		X
	Vol	Rénovation et maintenance des bâtiments volailles chauffés existants	X				X
	Porc	Rénovation et maintenance des bâtiments porcs	X				X
		Les récupérateurs de chaleur sur l'air extrait des porcheries	X				X
		La pompe à chaleur géothermale en porcherie	X	X			X
	Bovins L V	Optimiser les installations existantes dans les élevages laitiers	X				X

		Installer des récupérateurs de chaleur sur le condenseur du tank à lait	X			X
		Installer des pré-refroidisseurs de lait	X			X
		Optimiser les installations en élevage de veaux de boucherie	X	X		X
ACTIONS PRODUCTION D'ENERGIE	Carburant	L'Huile Végétale Pure	X	X	X	X
		Le colza Diester	X		X	
		Le bio-éthanol		X	X	
		Le biogaz carburant d'origine agricole		X	X	X
	Chaleur	Le bois plaquette en agriculture	X			X
		Le bois plaquette pour les collectivités	X			X
		Les TCCR de saules	X	X	X	X
		Le bois bûche	X			X
		Le granulé énergie	X	X	X	X
		Les cultures énergétiques annuelles	X	X	X	X
		Les cultures énergétiques pérennes		X	X	X
		Les chauffe-eau solaires	X		X	X
		Le séchage solaire en grange	X		X	X
	cogéné	La combustion de fumier de volaille et la méthanisation	X	X		X
		La cogénération dans les serres	X			X
		La méthanisation avec cogénération	X	X		X
	élect	L'éolien électrique	X	X	X	X
		Le photovoltaïque	X	X	X	X
		La pompe à eau à énergie renouvelable	X	X		X