

Le dossier Économie de l'Élevage

TOUS LES MOIS, UNE ANALYSE SUR LES FILIÈRES BOVINES, OVINES ET CAPRINES



Décembre 2007



n°373

Les agrocarburants et l'élevage

Atout ou menace pour les ruminants ?

Rédaction : Institut de l'Élevage

Ce dossier correspond en particulier à un travail réalisé par Cécile Coulomb en charge de cette thématique au sein du Département Économie de l'Institut de l'Élevage. En dehors du GEB, équipe en charge de la rédaction des "Dossier Économie de l'Élevage", cette étude a bénéficié de nombreuses collaborations dans les équipes techniques de l'Institut de l'élevage et en particulier de l'appui de Philippe Brunschwig, Marie-

Catherine Leclerc et André Pflimlin.

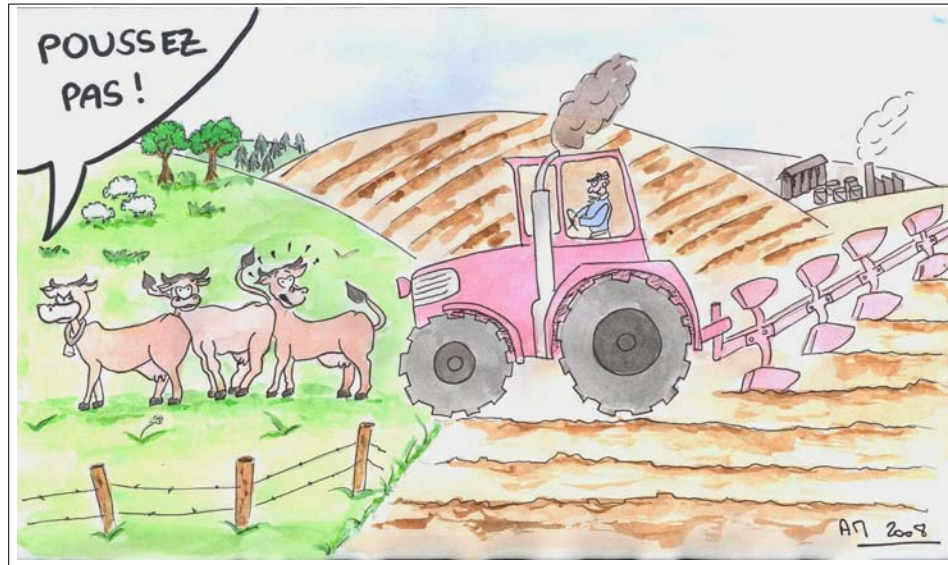
Au-delà d'une phase bibliographique pour acquérir les bases techniques sur la fabrication des agrocarburants, des informations complémentaires ont été obtenues grâce à de nombreux entretiens auprès d'experts des filières de production et de commercialisation de l'éthanol ou du biodiesel : industriels, syndicats professionnels, instituts de recherche appliquée, pétroliers...

Des voyages d'études aux États-Unis et au Brésil en 2007 ont aussi permis de mesurer sur place un certain nombre d'impacts sur l'élevage, du développement des agrocarburants.

Ces informations ont permis d'aller au-delà des publications couramment disponibles pour le grand public, qui apparaissent souvent comme le reflet d'une politique active de promotion des agrocarburants.

Nous tenons à remercier tout particulièrement les personnes de la filière qui ont bien voulu nous accorder un entretien :

M. Gildas Cotten, SNPAA
Mme Florence Jacquet, INRA
M. Patrick Mendez, Brie-Champagne-Ethanol
M. Xavier Montagne, IFP
M. Michel Nicaise, Cargill
M. Xavier Preel, Total
M. Daniel Rether, Total
M. Georges Vermeersch, Sofiprotéol



Les agrocarburants, un atout ou une menace pour les ruminants ?

Les agrocarburants sont aujourd'hui au cœur de l'actualité. Ils ont connu un essor important depuis les années 2000 puisque leur production mondiale a crû d'environ 15% par an ces 5 dernières années. Si cette activité s'est surtout développée au Brésil à partir de la canne à sucre (bioéthanol), aux USA à partir du maïs (éthanol) et en Allemagne à partir du colza (diester), la France n'est pas en dehors du mouvement. Après une période de communication enthousiaste de la part des Pouvoirs publics et des filières végétales concernées, cette filière naissante est aujourd'hui l'objet d'analyses et de diagnostics plus réservés quant aux enjeux et aux impacts positifs à en attendre, qu'il s'agisse des aspects économiques, énergétiques ou écologiques.

Si l'élevage dans son ensemble est très concerné par ces évolutions et ces stratégies, l'élevage bovin et ovin l'est doublement. Il l'est comme le plus gros utilisateur potentiel des coproduits de ces filières, c'est-à-dire des tourteaux de colza (coproduit du biodiesel) et des drêches de céréales (coproduit de l'éthanol). Il l'est aussi comme production « concurrencée » en terme d'utilisation du foncier, en particulier dans les zones de poly-

culture-élevage. Cette concurrence pour l'utilisation du sol risque d'être encore plus forte demain lorsque l'enjeu portera sur les agrocarburants de deuxième génération, ceux qui utiliseront la plante entière, c'est-à-dire la biomasse cellulosique de plantes annuelles ou pérennes (miscanthus, luzerne, bois...), plantes qui pourraient se développer aux dépens des surfaces en herbe.

Le secteur de l'élevage est régulièrement interpellé sur l'intérêt qu'il pourrait trouver au développement de ces cultures énergétiques ou plus exactement des coproduits qui leur sont liés. De fait, il est bien difficile de préciser l'intérêt technico-économique éventuel de certains produits dont on ignore les caractéristiques chimico-physiques, la valeur nutritionnelle, ou encore la disponibilité, et pour lesquels il est *a fortiori* bien difficile d'apprécier les prix auxquels ils seront proposés. L'expertise des coproduits de l'éthanol reste à faire et nécessite certainement un cadre de travail plus transparent.

Le développement éventuel des politiques énergétiques misant sur les agrocarburants pose bien d'autres

> > >

questions que la disponibilité de nouveaux coproduits. C'est ce que nous nous proposons d'analyser dans ce « Dossier Economie de l'Elevage », même si entre sa mise en chantier et sa sortie de nombreux éléments sont intervenus dont l'effet semble être une pause dans les investissements envisagés. Ce dossier a pour ambition d'apporter un éclairage sur la nature et l'importance de cette filière en France, sur son contexte européen et mondial, sur ses probables développements, sur les stratégies des acteurs et d'esquisser l'impact que ces projets et l'avenir des agrocarburants pourraient avoir sur les régions et les systèmes d'élevage français.

Vu les surfaces qui pourraient être dédiées en France et dans le monde aux productions d'agrocarburants, des tensions sur le marché mondial des matières premières utilisées dans les aliments du bétail ne manqueront pas d'intervenir. C'est le coût de production du lait et des viandes qui se renchérit. Ces mécanismes inflationnistes sont bien perceptibles fin 2007 ; bien que leur origine soit multiple, le développement des agrocarburants y joue un rôle indéniable. « Manger ou conduire il faut choisir » n'est certes pas le slogan de demain, mais les surfaces productives de la planète et surtout celles de l'Hexagone ne sont pas extensibles. La légitimité de l'agriculture auprès des citoyens est fondée aujourd'hui sur la satisfaction de leurs préoccupations liées à leur alimentation, à leur santé et à leur environnement au sens large. Une stratégie de développement des agrocarburants est-elle compatible avec la perception positive de l'élevage par les consommateurs et la société. Les décisions concernant les arrêts des élevages de ruminants ou les retournements de prairies sont quasiment irréversibles. Or l'Europe s'enfonce dans un déficit croissant pour ces productions de viande issues des ruminants et des systèmes de production valorisateurs d'herbe et de fourrages grossiers. Pire, en renforçant les liens entre les prix des productions végétales et ceux du pétrole, on aboutirait en quelque sorte, dans le secteur animal, à une plus grande liaison entre les coûts de production et le prix du pétrole !

En dehors de l'augmentation des coûts de production du lait et de la viande à laquelle tout ceci conduit, quel serait le bilan d'un point de vue économique, sociétal, énergétique, environnemental... d'une évolution qui pousserait, pour produire des agroénergies, à l'abandon de l'herbe, des fourrages cultivés, des sys-

tèmes économes en énergie et fournisseurs de produits de qualité ?

Aujourd'hui, pour ce qui est de la France, nous sommes convaincus que la progression des surfaces et des volumes de produits consacrés à ces filières éthanol et biodiesel ne progresseront qu'à petite vitesse. Le niveau d'incorporation de 5,75% correspondant au niveau légal européen à l'horizon 2010 sera vraisemblablement atteint dans les temps, de même que l'objectif de 7% en 2010 au niveau national. Il n'en sera pas nécessairement de même pour le niveau supérieur de 10%, mesure nationale volontariste. En tout état de cause, ces niveaux d'incorporation risquent aussi d'être atteints avec des produits importés de type huile de soja et de palme, ou éthanol brésilien, ce qui poserait d'autres questions mais limiterait les enjeux "élevage" en Europe.

“Une plus grande dépendance au prix du pétrole ?”

Il apparaît néanmoins au terme des premières études réalisées que si les impacts sur l'élevage ne sont pas évidents à appréhender et que

s'ils ne sont ni massifs ni univoques pour les ruminants, ils ne semblent pas globalement favorables. Certes la plus grande disponibilité en tourteau de colza qui devrait en résulter est de nature à contenir la hausse du prix des protéines en général et en particulier celui du tourteau de soja auquel il se substituera. Mais c'est à l'inverse qu'il faut s'attendre en matière de prix des céréales, du maïs et des graines de soja. Et ces facteurs sont déterminants dans les coûts de production du lait et de la viande.

Si l'intérêt du secteur élevage au sens large en Europe ne semble pas lié positivement au développement des agrocarburants, il peut en être tout à fait différemment d'un point de vue individuel et même régional. La proximité de tel ou tel coproduit nouveau, utilisable « en frais », à coûts d'approche très réduits, pourrait représenter dans certains cas une véritable opportunité économique et technique (amélioration de la composition du lait par exemple avec le tourteau de colza). Ceci à l'instar de ce que l'on connaît depuis longtemps en France et à petite échelle, avec des ateliers d'engraissement « hors sol » à base de pulpes, drêches et autres coproduits agroalimentaires, ou de manière plus industrielle dans d'autres pays, comme aux Etats-Unis où le développement massif des agrocarburants à base de maïs est susceptible de « déplacer » une partie de l'engraissement des bovins.



SOMMAIRE

	Introduction : Les agrocarburants, atout ou menace pour les ruminants ?	1
1	Agrocarburants, une grande diversité de produits	5
	L'éthanol carburant : quelles filières ?	5
	La filière biodiesel	11
	Demain, les agrocarburants de deuxième génération ?	13
2	État des lieux et impact sur la disponibilité des coproduits	17
	Quelles politiques française et européenne pour les agrocarburants ?	17
	La filière biodiesel : une production bien installée	18
	La filière éthanol : des débuts prometteurs mais encore fragiles	21
3	Quels impacts sur l'élevage des ruminants ?	25
	Quelle valorisation des coproduits par les ruminants ?	25
	Concurrence sur les surfaces	33
	La filière éthanol aux États-Unis : jusqu'où ?	34
	La filière éthanol au Brésil : un cas unique	37
	Conclusion : Pour l'élevage, une dépendance croissante au prix du pétrole !	39

Rendement comparatif des différentes matières premières pour la production d'éthanol

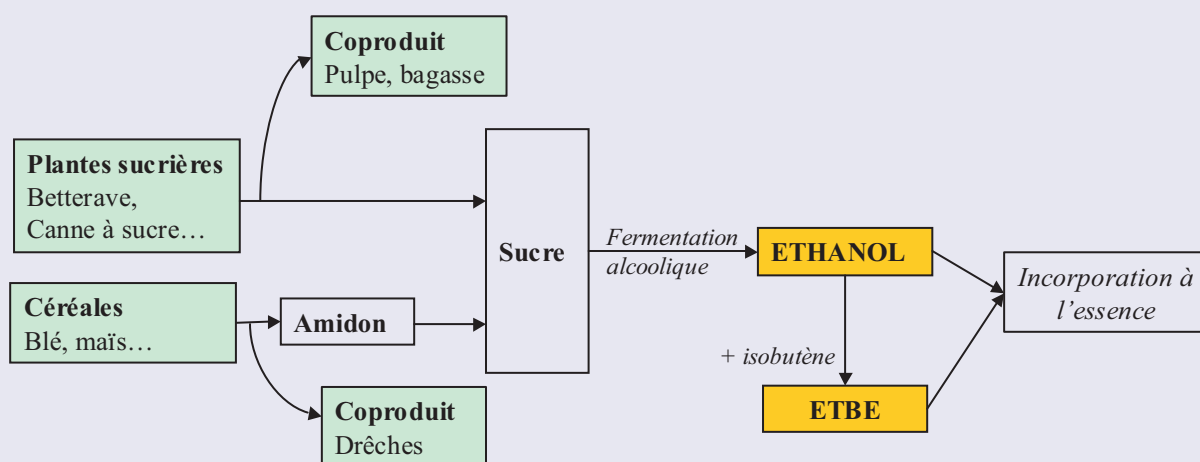
Figure 1

Matière première	Rendement à l'ha (tonnes)	Quantité pour 1 tonne d'éthanol carburant (tonnes)	Surface/tonne d'éthanol carburant (ha)	Quantité de coproduit pour 1 tonne d'éthanol carburant
Blé	8	3,3	0,40	1,2 tonne de drêches
Betterave	75	13,5	0,18	3,0 tonnes de pulpe
Maïs	8	3,3	0,40	1,2 tonnes de drêches
Canne à sucre	75	14,3	0,20	-

Source : GEB d'après divers

Procédé de fabrication de l'éthanol

Figure 2



Source : GEB d'après divers

1

Agrocarburants une grande diversité de produits

Un agrocarburant est un carburant liquide, substituable totalement ou en partie à un carburant fossile « classique » (essence ou diesel) et produit à partir de biomasse d'origine végétale (essentiellement) ou animale (marginale). Les agrocarburants sont aussi connus sous le nom de biocarburants. Nous avons choisi l'appellation « agrocarburant » dans ce dossier, qui nous paraît plus exacte, car détachée de toute connotation « bio » dans le sens agriculture biologique.

Les agrocarburants sont considérés comme une énergie renouvelable : le carbone qui est restitué à l'atmosphère lors de leur combustion est en retour absorbé par les plantes lors de leur croissance, ce qui rend le bilan carbone nul si l'on ne tient pas compte de l'énergie fossile utilisée pour la fabrication de ces carburants et donc des émissions de carbone associées.

L'éthanol carburant : quelles filières ?

***Canne à sucre et maïs en Amériques,
betterave et blé en Europe***

L'éthanol est un agrocarburant substituable à l'essence. Il est produit par fermentation alcoolique, à partir de deux grands types de cultures : les plantes sucrières (canne à sucre et betteraves) et les plantes amylacées (blé, maïs...). Il est à l'échelle mondiale l'agrocarburant le plus largement produit, essentiellement au Brésil et aux Etats-Unis.

La canne à sucre et le maïs, respectivement utilisés pour les productions d'éthanol carburant au Brésil et aux USA, contribuent aujourd'hui à la majeure partie de la production mondiale. En France et en Europe en

> > >

LE BIOGAZ EN ALLEMAGNE : APRÈS L'EUPHORIE, LA PAUSE

Principe

La fermentation anaérobie de la matière organique permet de produire du méthane de façon semblable à ce qui se passe dans la panse des ruminants. Ce méthane est brûlé et fait tourner une turbine pour la production d'électricité, la chaleur pouvant aussi être valorisée pour le chauffage à la ferme et des locaux municipaux et scolaires voisins. Les résidus de la fermentation contenant la fraction minérale sont valorisés comme fertilisants désodorisés et dépourvus de matière organique.

L'association ensilage maïs et lisier permet une fermentation plus régulière avec un bon rendement par hectare. En évitant les pertes de méthane par la rumination puis lors du stockage des déjections, cette technologie qui permet de produire de l'énergie renouvelable réduit la production de GES par comparaison à une valorisation du maïs par les ruminants. La production de lait et de viande est en revanche, en quelque sorte, concurrencée par la production de biogaz.

En Allemagne, avec l'adaptation de la loi sur les énergies renouvelables en 2000 et l'amendement qui, en 2004, impose aux distributeurs d'électricité de racheter celle produite à partir des énergies renouvelables à un tarif deux fois supérieur au prix courant, le signal politique était clair. Se sont ajoutées diverses aides en fonction de la taille de l'installation, de la récupération de la chaleur, de l'innovation technologique, qui permettaient de valoriser l'électricité produite à partir du biogaz au prix de 0,2 €/kWh.

Ce tarif très attractif a entraîné le développement très rapide des installations de biogaz parallèlement au développement des éoliennes et du biodiesel à partir du colza. L'Allemagne avait en effet annoncé une sortie progressive du nucléaire et ce pays qui reste un fort consommateur de charbon, n'a guère d'autre choix que de développer toutes les formes d'énergies

renouvelables pour réduire les rejets de CO₂ et respecter les engagements du protocole de Kyoto.

Un développement très important dans les régions d'élevages intensifs

La matière première la plus performante par hectare pour la méthanisation et la production d'électricité étant l'ensilage de maïs associé à du lisier, ce sont principalement les petites et moyennes unités fermières de biogaz qui se sont développées dans les zones d'élevage où l'ensilage de maïs et le lisier étaient abondants (la Basse Saxe, la Bavière, le Bade Wurtemberg, la Rhénanie Westphalie ...). Ainsi, la Basse Saxe concentrait à elle seule 38% de l'électricité produite à partir des biogaz en 2006, ce qui s'est traduit à la fois par une forte augmentation des surfaces en maïs ensilage (+100 000 ha en 2 ans sur une surface initiale de 300 000 ha) et par une concurrence forte avec les vaches laitières et les taurillons. Dans de nombreux cas, les éleveurs incertains quant à l'avenir de leurs troupeaux laitiers ont profité du découplage pour arrêter le lait et vendre leur maïs à l'unité de biogaz voisine.

Cette concurrence pour le maïs et la superposition géographique avec les zones laitières a fait craindre un recul de la production et une sous réalisation par rapport au quota national, ce qui a amené certains à dénoncer une incitation financière trop importante permettant des gains très élevés, lorsque les céréales et le maïs ensilage étaient bon marché en 2005-2006. Mais celle-ci est devenue insuffisante depuis l'été et l'automne 2007 avec des cours du maïs ensilage qui ont augmenté de plus de 30%. En effet, depuis l'automne, l'euphorie est envolée et a laissé la place à la morosité, voire à la déprime pour les constructeurs. Même les projets d'unités les plus performantes, avec valorisation de la chaleur, ont été arrêtés. Les construc-

teurs demandent un relèvement immédiat de l'aide au kWh, faute de quoi ils prévoient de nombreuses faillites et l'impossibilité d'assurer la maintenance auprès des 3 700 unités de production de biogaz en activité fin 2007.

Pour les installations en place, le maintien en activité des fermenteurs dépend de la disponibilité et du prix de la matière première. Pour les unités fonctionnant principalement avec les productions de la ferme, le surcoût du maïs est un peu masqué mais l'on voit cependant se développer l'utilisation de dernières coupes d'herbe et des cultures dérobées. Cette diversification quant aux ressources pourrait se maintenir à terme en donnant davantage de souplesse à l'unité de biogaz et en permettant une bonne valorisation des surfaces fourragères. Comme la conjoncture laitière s'est elle aussi inversée avec des prix en forte hausse et une annonce de quotas supplémentaires, la disponibilité en maïs ensilage va être plus réduite et la diversification des ressources devrait s'imposer davantage.

Moindre incitation en France

En France, le prix de rachat de l'électricité, malgré la forte revalorisation en 2006, reste inférieur à celui pratiqué en Allemagne. La rémunération de base, y compris la prime de méthanisation, est comprise entre 9,5 et 11 centimes d'euros / kWh. La prime à l'efficacité énergétique étant conditionnée par la valorisation thermique (+ 3 centimes d'euros / kWh pour 75 % d'énergie thermique valorisée), le prix maximum ne dépasse pas les 14 centimes d'euros / kWh. De plus la mise en route d'une unité de méthanisation nécessite de nombreuses et fastidieuses démarches auprès d'instances très différentes (mairies, DSV, préfectures, DRIRE, EDF ...). L'habitat dispersé, notamment dans les régions bocagères ne facilite pas le développement d'unités fermières individuelles.

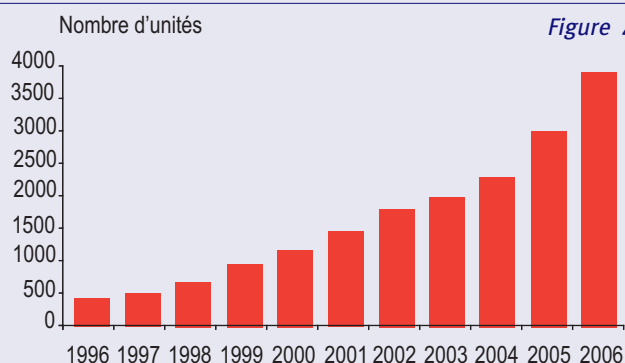
Unités de biogaz en Allemagne

Figure 3

	2006	2007 (octobre)
Nombre d'unités	3 500	3 800
Nombre d'emplois	10 000	12 000
Production par an	5,4 M ² kWh	7,5 M ² kWh
% des besoins en énergie du pays	<1%	1,20%
Réduction de CO ₂ / an	5 M° de t	7 M° de t

Source : Fachverband Biogaz e.v.

Nombre d'unités de production de biogaz en fonctionnement en Allemagne



Source : GEB-Institut de l'Élevage d'après Isermeyer 2007

revanche, l'éthanol est principalement fabriqué à partir de blé et de betterave. La figure 1 indique les rendements comparés de ces différentes matières premières en agrocarburant. La canne à sucre est sans conteste, avec la betterave, la plus productive.

La figure 2 présente le procédé simplifié de fabrication de l'éthanol carburant. Les procédés sont multiples et évoluent. Retenons que, pour les plantes sucrières (betterave, canne à sucre), le procédé de fabrication comprend l'extraction du sucre contenu dans la plante, puis sa fermentation en éthanol. Une étape supplémentaire est nécessaire pour la fabrication d'éthanol à partir de plantes amylacées (céréales) : la fermentation est précédée de la cuisson de l'amidon en milieu enzymatique, afin d'en extraire le sucre.

Les drêches de céréales doivent faire leurs preuves

Les coproduits issus de la fabrication d'éthanol à partir de céréales (les drêches) ou de betteraves (la pulpe) ont la particularité d'être valorisés par l'alimentation animale. Au contraire les coproduits issus de la fabrication d'éthanol à partir de canne à sucre sont généralement brûlés (la chaleur récupérée est utilisée lors de la transformation du sucre en éthanol).

La pulpe de betterave issue de ce procédé est identique à celle issue de la production de sucre. Ce coproduit ne pose donc pas de problèmes nouveaux aux éleveurs.

Il n'en est pas de même pour les drêches de céréales. Certes, des drêches de maïs sont aujourd'hui produites en grandes quantités aux Etats-Unis, où elles sont parfois distribuées fraîches aux élevages implantés à proximité des éthanoleries, et de nombreuses études portant sur la valeur nutritionnelle de ces drêches existent. Mais la situation est différente en France. La production de cet aliment riche en matières azotées est restée faible jusqu'en 2007 : son incorporation est donc actuellement marginale et une production à grande échelle nécessiterait la création de nouveaux débouchés.

En outre l'intérêt des drêches dépend d'un grand nombre de facteurs, notamment la composition chimique, la digestibilité, la présentation et la qualité sanitaire.

Ces paramètres dépendent à la fois de la matière première utilisée et du procédé de fabrication. Il est donc difficile de prédire quelles seront les qualités nutritionnelles des drêches qui sortiront des usines encore en projet ou en construction. Les pronostics sont d'autant plus délicats à établir que, en 2007, seules deux usines produisaient de l'alcool à partir de céréales en France (voir seconde partie). Des valeurs nutritionnelles des drêches de blé devront donc être établies pour chaque site en fonction des procédés de fabrication et de leur conditionnement.

Enfin, les industriels devront prendre en compte les exigences sanitaires de l'industrie de l'alimentation animale. La réduction du risque lié à la présence de mycotoxines dans les drêches en fait partie. Ce risque existe pour les drêches de blé issues de certains procédés de fabrication : la concentration en mycotoxines est alors trois fois plus importante que dans le blé. Il est cependant peu probable qu'elle dépasse le seuil de 5000 ppb fixé pour les aliments à destination de ruminants. C'est en revanche pour les monogastriques que le problème risque de se poser car le seuil de tolérance est bien plus bas (900 ppb).

L'éthanol : l'incorporation directe peine à s'imposer

L'éthanol peut être directement incorporé à l'essence à hauteur de quelques pour cent, sans modification du moteur. Néanmoins, l'incorporation directe de l'éthanol peut présenter des difficultés techniques :

- problème de séparation des phases essence et alcool (ou démixtion) qui met en jeu la stabilité du mélange. Les mélanges essence/éthanol tolèrent mal la présence de traces d'eau.

- accroissement de la volatilité. Celle-ci ne doit être ni trop basse (démarrage à froid impossible), ni trop élevée pour éviter de trop fortes émissions par temps chaud. Ceci pose entre autres des problèmes réglementaires, les normes de volatilité étant fixées par l'Union européenne.

> > >

E85 : UNE CONSOMMATION PLUS ÉLEVÉE POUR UN PRIX À LA POMPE PLUS FAIBLE.

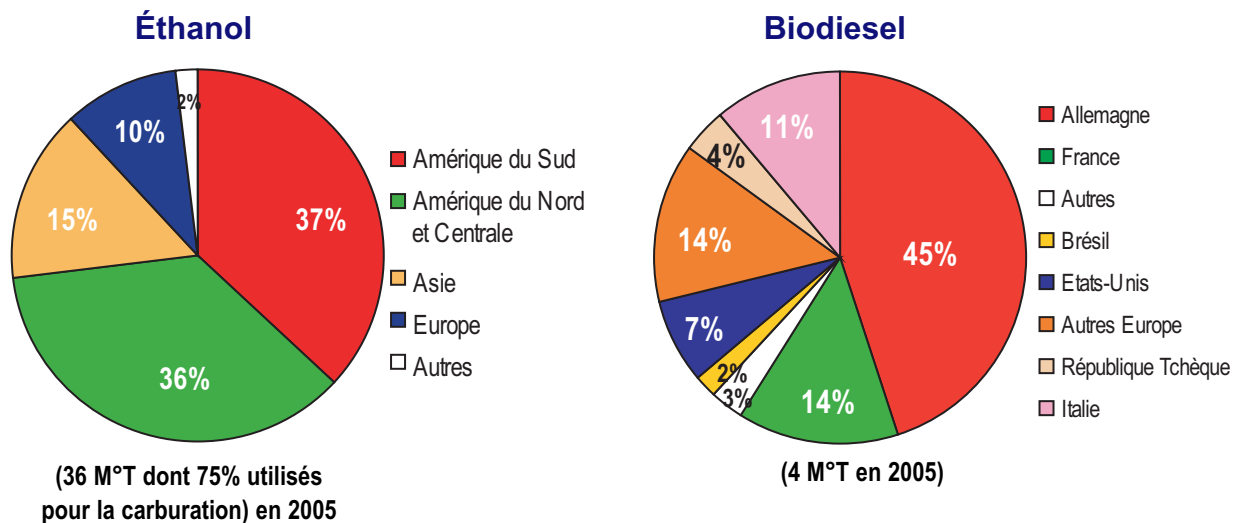
La bibliographie fait aujourd'hui état d'une consommation d'E85 au kilomètre environ 30% plus élevée que pour l'essence. Les premiers essais réalisés avec des véhicules flex-fuel semblent confirmer cet écart de consom-

mation : si elle est de 7,3 litres/100 km lorsque le véhicule flex-fuel roule à l'essence, elle passe à un peu moins de 10 litres/100 km au E85. Sous les hypothèses de consommation considérées et avec un prix de l'essence de

1,35 €/litre, l'E85 reste économiquement intéressant jusqu'à un prix de près de 1 € par litre. Le prix pratiqué aujourd'hui à la pompe (grâce à la moindre TIPP) varie en réalité entre 0,80 et 0,90 €/litre.

Répartition de la production mondiale

Figure 5



Source : IFP

L'incorporation directe de l'éthanol dans l'essence nécessite donc l'utilisation d'essences adaptées : l'essence utilisée pour le mélange doit avoir une faible volatilité. Cette contrainte freine le développement de l'éthanol en France, contrairement aux Etats-Unis où la recherche et le développement semblent plus avancés dans l'incorporation directe de l'éthanol.

Les pétroliers sont d'autant plus réticents à incorporer directement l'éthanol que le marché de l'essence est déjà excédentaire en Europe, et la France (comme d'autres pays) est nettement exportatrice de produits raffinés. Des problèmes de déséquilibre du marché s'ajoutent donc aux défis techniques.

L'éthanol peut aussi être incorporé en teneur élevée dans l'essence. On parlera alors généralement d'E85, mélange constitué d'un maximum de 85% d'éthanol en volume et d'un minimum de 15% d'essence (une teneur minimale en essence est nécessaire pour garantir le fonctionnement à froid du véhicule et le taux d'éthanol varie en fonction des saisons et de la température).

Une forte concentration d'éthanol dans l'essence ne pose pas de problèmes de volatilité. Mais elle nécessite une adaptation du moteur (véhicules à carburant modulable dit VCM ou encore véhicules hybrides ou flex-fuel). Ce type de véhicule est courant au Brésil alors qu'on commence seulement à les voir apparaître en France.

Le prix de l'E85 est aujourd'hui inférieur à celui de l'essence traditionnelle. Ainsi, bien que son pouvoir calorifique (quantité d'énergie contenue dans un litre de carburant) soit inférieur à celui de l'essence (31 800 KJ/litre pour l'essence, 22 790 KJ/litre pour l'E85), la différence de prix est telle que l'usage de l'E85 est économiquement intéressant (voir encadré).

L'E85 est aujourd'hui la principale source d'incorporation directe de l'éthanol en France, mais elle reste très marginale. C'est sous la forme d'ETBE que l'éthanol reste majoritairement incorporé aujourd'hui.

L'ETBE domine en France

En France, l'éthanol reste actuellement principalement incorporé sous la forme d'un dérivé, l'ETBE ou éthyl-tertio-butyl-éther.

L'ETBE contient 47% d'éthanol en volume, le reste étant constitué d'isobutène, coproduit du raffinage du pétrole. Ce carburant est apprécié des pétroliers : son incorporation à l'essence ne pose pas de problèmes de volatilité et présente une parfaite tolérance à l'eau. Incorporé à des teneurs faibles, 5 à 10%, il ne présente aucune difficulté d'adaptation pour le moteur.

En outre l'ETBE augmente l'indice d'octane du carburant, propriété recherchée. Cet indice mesure la capacité d'un carburant à détoner. Un indice 100 correspond à un mélange qui ne détone pas ; l'indice recherché dans un moteur à explosion est proche de 95. Cet indice est amélioré par l'ajout d'un composé anti-détonant, tel que le MTBE (méthyl-tertio-butyl-éther), traditionnellement utilisé à cet effet. L'ETBE remplace avantageusement le MTBE et est donc apprécié des pétroliers. L'incorporation d'ETBE pourrait en revanche poser des problèmes à l'exportation vers les Etats-Unis, où plusieurs Etats ont interdit (pour risque de pollution) l'usage du MTBE. L'ETBE, d'une composition proche, pourrait être touché par la même interdiction.

Brésil et USA font 70% de l'éthanol carburant dans le monde

Les Etats-Unis et le Brésil sont les plus gros producteurs d'éthanol. Ils assurent à eux deux 70% de la production mondiale. L'Asie représente quant à elle 15% et l'Europe arrive en queue de peloton, avec 10% (voir figure 5). L'Allemagne arrive en tête des producteurs européens (27% de la production européenne), talonnée de près par l'Espagne (26%). La France arrive en 3ème position avec 16% la production européenne. L'Italie et la Pologne produisent chacune 8%.

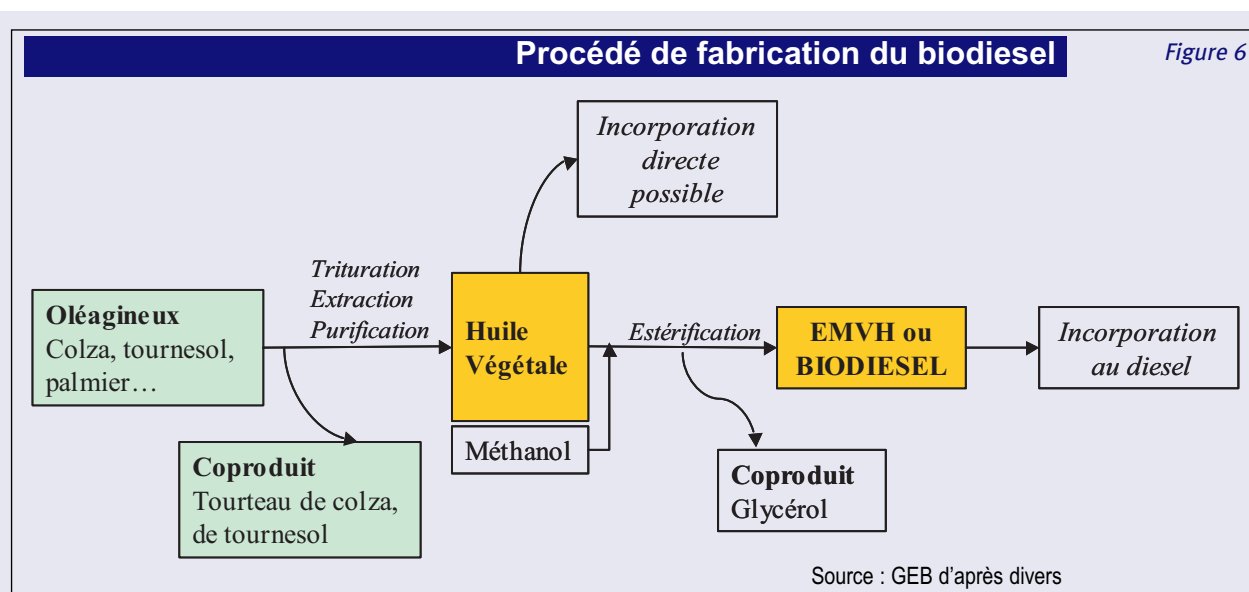
> > >

L'ESTER MÉTHYLIQUE D'HUILES ANIMALES OU EMHA, UN DÉVELOPPEMENT LIMITÉ.

La transestérification préalable à la fabrication de biodiesel utilise en général des graisses d'origine végétale, mais cette étape peut se faire à partir d'autres types de graisses. Bien que marginales, les transestérifications de graisses animales ou de déchets (huiles usagées) existent en France : entre les usines existantes et les projets recensés, on peut estimer que cinq sites au moins devraient utiliser cette technique d'ici 2010.

Ce dossier ne traitera pas des EMHA de manière approfondie pour plusieurs raisons. Le développement de ce procédé ne devrait pas excéder les projets qui existent déjà puisque l'approvisionnement en graisses animales devrait être vite limité. Aucune production supplémentaire de graisses animales dédiée à la production de biocarburants n'est a priori à l'ordre du jour !

En outre, la production d'EMHA ne devrait pas avoir de conséquences notables sur les filières animales en France. Basée sur la récupération de déchets, elle n'est pas demandeuse en surfaces et n'est pas source de coproduits utilisables en alimentation animale. Néanmoins cette filière peut s'avérer pertinente dans certains contextes locaux et valoriser certains déchets animaux.



**Matières premières utilisées pour la fabrication du biodiesel
et rendements associés** Figure 7

Matière première (tonnes)	Rendement à l'ha (tonnes)	Quantité pour 1 tonne de biodiesel (tonnes)	Surface/tonne de biodiesel (ha)	Quantité de copro- duit pour 1 tonne de biodiesel (tonnes)
Colza	3,6	2,4	0,75	1,3
Tournesol	2,3	2,3	1,00	1,4
Soja	2,4	5	1,40	3,9

Source : GEB d'après divers

D'autres pays européens comme la Suède et le Danemark ont choisi de ne produire que peu d'éthanol et de jouer sur l'importation pour respecter les directives communautaires. Rappelons que les directives communautaires ne portent que sur des taux d'incorporation et non sur des quantités produites. On est loin de l'Europe de l'énergie et le sujet peut aussi être l'objet de conflit et d'intérêt avec les États-Unis et surtout le Brésil !

La filière biodiesel

L'Ester Méthylique d'Huiles Végétales ou EMHV : principale forme de biodiesel en France

Le biodiesel, aussi appelé Ester Méthylique d'Huile Végétale (EMHV), est utilisé en substitution du gazole. Il est produit par transestérification d'huiles végétales, issues du colza ou du tournesol (en France), ou encore de la noix de palme ou du soja.

Le biodiesel peut, lui aussi, être utilisé pur ou en mélange. Cependant son utilisation pure nécessite des modifications du véhicule. Il est donc le plus couramment mélangé à une teneur comprise entre 3 et 5% au gazole.

Le procédé de fabrication du biodiesel (voir figure 6) comprend deux étapes conduites en général dans deux usines distinctes. La première étape consiste en **l'extraction de l'huile** végétale à partir de graines de plantes oléagineuses : **c'est la trituration**. Cette étape est similaire à l'extraction d'huile pour usage alimentaire.

La deuxième étape transforme l'huile végétale en carburant substituable au diesel : c'est la **transestérification**. Elle consiste en une réaction d'estérification avec du méthanol ; elle produit de l'EMHV et du glycérol.

La fabrication de biodiesel a pour corollaire la production de coproduits à chaque étape de transformation. Le pressage des graines lors de l'étape de trituration génère un résidu solide : le tourteau. En France il s'agit surtout de tourteaux de colza et dans une moindre mesure de tournesol.

Le tourteau de colza présente l'avantage d'être un produit déjà connu des éleveurs, en tant que coproduit de la fabrication d'huiles à usage alimentaire. Il reste néanmoins utilisé à moindre échelle que le tourteau de soja : 800 000 tonnes de tourteau de colza sont produits en France chaque année. Ils sont valorisés dans les rations alimentaires des animaux d'élevage, sous la forme d'aliments composés ou directement à la ferme. A titre de comparaison, la France a importé en 2006 4,1 millions de tonnes de tourteau de soja. A l'échelle de l'UE25, le volume importé atteignait 22,1 millions de tonnes de tourteau de soja pour une valeur de 4 milliards d'euros.

Placé sur un marché du tourteau déficitaire, le tourteau de colza est particulièrement bien valorisé par les élevages de ruminants, bien que des applications pour les élevages porcins et avicoles soient en passe d'être développées. L'image du tourteau de colza s'améliore d'année en année, comme en témoigne l'accroissement de son utilisation de 100 000 tonnes sur les trois dernières années (voir chapitre 3).

L'étape de transestérification libère du glycérol : 100 kg par tonne de biodiesel. Ce coproduit devrait bénéficier de nombreux débouchés. D'abord dans l'alimentation animale, où cette matière énergétique est comparable à la mélasse. Mais la glycérine est aussi utilisée pour la fabrication de produits très différents : cosmétiques, dentifrices, ou encore liquide de refroidissement, fabrication d'acryliques... Une forte demande existe actuellement dans l'industrie pharmaceutique, mais on peut penser que le développement à venir libérera des volumes pour les animaux.

> > >

BILAN ÉNERGÉTIQUE, BILAN GES : UNE ABSENCE DE CONSENSUS

L'intérêt accordé aux agrocarburants ces dernières années est fortement lié à leur potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de consommation d'énergie fossile. Néanmoins, la capacité des agrocarburants à répondre à ces exigences est encore loin de faire consensus et les quelques études existant sur le sujet sont soumises au feu des critiques.

La production et l'utilisation d'agrocarburants implique à la fois l'utilisation d'énergie fossile et l'émission de gaz à effets de serre (culture des matières premières agricoles, procédé de fabrication, transport, combustion). Il est donc légitime de se demander :

- si le bilan énergétique (différence entre l'énergie restituée à la consommation et l'énergie consommée à la production) est positif,
- si l'utilisation d'un agrocarburant permet de réaliser un gain énergétique par rapport à l'utilisation d'un carburant pétrolier,
- si la fabrication et la combustion d'un agrocarburant rejette moins de GES que la fabrication et la combustion d'un carburant classique.

De la réponse chiffrée à ces questions dépend l'avenir de la filière et son impact sur l'élevage, d'où pour celui-ci l'intérêt de suivre les débats en cours et les décisions politiques concernant l'encouragement ou non aux agrocarburants.

Ces bilans sont présentés par de nombreuses études réalisées ces dernières années. Ces études s'accordent sur la méthode : l'analyse du cycle de vie (ACV), seule méthode d'analyse environnementale ayant fait l'objet de normes internationales. Cette méthode, aussi appelée « du puits à la roue », considère l'ensemble des étapes de production de l'agrocarburant : production de la matière première au champ, incluant les étapes de fertilisation, jusqu'à l'introduction de l'agrocarburant dans le réservoir et parfois même sa combustion. Les gaz à effet de serre considérés sont le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) et le protoxyde d'azote (N₂O).

Force est de constater que le bilan énergétique de la production de biocarburants, tout comme son bilan en termes

de rejets de gaz à effet de serre, ne fait pas l'unanimité. Les études présentent des résultats sensiblement différents et à forte variabilité, sans qu'aucun consensus ne se dégage. Certes il semblerait que les bilans soient positifs (encore que quelques études doutent même de ce point) ; mais ils le sont parfois de peu. Ceci est notamment dû à des divergences méthodologiques dans la mise en œuvre de l'ACV. Ces différences font débat et rendent difficile une comparaison directe des résultats.

Parmi ces questions d'ordre méthodologique :

- quel type d'énergie faut-il prendre en compte dans l'analyse du cycle de vie ? L'énergie totale utilisée (qui inclut l'énergie renouvelable comme l'énergie solaire nécessaire aux cultures), ou l'énergie fossile utilisée uniquement ?
- la fabrication d'un agrocarburant est indissociable de la fabrication de son coproduit, qui sera réutilisé. Comment distinguer l'énergie nécessaire à la fabrication de ce coproduit de l'énergie nécessaire à la fabrication de l'agrocarburant ?
- où le cycle de vie s'arrête-t-il ? A la fabrication de l'agrocarburant ou à sa combustion ?

Deux études, réalisées respectivement par l'ADEME et par JRC/Concawe/Eucar, font référence et méritent d'être citées. Les divergences de résultats (figures 8 et 9) sont dues en particulier à une différence de prise en compte des coproduits.

Néanmoins, les études s'accordent sur plusieurs points. Sur le meilleur bilan du biodiesel par rapport à l'éthanol blé ou maïs d'une part. D'autre part sur l'excellent bilan de la filière éthanol à partir de canne à sucre, dû au fait que les résidus de canne à sucre sont utilisés comme combustible pendant la fabrication de l'agrocarburant.

Plusieurs remarques méritent d'être faites à ce sujet. D'une part les bilans qui ont été établis considèrent une utilisation de l'agrocarburant à 100%. Ce n'est pas le cas en réalité, et l'incorporation d'un agrocarburant dépasse rarement les 5%. Ceci affaiblit les gains réels. Si l'on considère un éthanol représentatif de la situation en 2005 (70% betterave et 30% blé), d'après l'IFP,

basé sur l'étude ADEME/DIREM, le gain en énergie fossile par rapport à un carburant classique est de 1,9% pour une incorporation à 5% ; la réduction d'émission de GES est de 2%. Ces gains sont plus faibles encore si on se base sur l'étude JRC/Concawe/Eucar : 1,2% de gain énergétique, 1,4% en GES. Seul l'E85, avec un taux d'incorporation de 85%, présente des gains intéressants, mais son implantation en France et en Europe reste marginale.

D'autre part, les études citées omettent des déstockages du carbone suite aux retournements de prairies utilisées pour des cultures énergétiques (environ 1 tonne de carbone/ha/an pendant les 20 premières années qui suivent le retournement de la prairie). De plus, certains scientifiques émettent des réserves sur les facteurs d'émission retenus, notamment pour le protoxyde d'azote (N₂O), puissant gaz à effet de serre, lié à l'utilisation des engrais azotés. Il reste aussi à préciser l'allocation d'émission de GES entre l'agrocarburant et le coproduit : est-il légitime d'en faire porter une partie de l'effet au coproduit ? Dans ces conditions, plusieurs experts considèrent que les bilans GES des agrocarburants pourraient être considérablement atténués si ces effets étaient mieux pris en compte.

Enfin, les productivités en biodiesel et en bioéthanol par hectare de terre cultivée sont respectivement moins bonnes avec les matières premières utilisées en Europe (céréales et betterave ; colza et tournesol) qu'avec la canne à sucre ou l'huile de palme. Et les cultures ayant le meilleur bilan énergétique, comme le colza par rapport au blé, n'auront pas forcément la meilleure productivité énergétique à l'hectare.

Ces bilans affaiblissent, dans nos régions, le bien-fondé de la production d'agrocarburants à partir de cultures demandeuses en énergie et en surfaces, alors qu'ils renforcent dans une certaine mesure l'intérêt de l'éthanol/canne à sucre ou du biodiesel/huile de palme. Mais, l'importation de biocarburants issus de canne à sucre ou d'huile de palme, tout comme l'importation de ces matières premières engendre un surcoût énergétique de transport. Elle pose en outre, à l'échelle de la planète, des problèmes sociaux et environnementaux.

Les Esters Ethyliques d'Huile Végétale (EEHV) : intégration de l'éthanol dans la filière biodiesel

Le procédé de fabrication de l'EEHV est assez similaire à celui de l'EMHV. Cette variante utilise de l'éthanol à la place du méthanol, issu du gaz naturel, pour la synthèse de l'ester. Ceci permet d'introduire l'éthanol dans la filière biodiesel, et d'obtenir un carburant à partir de matières premières dont la part d'origine végétale est plus forte encore. Cette voie permet en outre d'assurer un débouché supplémentaire à l'éthanol dont l'incorporation directe s'impose difficilement en raison de problèmes techniques persistants.

L'Huile Végétale Pure, des limites techniques et réglementaires

L'huile végétale pure (HVP ou huile végétale carburant) peut être utilisée comme carburant, sans passer par l'étape de transestérification. C'est par exemple le cas, sous certaines conditions, de l'huile produite à la ferme et utilisée dans les engins agricoles. Ce carburant n'est alors pas soumis à la TIC (taxe intérieure sur la consommation).

L'utilisation de l'HVP reste limitée pour des raisons à la fois réglementaires et techniques. Sa viscosité ne se confond avec celle du diesel qu'à partir de 60°C ; en deçà, l'utilisation d'HVP peut entraîner des problèmes d'encrassement du moteur.

La Loi d'Orientation Agricole autorise les agriculteurs à produire eux-même leur carburant à usage agricole. L'HVP est alors un produit direct du pressage de la graine, et les coproduits peuvent être directement utilisés pour l'alimentation animale. Néanmoins, jusqu'en 2006, les agriculteurs n'avaient l'autorisation d'utiliser l'HVP comme carburant dans les engins agricoles que s'ils avaient produit les graines d'oléagineux sur leur exploitation et s'ils les avaient pressées eux-mêmes ou par l'intermédiaire d'une CUMA.

Une nouvelle étape réglementaire a été franchie le 1er janvier 2007, puisque l'utilisation de l'HVP dépasse

désormais le cadre strictement agricole. Elle est ouverte aux collectivités locales pour leurs véhicules sous réserve de la signature d'un protocole avec l'Etat. Dans ce cas l'HVP est taxée et soumise à la TVA.

L'Europe domine le marché mondial du biodiesel

La production mondiale de biodiesel est très inférieure à la production d'éthanol (5 millions de tonnes en 2006 pour le biodiesel, 32 millions de tonnes pour l'éthanol). Mais c'est l'Europe qui a la position de leader sur le marché du biodiesel, avec 75% de la production mondiale en 2006, dont plus de la moitié en Allemagne (42% de la production mondiale). Ceci s'explique d'une part par une consommation de diesel plus importante en Europe que dans le reste du monde (il représente 55% de la consommation de carburant en Europe) ainsi que par la situation du marché européen, importateur en diesel et exportateur d'essence. La France se situe en seconde position avec 10% de la production mondiale, suivie de près par l'Italie (9%).

Bien que surtout positionnés sur le marché de l'éthanol, les Etats-Unis étaient en 2006 à l'origine de 14% de la production mondiale de biodiesel. Ils souhaitent aujourd'hui s'affirmer sur ce marché et augmenter leur production. Il en est de même pour le Brésil qui souhaite développer le biodiesel en rendant son utilisation obligatoire en mélange à 2% en 2008. Mais le développement du biodiesel dans ces deux pays devrait rester limité par rapport au développement explosif de l'éthanol.

Demain, les agrocarburants de deuxième génération ?

Les procédés actuels ne permettent d'utiliser qu'une partie de la plante pour la fabrication de carburant. Ceci parce que la partie lignocellulosique de la plante est très difficilement dégradable, que ce soit par voie enzymatique ou chimique.

> > >

LES ÉTUDES ADEME/DIREM ET JRC/CONCAWE/EUCAR FONT RÉFÉRENCE

Etude « ADEME/DIREM »

Cette étude a été réalisée en France en 2002 par PricewaterhouseCoopers pour le compte de l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) et de la DIREM (Direction des ressources énergétiques et minérales). Les résultats de cette étude sont parmi les plus optimistes quant aux bilans énergétique et environnemen-

taux ; elle justifie en partie la politique gouvernementale de développement des agrocarburants mise en place ces dernières années.

Etude « JRC/Concawe/Eucar »

Cette étude a été réalisée en 2004, et mise à jour en 2006, conjointement par le Centre commun de recherche de la Commission européenne (JRC),

et par deux associations liées aux compagnies pétrolières et constructeurs automobiles : le Concawe (pour Conservation of Clean Air and Water in Europe), association européenne des compagnies pétrolières traitant des questions liées à l'environnement, et EUCAR, le conseil européen pour la Recherche-développement dans le secteur automobile.

COMMENT ALLOUER L'ÉNERGIE UTILISÉE AUX COPRODUITS : UN ASPECT MÉTHODOLOGIQUE ENCORE DÉBATTU

La fabrication d'agrocarburant est indissociable de celle de son coproduit : la production de biodiesel est conjointe à celle de tourteau d'oléagineux, tout comme la production d'éthanol est associée à celle de drêches de céréales, de pulpe de betterave ou de bagasse de canne, suivant la matière première utilisée. Or, ces coproduits sont valorisés, ou bien directement sous forme de chaleur – c'est le cas de la bagasse – ou bien comme aliments du bétail. Il est donc

nécessaire de faire la part entre l'énergie nécessaire à la fabrication de l'agrocarburant de celle destinée au coproduit.

Deux méthodes sont utilisées pour ce faire. La première, recommandée par la norme ISO, consiste à attribuer au coproduit l'énergie nécessaire à la fabrication du produit auquel il se substitue. Par exemple, si du tourteau de colza se substitue à du tourteau de soja, on économise l'énergie nécessaire pour fabriquer et importer ce dernier.

La seconde méthode consiste à imputer la consommation d'énergie à l'agrocarburant et à son coproduit proportionnellement à la quantité produite : c'est l'imputation massique. C'est la méthodologie actuellement défendue par ADEME pour son étude sur le bilan énergétique des agrocarburants. Or si cette étude fait référence pour la défense des agrocarburants, ce choix est la cible de nombreuses critiques

Bilan énergétique : résultats des deux études de référence

Figure 8

	Résultats de l'étude ADEME/DIREM		Résultats de l'étude JCR/EUCAR/CONCAWE			
	Rapport énergie restituée/énergie consommée	Gain par rapport au carburant de référence	Rapport énergie restituée/énergie consommée	énergie consommée (MJ cons)/km parcouru	MJ cons/km parcouru (carburant de référence)	Gain par rapport au carburant de référence
Ethanol de blé	2,04	57%	1,19	1,68	2,16	22%
Ethanol de betterave	2,04	58%	1,28	1,65	2,16	24%
Ethanol lignocellulosique	-	-	-	0,51	2,16	76%
Ethanol de canne à sucre	-	-	-	0,2	2,16	91%
EMHV colza	2,99	69%	2,5	0,73	2,05	64%
EMHV tournesol	3,16	71%	-	0,54	2,05	74%

Source : GEB-Institut de l'élevage d'après IFP, Environnement Magazine

Émission de gaz à effet de serre : résultats des deux études de référence

Figure 9

	Résultats de l'étude ADEME/DIREM			Résultats de l'étude JCR/EUCAR/CONCAWE		
	CO ₂ émis/énergie restituée	gCO ₂ éq/mJ pour le carburant de référence	Gain par rapport au carburant de référence	CO ₂ émis/km parcouru	gCO ₂ éq/mJ pour le carburant de référence	Gain par rapport au carburant de référence
Ethanol ex-blé	34,4	85,9	60%	114	164	30%
Ethanol ex-betterave	33,6	85,9	61%	111	164	32%
Ethanol ex-lignocellulosique	-	-	-	36	164	78%
Ethanol ex-canne à sucre	-	-	-	19	164	88%
EMHV colza	23,7	79,3	70%	73	156	53%
EMHV tournesol	20,1	79,3	75%	34	156	78%

Source : GEB-Institut de l'élevage d'après IFP

La valorisation de la plante entière est le défi lancé à la recherche avec ce qu'il est convenu d'appeler les agro-carburants de deuxième génération.

Il existe deux filières distinctes d'obtention d'agroc-carburants de deuxième génération : la voie thermochimique, qui aboutit à la formation d'un carburant que l'on peut incorporer au gazole, et la voie biochimique qui permet de fabriquer de l'éthanol.

Leur bilan énergétique serait considérablement accru par le fait que l'ensemble de la plante serait transformé en carburant. La quantité d'énergie produite à l'hectare serait aussi accrue par les fortes productivités à l'hectare des cultures dédiées. En outre, une partie de la matière première pourrait être utilisée pour produire l'énergie nécessaire au procédé de fabrication.

Ces procédés ne seront vraisemblablement pas utilisés à l'échelle industrielle avant 2015 ou 2020, puisque la plupart des étapes sont encore aujourd'hui au stade de la recherche.

Matières premières : résidus agricoles et nouvelles cultures dédiées

La biomasse utilisée devrait être issue, soit de déchets végétaux (agricoles ou forestiers), soit de cultures dédiées choisies pour leur forte productivité et pour leur faible exigence agro-pédo-climatique, ce qui permettrait de les cultiver sur l'ensemble du territoire, et en particulier sur des sols à faible potentiel.

L'encadré page suivante présente les principales matières premières actuellement envisagées pour la production d'agroc-carburants de seconde génération.

Il est impossible aujourd'hui d'établir des prévisions sur les surfaces potentiellement concernées par la production de matière première à destination de ces agroc-carburants de seconde génération. En effet, la répartition de la production entre les différentes matières premières imaginées n'est pas connue. Elle dépendra des coûts de production des différentes cultures envisagées, mais aussi de la disponibilité des déchets des cultures agricoles ou forestières, lesquels seront soumis à un arbitrage entre

une utilisation « classique » (paillage, utilisation comme combustible...) et la production de carburant.

Enfin, des solutions logistiques pour le transport de la biomasse devront être trouvées, les productions utilisées pouvant être lourdes et volumineuses.

Voie thermochimique : production d'un carburant de synthèse à partir d'un gaz

La voie dite « thermochimique » est utilisée pour la production de carburant de synthèse à partir d'un gaz, lui-même issu d'un traitement thermique de la biomasse, alors gazéifiée. Cette technologie est connue sous le nom de BTL (*Biomass to Liquid*). On estime aujourd'hui qu'elle ne sera pas disponible avant 2015 !

Ce procédé comprend trois grandes étapes :

- Le conditionnement de la biomasse : il s'agit de transformer la biomasse en un matériau plus homogène et traitable par le gazéifieur.
- La gazéification et le traitement du gaz de synthèse : il s'agit de chauffer la biomasse conditionnée en présence de gaz (vapeur d'eau, oxygène), à très haute température.
- La synthèse du carburant : plus connue sous le nom de réaction de Fischer-Tropsch. Elle aboutit, suivant le catalyseur utilisé, à la production d'essence ou de base pour le gaz ou le kérosène.

Voie biochimique : ou comment transformer la lignine des plantes en sucre

La voie biochimique consiste en la transformation de la lignine des plantes en sucre. En préalable à l'étape de fermentation, il est nécessaire de transformer la lignine en glucose.

Une fois le glucose obtenu à partir de la biomasse ligno-cellulosique, le procédé de transformation en éthanol carburant est identique à celui décrit pour la fabrication de l'éthanol dit de première génération : fermentation des sucres en éthanol, distillation et purification finale de l'éthanol. A ce jour aucune des étapes n'est techniquement maîtrisée.



LES MATIÈRES PREMIÈRES ENVISAGÉES POUR LA DEUXIÈME GÉNÉRATION D'AGROCARBURANTS

Résidus des exploitations agricoles ou résidus urbains

S'ils ne sont pas utilisés par l'élevage, les résidus de récoltes pourraient être la première source de matières premières utilisables. Il s'agirait en France ou en Europe de pailles de céréales, de rafles de maïs, de tiges de colza ou tournesol. Ce procédé concerne bien entendu d'autres régions du monde : valorisation de la paille de riz en Asie par exemple.

Des résidus provenant de produits déjà recyclés à usage urbain pourraient constituer une source de matière importante. Néanmoins leur exploitation pourrait poser davantage de difficultés en raison de la présence d'impuretés difficiles à maîtriser.

Bois ou résidus de l'exploitation forestière

Les chercheurs de l'INRA tablent sur une augmentation des disponibilités ces prochaines années, en raison de l'arrivée à maturité des forêts en exploitation. Une intensification des coupes n'est pas toujours souhaitable car elle pourrait fragiliser les écosys-

tèmes forestiers et entraîner des problèmes d'acidification des sols ou d'érosion. En revanche, il serait intéressant de tirer parti du petit bois restant après abattage (branchages, souches...), qui est estimé en volume à l'équivalent du bois valorisé !

Cultures annuelles

Les agrocarburants de seconde génération peuvent aussi être fabriqués à partir de cultures annuelles telles que le blé, plante entière, qui est déjà produite sur une grande partie du territoire et qui pourrait ainsi devenir – entre autre – une culture énergétique dédiée à ce type de procédés.

D'autres céréales pourraient être cultivées à cet effet. Le triticale par exemple, qui présente l'avantage d'être plus rustique que le blé et donc plus résistant aux aléas climatiques et aux maladies.

Plantes pérennes

Ces plantes pourraient représenter un pool de cultures, dédiées uniquement à la production d'agrocarburants. Rustiques mais à fort rendement à l'hectare, elles ont une production cel-

lulosique élevée avec peu d'intrants. On citera notamment :

Le Miscanthus, dont la productivité est estimée à 10 à 30 tonnes de matière sèche par hectare et par an. Le *Miscanthus* semble présenter un grand nombre des caractéristiques attendues d'une plante énergétique : très bon rendement à l'hectare et peu d'exigences agropédologiques.

Les arbustes qui pourraient avoir une productivité de 10 tonnes de matière sèche par hectare et par an environ.

Par ailleurs, des cultures fourragères pourraient trouver un nouvel essor, par exemple :

La Fétuque, dont la productivité est estimée entre 13 à 20 tonnes de matière sèche par hectare et par an.

La Luzerne, avec une productivité comprise entre 7 et 15 tonnes de matière sèche par hectare et par an. Avec en outre un grand avantage agronomique : elle enrichit le sol en azote grâce à l'activité symbiotique de ses racines, où des bactéries fixent l'azote atmosphérique.

LES ALGUES : UNE MATIÈRE PREMIÈRE PROMETTEUSE POUR LA FABRICATION DES AGROCARBURANTS

La recherche de nouveaux procédés permettant d'utiliser la totalité de la biomasse est un axe d'amélioration de la filière « agrocarburants ». Le pari est de pouvoir pallier le faible rendement que présentent les filières de la première génération.

Un autre axe d'évolution consiste à trouver d'autres types de matières premières adaptables aux procédés existants. Ce type de recherche est effectué dans la filière biodiesel : il semblerait que le carburant issu de la

culture d'algues unicellulaires de la famille des diatomées puisse avoir une productivité nette par hectare et par an de l'ordre de 30 fois supérieure à celle d'un carburant issu du tournesol. Néanmoins ce procédé reste aujourd'hui à un stade expérimental et ne serait rentable que pour un coût du baril de pétrole de plus de 130 \$ US.

D'autres recherches sur l'utilisation des algues, cette fois pour une production d'éthanol, sont en cours.

Notamment au Danemark, où la laitue

de mer (*Ulva lactuca*) est l'objet de toutes les attentions d'une équipe de chercheurs de l'université d'Aarhus. Le développement de l'utilisation de cette algue pourrait pallier le manque de surface du pays : le Danemark ne souhaite en effet pas consacrer une part trop importante de ses surfaces cultivables à la production de carburant. Les chercheurs pensent pouvoir atteindre un rendement annuel à l'hectare de 200 à 500 tonnes de biomasse par an.

2

État des lieux et impact sur la disponibilité des coproduits

Quelles politiques française et européenne pour les agro-carburants ?

Dispositions réglementaires européennes

La directive européenne 2003/30/CE du 8 mai 2003 fixe des objectifs indicatifs d'incorporation d'agro-carburants dans les carburants d'origine fossile pour le secteur des transports. Elle incite les Etats membres à atteindre une incorporation de 5,75% en 2010, contre 2% en 2005. Le Conseil européen des 8 et 9 mars 2007 a fixé un nouvel objectif : il s'agit de passer à 10% d'agrocarburants en 2020, sous réserve d'une production dans le respect des principes de durabilité et sous réserve de la disponibilité des agro-carburants de deuxième génération.

L'Union européenne a par ailleurs permis aux Etats membres de mettre en œuvre une politique de développement des agrocarburants par incitation fiscale. La directive européenne 2003/96/CE du 27 octobre

2003 a mis en place des mesures de défiscalisation, en réduisant la taxe intérieure sur les produits pétroliers (ex TIPP, aujourd'hui TIC) pour les agrocarburants produits dans le cadre d'agréments.

Ces mesures ont été complétées par des dispositions de la Politique Agricole Commune. En 1992, la réforme de la PAC rendait obligatoire 15% de la SAU en jachère ; elle autorisait en même temps les cultures non alimentaires sur celles-ci. En outre, les cultures énergétiques cultivées en dehors des surfaces en jachères recevaient une prime spécifique de 45 € par hectare.

Si les directives communautaires proposent aux Etats membres des outils de promotion du développement des agrocarburants, les applications ne sont absolument pas homogénéisées au sein de l'UE. Les 25 États membres ont pour ainsi dire mis en place 25 réglementations distinctes, qui pourraient bien poser prochainement des problèmes de distorsion de concurrence au sein de l'Union.

> > >

Une politique française volontariste

La France s'est fixée des objectifs plus ambitieux que ceux proposés par la Commission européenne. La loi de finances de 2006 prévoit une incorporation d'agrocarburants de 5,75% dès 2008, puis de 7% en 2010 et de 10% en 2015.

Le principe de défiscalisation, base du plan français de développement des agrocarburants, est globalement reconnu pour son efficacité à promouvoir la production d'agrocarburants. Néanmoins sa mise en œuvre fait l'objet de critiques, notamment de la part d'organisations de consommateurs qui considèrent que l'avantage accordé est trop important par rapport aux bénéfices énergétiques et environnementaux, et ceci au détriment d'autres énergies renouvelables.

La défiscalisation vise à rendre les agrocarburants compétitifs par rapport aux carburants fossiles malgré un coût de production aujourd'hui plus élevé. En France, au 1er janvier 2007, la défiscalisation était de 25 €/hl pour le biodiesel, et de 33 €/hl pour l'éthanol ou la part en éthanol de l'ETBE. Elle a été calculée en prenant pour référence un baril à 37 \$ US, et elle permettait, d'après l'INRA, d'être compétitif quand le prix du pétrole dépasse les 15 à 20 \$ US le baril. Fin 2007, le prix du baril de pétrole approche les 100 \$ US. Parallèlement la flambée du prix des céréales renchérit le coût "d'opportunité" des cultures agroénergétiques et la compétitivité des agrocarburants ne permet toujours pas de se passer du soutien de l'État. La loi de finance 2008 semble avoir pourtant intégré des critiques sur l'importance des marges à l'aval de la filière puisque la défiscalisation accordée aux agrocarburants devrait être revue à la baisse. Elle passera de 25 à 22€/hl pour le biodiesel et de 33 à 29€/hl pour l'éthanol.

Cet avantage est accordé aux agrocarburants produits dans le cadre d'agréments ; ceux-ci sont obtenus par les industriels en réponse à des appels d'offre. Les volumes agréés pour défiscalisation n'ont fait qu'augmenter depuis 2004. De 387 500 T d'agrocarburants agréés pour le gazole ou le fioul domestique en 2004, le plan biocarburant prévoit de passer de 947 500 T en 2007 à 2 300 000 T en 2008, puis à 3 200 000 T en 2010.

En 2005 l'Etat français a modifié sa politique d'incitation au développement des agrocarburants en créant un prélèvement supplémentaire de la taxe générale sur les activités polluantes (TGAP). Cette taxe qui vise uniquement le secteur des transports est diminuée proportionnellement à l'incorporation d'agrocarburants dans les carburants.

Les récentes prises de position du gouvernement français laissent néanmoins interrogateurs quant à l'avenir de la politique française de développement des agrocarburants. Lors du Grenelle de l'environnement qui s'est déroulé au cours du mois d'octobre 2007, les engagements pris n'ont pas été remis en cause mais il a été acté que « la priorité soit donnée au développement des biocarburants de deuxième génération plus pertinents face au défi environnemental et alimentaire », d'où une inquiétude de la filière. Le gouvernement a demandé que le développement des agrocarburants soit conditionné à une contre-expertise des bilans ADEME jusqu'alors utilisés comme référence ; notons cependant que cette contre-expertise a été demandée de nouveau à l'ADEME...

La recherche sur les agrocarburants de deuxième génération devrait en revanche, toujours selon le Grenelle de l'environnement, bénéficier de moyens renforcés de la part des Pouvoirs publics.

La filière biodiesel : une production bien installée

La filière est largement dominée par Diester Industries

L'incorporation du biodiesel dans le gazole distribué à la pompe à hauteur maximale de 5% est effective depuis 1995 en France. La consommation française de biodiesel avoisinait les 400 000 tonnes en 2005. En forte hausse, elle devrait être portée à 2,3 millions de tonnes en 2008 si les projets engagés tournent à pleine capacité, tandis que les surfaces dédiées à la production de colza sont passées de 36 500 hectares en 1993-94 à 350 000 ha en 2004. Néanmoins en 2007, biodiesel ne représentait que 1,6% des parts de marché du diesel.

> > >

¹ Quelques autres groupes produisent en France du biodiesel. Nous ne les avons pas rencontrés ; l'analyse de la filière présentée ici s'appuie donc essentiellement sur les publications et les entretiens avec des professionnels de la filière liés à Diester Industries ou en relation avec Sofiprotéol.

La filière française de production de biodiesel est très intégrée et est largement dominée par Diester Industries¹ qui commercialise le biodiesel sous le nom de Diester®. Créé en 1993, Diester Industries appartient pour deux tiers à Sofiprotéol, établissement financier de la filière française des huiles et protéines végétales, et pour un tiers à différents organismes stockeurs tels que des coopératives ou des négociants.

Diester Industries possédait en 2007 la capacité d'estérification nécessaire à la production de 1,3 million de tonnes de biodiesel par an. L'huile est en partie issue d'usines de trituration possédées par Saipol, premier tritrateur français, autre filiale de Sofiprotéol. Ces usines fournissent à la fois les usines d'estérification et des usines de production d'huile à usage alimentaire (Lesieur) ; mais le débouché agrocarburants dépasse aujourd'hui le débouché alimentaire.

La capacité de trituration destinée à la fabrication de biodiesel approche 2,5 millions de tonnes de graines par an, soit les deux tiers de la capacité française. Les récents investissements de l'entreprise (construction de nouvelles unités, augmentation de la capacité des unités existantes) devraient pousser la capacité de trituration à 4 millions de tonnes en 2008-2009, pour une capacité d'estérification de 2 millions de tonnes, à laquelle s'ajoute 1 million de tonnes de capacité répartie dans d'autres Etats membres.

Une image positive du point de vue des pétroliers

Le biodiesel est un produit à connotation positive pour les pétroliers ; il ne présente pas de difficulté technique à l'incorporation. Les groupes pétroliers sont favorables au biodiesel parce qu'il va dans le sens d'un meilleur équilibre diesel/essence en Europe. Rappelons que l'Europe est importatrice de diesel. La consommation de diesel en France est de 30 à 32 millions de tonnes par an et au-delà de l'approvisionnement auprès des raffineries françaises, on en importe 10 millions de tonnes. La réglementation impose désormais aux pétroliers une baisse de la teneur en soufre des carburants ; or le soufre avait une propriété lubrifiante qu'il s'agit maintenant de remplacer. Un des composés du biodiesel possède cette propriété, ce qui augmente son intérêt pour les pétroliers.

Toutefois les groupes pétroliers sont très peu présents dans la production de biodiesel ; ils se position-

nent en aval de la filière. En France, Total est l'un des principaux acteurs de la distribution de biodiesel puisqu'il a acheté 75% de la production française de biodiesel en 2004 et l'a incorporée dans les gazoles de ses raffineries. Un contrat d'achat-vente de quantités croissantes de biodiesel a en outre été signé en 2005. Il devrait porter à terme la quantité annuelle de biodiesel incorporée par Total à 600 000 T par an.

Enfin le biodiesel peut être incorporé dans le gazole à hauteur de 30%, taux considéré comme optimal, dans des flottes captives. Cela concerne des véhicules diesel issus d'entreprises ou de collectivités territoriales : bus, poids lourds, véhicules légers... Ces flottes captives possèdent leurs cuves propres. Un partenariat existe le plus souvent avec Diester Industries. On estime que ces flottes captives comprennent entre 5 000 et 6 000 véhicules en France.

Une logique d'approvisionnement régional et des relations contractuelles avec les producteurs

Pour ce qui concerne les usines liées à Diester Industries, et d'après les professionnels de la filière, l'approvisionnement en graines est aujourd'hui national à 98%. En effet Diester Industries est détenu par Sofiprotéol et par des holdings qui sont en mesure de fournir les graines, puisque appartenant directement à la filière oléo-protéagineuse.

D'après "Analyse du cycle de vie" réalisée dans l'étude de l'ADEME/DIREM, il semble que les usines privilégient l'approche régionale du moins pour leur approvisionnement. Cette étude prend comme référence les trois usines de production de biodiesel les plus importantes et considère que l'énergie liée au transport représente moins de 1% de l'énergie totale utilisée. Le transport serait majoritairement routier pour l'approvisionnement, avec une petite part de transport ferroviaire et fluvial. On peut estimer à 300 km en moyenne le rayon d'approvisionnement d'une usine.

En revanche le biodiesel est distribué en majorité par les voies fluviale et maritime, sur des distances allant jusqu'à 600 km.

Dans le cadre de Sofiprotéol, des contrats pluriannuels sont établis avec les producteurs de colza. Ils garantissent 95% du prix du colza alimentaire qui est

Figure 10

Unités de production de biodiesel en France, surfaces et quantité de coproduits associés

Entreprise	Activité	Site	Date d'entrée en fonction	Capacité prévue (T)	Matières premières	Approvisionnement en huile	Qté graines nécessaire (T)*	Surface approvisionnement (ha)	Qté de tourteau (T)	Nbre potentiel vaches visionnées**
Diester Industries	Spécialisé dans la production et la commercialisation de Diester®. Filiale de Sofiprotéol et de sociétés holdings, Diester Industries regroupe l'actionariat de la quasi-totalité des organismes collecteurs et stockeurs français de graines oléagineuses.	Grand-Couronne I (76)	1995	260 000	Colza	Trituration sur le site	624 000	195 000	350 000	780 000
		Grand-Couronne II (76)	2008	260 000	Colza	Trituration sur le site	624 000	195 000	350 000	780 000
		Verette (60)	1992 et 2006	220 000	Colza	Trituration sur le site	350 000	165 000	300 000	670 000
		Sète (34)	2006	500 000	Colza + tournesol	Trituration sur le site	1 200 000	400 000	680 000	1 510 000
		Le Mériot (10)	septembre 2007	250 000	Colza + tournesol	Trituration sur le site	600 000	200 000	340 000	760 000
		Montoir (partenariat avec Cargill)	juin 2007	250 000	Colza	Trituration sur le site. Usine pour 2008	600 000	187 000	335 000	750 000
		Bordeaux (33)	2008	250 000	Colza + tournesol	Trituration sur le site	600 000	200 000	340 000	760 000
Cognis (+ Diester)	Multinationale, groupe industrie chimique.	Cappelle la Grande / Coudekerque (59)	2008	250 000	Colza + tournesol	Approvisionnement par les usines alentours	600 000	200 000	340 000	760 000
		Boussens (31)	fin 2007	33 000	Tournesol	Travail à façon pour Diester Industries qui fournit l'huile	80 000	33 000	46 000	100 000
Biocar	Filiale du groupe espagnol Acciona Energica, premier producteur de biodiesel en Espagne.	Fos sur Mer (13)	2008	200 000	Colza + tournesol	Deux usines de trituration associées prévues.	480 000	160 000	270 000	600 000
Inéos	Groupe britannique d'industrie chimique.	Baley court (55)	2008	230 000	Colza	Trituration sur le site	550 000	172 000	310 000	690 000
Sica Atlantique	Silo portuaire : ex portation de céréales et oléagineux	La Rochelle (17)	2008	50 000	Colza	Esterification sur la graine entière : étape de trituration inutile.	120 000	37 500	67 000	150 000
Centre Ouest céréales	Coopérative céréalière	Chalandray (86)	2008	120 000	Colza + tournesol	Trituration sur le site	288 000	96 000	160 000	360 000

* Pour une usine fonctionnant à pleine capacité. Pour les usines fonctionnant au colza et au tournesol on considère un approvisionnement 75% colza - 25% tournesol.

** On considère qu'une vache peut absorber 450 kg MS de tourteau par an. Il s'agit d'un potentiel théorique qui impliquerait un approvisionnement de la totalité du cheptel français.

fixé en début de campagne ; un complément de prix est éventuellement apporté. En 2007 par exemple, c'est 97% du prix du colza alimentaire qui a été versé. En dépit de la hausse du prix du colza liée à la hausse du prix des céréales, les industriels ne craignent pas trop la concurrence du débouché alimentaire. La hausse du prix du blé devrait en revanche avoir des répercussions sur les disponibilités en colza, avec une concurrence accrue entre les ensemencements de colza et de céréales.

Usines déjà en place, agréments, capacités de production

Le tableau figure 10 dresse un inventaire des usines d'estérification actuellement en fonctionnement ou dont le projet est bien avancé. Ces usines interviennent en aval de l'étape de trituration et traitent directement l'huile végétale. Les usines de trituration, en amont, ne sont pas quant à elles dédiées uniquement à la production de biodiesel : une partie de leur production part à destination de l'huile à usage alimentaire.

Dans la plupart des cas, les usines de trituration et d'estérification se trouvent sur le même site, afin de réduire le coût énergétique et financier lié au transport de l'huile. L'usine d'estérification a été parfois construite sur un site de trituration en fonctionnement depuis plusieurs années : c'est le cas de l'usine de Bordeaux. D'autres projets comprennent la construction des unités de trituration et d'estérification. C'est par exemple le cas du projet du Mériot, site mis en production au mois de septembre 2007. C'est encore le cas de l'usine de Montoir, où l'unité de trituration devrait suivre d'un an l'unité d'estérification, en fonctionnement depuis le mois de juillet 2007. Dans cet intervalle, l'usine d'estérification sera approvisionnée via le port de Saint-Nazaire.

Quelques usines se détachent de ce modèle de trituration-estérification intégrées. L'usine qui devrait être construite en 2008 à La Rochelle est basée sur un nouveau procédé : l'estérification devrait se faire directement dans la graine, rendant inutile l'étape d'extraction de l'huile. L'usine d'estérification de Coudekerque est approvisionnée par des usines aux alentours. Quant à l'unité de Boussens, qui estérifie à façon pour le compte de Diester Industries, elle n'est associée à aucune usine de trituration.

La figure 10 rend compte de la surface en colza nécessaire à l'approvisionnement annuel des usines en fonctionnement. Pour estimer plus aisément la

demande de ces usines au niveau régional, nous avons fait la distinction entre les usines pour lesquelles l'unité de trituration est accolée à l'unité d'estérification et les autres.

Si l'on ne considère que les usines pour lesquelles l'unité de trituration est accolée à l'unité d'estérification et si l'on en reste aux réalisations de 2007 et aux projets de 2008, c'est un peu plus de 1 800 000 ha qui seront mobilisés (7% de la SAU française) pour la culture du colza essentiellement.

Seule la quantité de graines nécessaire à la fabrication de biodiesel a été prise en compte : l'usine servant aussi un débouché alimentaire, la demande réelle en graine sera donc la plupart du temps supérieure.

Enfin, si l'on considère la totalité des usines d'estérification, ce qui revient à faire l'hypothèse d'une production d'huile 100% nationale, ce seraient 2 240 000 ha qu'il faudrait mobiliser, soit 9% de la SAU française, ce qui est considérable.

La filière éthanol : des débuts prometteurs mais encore fragiles

La France est le 4ème producteur mondial et le 2ème producteur européen d'éthanol. 3% de la récolte française de blé auront été utilisés pour la production d'éthanol en 2007.

Une filière en émergence

Alors que les USA et le Brésil privilégient respectivement le maïs et la canne à sucre pour la production d'éthanol, les usines françaises utilisent en 2007 la betterave comme matière première pour 70%, et le blé pour 30%. Mais avec la mise en place de nombreux projets, l'équilibre devrait être déplacé vers une utilisation préférentielle du blé.

L'alcool de betterave, un débouché alternatif pour la filière sucre

La production d'éthanol en France s'est d'abord développée en utilisant la betterave comme matière première. Ce débouché est apparu comme un moyen d'alléger, pour la filière betterave, les effets de la réforme de l'Organisation Commune du Marché (OCM) du sucre, qui a induit une diminution des quotas de production.

> > >

Unités de production d'éthanol carburant en France, surfaces, coproduits associés

Figure 11

Entreprise	Activité	Site	Date d'entrée en fonction	Capacité prévue pour 2010 (T)	Dont volume d'éthanol carburant (T)	Matières premières	Quantité de matières premières (T)	Surface impliquée (ha)	Quantité de coproduits	Nbre potentiel vaches appro-visionnées**	Nbre estimé de VL dans un rayon de 50 km
Tereos	Sucrier.	Origny (02)	2006	240 000	Indéterminé	Betteraves et sirops de basse pureté	-	-	-	-	52 500
		Lillebonne (76)	juin 2007	240 000	240 000	Blé	790 000	96 000	300 000 T de drèches	100 000	82 000
Cristal Union	Sucrier. A pour filiale Cristanol, dont les usines sont des distilleries.	Bazancourt (Cristanol 1) (51)	juin 2007	120 000	120 000	Betteraves	1 620 000	21 600	360 000 T de pulpe	90 000	12 200 (on considère un même territoire pour les deux usines)
		Bazancourt (Cristanol 2) (51)	2008	160 000	160 000	Blé	530 000	64 000	190 000 T de drèches	57 500	
		Arcis sur Aube (10)	1984	120 000	50 000	Betteraves	675 000	9 000	150 000 T de pulpe	37 500	11 500
Roquette	Agroalimentaire. Producteur de produits amy lacés.	Beinheim (67)	2008	160 000	160 000	Blé	530 000	64 000	190 000 T de drèches	57 500	20 400
Soufflet	Agroalimentaire. Collecte, transformation et négoce de toutes sortes de produits agricoles végétaux.	Pont-sur-Seine / Marnay-sur Seine (10)	2008	300 000	300 000	Blé	990 000	120 000	360 000 T de drèches	100 000	12 200 (on considère un même territoire pour les deux usines)
BCE	Agroalimentaire. Production d'alcool de blé et d'aliments du bétail. Appartient pour 40% à Téréos.	Provins (77)	1987	20 000	15 000	Blé	50 000	6 000	18 000 T de drèches	5 500	
Abengoa	Multinationale espagnole, secteur bâtiments et travaux publics. Premier fabricant de bioéthanol en Europe.	Lacq (64)	2007	200 000	200 000	Mais et alcool de vin*	< 660 000	< 80 000	240 000 T de drèches	< 70 000	25 300
Amylum	Agroalimentaire. Industriel de l'amidonnerie.	Nesle (80)	-	50 000	Indéterminé	Blé	-	-	-	-	57 000

* Les quantités de matières premières, surface impliquée et coproduits sont calculés sous l'hypothèse d'un approvisionnement 100% maïs. La part d'alcool de vin n'est pas connue.

** On considère, selon le type de coproduit, la pulpe de betterave surpressée ou la drèche de céréale fraîche. On fait l'hypothèse qu'une vache peut ingérer 3,3 tonnes de drèches (en matière brute) par an, soit 4 kg MS par jour 300 jours par an. Pour la pulpe surpressée, l'hypothèse retenue est celle d'une consommation de 4 kg de MS par jour 250 jours par an, soit 4 tonnes de pulpe par vache et par an.

Ainsi la surface cultivée en betterave en France est passée de 400 000 ha en 2000 à 343 000 ha en 2005-2006. La pré-existence de la filière sucre a permis à la filière betterave de se positionner rapidement sur le marché des agrocarburants. La surface de betteraves cultivées en France est ainsi remontée légèrement en 2007, à 394 000 ha, avec un objectif affiché de consacrer 10 à 15% des surfaces en betterave à la production d'agrocarburants en 2010.

La production d'éthanol à partir de betterave, en compensant une baisse d'activité sucrière, n'entraîne pas d'augmentation de la quantité de coproduit disponible. C'est plutôt la baisse programmée de la quantité de pulpe de betteraves sur le marché de l'alimentation animale qui est contenue.

L'alcool de céréales, beaucoup de projets

En 2007, très peu de sites produisent de l'éthanol à partir de blé. On en comptait deux, de taille modeste. Le site de Provins est le plus ancien site de production d'éthanol carburant à partir de blé. Cette distillerie fonctionna à partir de betteraves jusqu'en 1988, date à laquelle fut transformée en prototype de distillation de blé. Cette usine est de taille modeste. Son implantation en milieu urbain et l'ancienneté de ses installations ne la placent pas dans une logique d'expansion. Elle produit 80 000 tonnes d'éthanol par an dont la moitié part en alcool de bouche pour une marque de vodka, et l'autre moitié en alcool carburant. 30 000 tonnes de drêches sont produites chaque année : cette usine est l'un des seuls sites à avoir aujourd'hui une expérience de commercialisation de ce coproduit. Néanmoins la quantité limitée de coproduit lui permet de se satisfaire de marchés de niche. Elle n'est pas soumise aux problèmes de débouchés qu'auront à résoudre les usines en construction, de taille deux à trois fois plus importantes. L'autre site, celui de Lillebonne n'est rentré en fonctionnement qu'en juin 2007. C'est la première usine "nouvelle génération" fonctionnant à partir du blé.

80% de la production transformée en ETBE

Actuellement, environ 80% de la production de bioéthanol est dédiée à la production d'ETBE.

La production d'ETBE a été initiée en France par Total, à la raffinerie de Feyzin en 1993. La production française d'ETBE s'est développée avec l'association

entre Total, la Confédération Générale des Planteurs de Betteraves (CGB) et l'Association Générale des Producteurs de Blé et autres céréales (AGPB).

D'autres groupes restent indépendants du géant pétrolier et groupent production d'éthanol et transformation en ETBE.

Même si l'ETBE représente un débouché appréciable pour les usines d'éthanol, celles-ci regrettent que la part d'incorporation directe ne soit pas plus importante en France. D'une part parce que le volume incorporé via l'ETBE reste faible : l'ETBE est incorporé à un faible pourcentage et contient moins de 50% d'éthanol en volume. D'autre part pour des raisons de défiscalisation. Une partie des agréments est attribuée directement à l'éthanol, qui devient compétitif parce que défiscalisé. Cet éthanol peut être transformé en ETBE ou être incorporé. Mais une autre part des agréments est accordée directement à la production d'ETBE : l'éthanol qui entre dans sa composition est alors soumis à la concurrence mondiale car aucune clause n'existe quant à la provenance de l'éthanol qui doit s'aligner plus ou moins sur le prix mondial.

La filière menacée par la hausse des prix des céréales

La conjoncture sur le marché des céréales en 2007 est peu favorable aux éthanoliers. Pourtant les investissements réalisés sont très importants et les industriels estiment qu'il existe un point de non-retour : les usines prévues devront voir le jour.

Jusqu'alors, le secteur a bénéficié du soutien des Pouvoirs publics, qui ont encouragé ces investissements. Mais la rémunération des agriculteurs engagés dans la production n'est pas en rapport avec le contexte actuel de marché. Si les contrats mis en place avec les agriculteurs semblent protéger les usines, chacun s'accorde à reconnaître que ce n'est pas tenable. De plus, les prémices d'un retrait partiel du soutien gouvernemental dans le développement des agrocarburants de première génération inquiète de plus en plus la filière, qui se voit ainsi moins à même de faire face aux tendances haussières des matières premières.

L'avenir de l'éthanol produit en France est incertain. Certes les approvisionnements des usines en fonctionnement sont assurés pour quelques années, mais cela provoque le mécontentement des producteurs de céréales. Le manque à gagner est le plus souvent com-

pensé par les caisses de péréquation des coopératives. Et que se passera-t-il au moment de renouveler les contrats, dans 5 ans, si le prix du blé n'est pas descendu aussi bas que le souhaiteraient les industriels ? Cette question est d'autant plus préoccupante que nombre d'experts s'accordent aujourd'hui pour penser que la hausse des prix serait largement structurelle.

Tout ceci dans un contexte où des experts² et l'opinion publique se font de plus en plus critiques face à cette filière, où le gouvernement prend ses distances et où les pétroliers ne sont pas forcément favorables à la production d'un produit substituable à une essence déjà produite, en trop grande quantité en Europe, par rapport à nos besoins.

20% du chiffre d'affaires dans la vente de coproduits : un pari audacieux...

Les drêches de blé devraient ainsi prendre de l'importance en tant que coproduit par rapport à la pulpe de betterave à partir de 2009. A ce jour la production commence seulement à arriver avec le démarrage de la première usine de très grande taille fonctionnant à partir de blé, à Lillebonne.

Des drêches de céréales sont effectivement mises sur le marché depuis les années 1990, mais les quantités vendues étaient très faibles en regard de ce qui est prévu pour les années à venir. De 50 000 tonnes de drêches environ sur le marché en 1990, on passerait à 700 000 tonnes. Et la filière ne donne que peu d'informations sur le devenir des drêches probablement libérées sur le marché ces prochaines années. La composition de ce coproduit est très dépendante du procédé de fabrication, qui sera différent d'une usine à l'autre. Elle reste donc à définir pour chaque usine. En outre ces drêches sont aujourd'hui distribuées sur des marchés très localisés, sans passer toujours par des entreprises de fabrication d'aliments du bétail, alors qu'une plus forte production impliquera l'intégration de ce coproduit par les fabricants d'aliments du bétail. Des recherches sont aussi en cours pour une utilisation plus large de ce produit par les monogastriques.

D'après les estimations des professionnels, la qualité nutritionnelle des drêches de blé serait intermédiaire entre celle des tourteaux de soja et de colza (voir chapitre ci-après). Il devrait en être de même pour leur prix.



DÉSHYDRATATION DES DRÊCHES OU VENTE EN DIRECT À LA FERME ?

Les drêches de blé issues des usines de production d'éthanol devraient en théorie pouvoir être vendues directement en frais aux élevages. Cette solution paraît plus économe du point de vue du bilan énergétique.

Néanmoins il semblerait que la solution la plus largement retenue par les industriels soit la déshydratation des coproduits : elle toucherait environ 80% de la production. Les incidences sur le bilan énergétique ne sont pas claires et divergent selon les interlocuteurs. Réalisée en simultané lors de l'étape de fabrication de l'éthanol, la

déshydratation pourrait en théorie ne pas représenter de coût énergétique supplémentaire. Néanmoins certains acteurs de la filière affirment que même en réutilisant une partie de la chaleur, le surcoût existe. D'autres usines, comme celle de Provins, réalisent la déshydratation des drêches dans un bâtiment indépendant chauffé...au gaz naturel.

Cette solution de la déshydratation est retenue pour plusieurs raisons : les emplacements des usines ont été rai-

sibilités d'approvisionnement en matières premières. Un grand nombre d'usines, notamment placées dans des régions céréalières comme le Bassin parisien, ne disposent pas de nombreux élevages à proximité. La déshydratation permet un transport des drêches plus aisé et leur stockage.

De plus les prochains projets d'usines devraient avoir une production de drêches voisine de 600 T par jour, et devront nécessairement viser un marché plus large que les élevages de proximité.

² Ainsi du rapport récent de l'OCDE paru en 2007 et intitulé

« Biocarburants : les remèdes sont-ils pires que la maladie », il conclut en effet que :

- les limites de développement des agrocarburants devraient être revues
- la priorité devrait être donnée à la recherche – développement qui concerne la deuxième génération ; les financements devraient donc être transposés de la première vers la deuxième génération
- les études sur l'impact environnemental et le bilan énergétique des agrocarburants devraient être revues
- il faudrait arrêter de soutenir les agrocarburants alors qu'il existe bien d'autres solutions d'économie d'énergie fossile moins mises en avant. Il faudrait, et il est envisagé de remplacer les subventions aux agrocarburants par des taxes liées aux émissions de CO₂

Notons que si ce rapport a fait grand bruit à sa sortie, plusieurs des mesures proposées (réalisation d'un nouveau bilan environnemental, priorité à la seconde génération y compris dans les subventions) semblent avoir été adoptées par le gouvernement français à l'issue du Grenelle de l'Environnement qui s'est tenu en octobre 2007.

Quels impacts sur l'élevage des ruminants ?

Certes, la France est confrontée à un problème d'indépendance énergétique. Certes, la planète est confrontée à un problème de disponibilité en énergie fossile et à ceux tout aussi préoccupants des risques écologiques entraînés par les modes de développement actuels. Il y a sans doute urgence à agir : raison de plus pour partir de bonnes directions.

Quelle que soit l'échelle à laquelle on se place, celle du développement massif des agrocarburants comme aux USA ou au Brésil ou celle d'un timide développement comme en France et en Europe, puisqu'il s'agit de marchés largement mondialisés, on peut s'interroger sur la compatibilité de cette utilisation non alimentaire des productions végétales, avec la satisfaction des besoins encore plus essentiels liés à l'alimentation. Or c'est bien cette fonction nourricière qui est à la base même de la légitimité de l'agriculture. Pour en rester à une analyse du point de vue de l'impact sur l'élevage, nous nous pencherons d'abord sur l'intérêt zootechnique des coproduits. Dans l'approche des impacts macro-économiques, nous tenterons aussi d'apprécier ce qui se passe dans les deux pays à l'avant-garde de ces productions, les États-Unis et le Brésil, en mesurant l'impact global et en s'assurant que le remède ne soit pas pire que le mal.

Quelle valorisation des coproduits par les ruminants ?

Des aliments bien connus et d'autres à caractériser

Les tourteaux de colza et les pulpes de betteraves déshydratées ou surpressées sont depuis longtemps valorisés en alimentation animale, puisqu'ils sont respectivement les coproduits de l'huile de colza alimentaire et du sucre. Les procédés utilisés dans le cadre de la production d'agrocarburants, par le biais de la trituration des graines de colza et de la fermentation des betteraves, aboutissent aux mêmes coproduits. Leur valorisation zootechnique ne pose donc pas de problème particulier.

En revanche, la filière agrocarburants génère deux coproduits qui lui sont totalement spécifiques : les drêches de blé et le glycérol. Leurs caractéristiques chimiques et leurs valeurs alimentaires sont à ce jour peu connues. En conséquence, leur incorporation dans les rations des ruminants suscite de nombreux questionnements que des essais zootechniques devraient lever.

> > >

Données de composition chimique des tourteaux de colza
 (données enquête 2003 CETIOM-ONIDOL - 29 échantillons)

Figure 12

	Matière sèche	Huile	Protéines	Cellulose brute	Glucosinolates	Ca	P	Solubilité des protéines dans la soude
	(% MB ¹)				(umole/g MB)	(g/kg)		(%)
Moyenne des enquêtes	89,7	3,2	34,6	13,2	9,3	-	-	50,7
Moyenne INRA	88,7	2,3	33,7	12,4	12,6	8,3	11,4	57,5

¹ MB : Matière Brute

Source : Institut de l'Élevage

Données de composition chimique des drêches de blé déshydratées
 (données INRA-AFZ, 2004)

Figure 13

	Matière sèche	Huile	Protéines	Cellulose brute	Amidon	Sucres totaux	Ca	P
	(% MB)						(g/kg)	
Drêche de blé type A	90	6,5	33,8	9,2	3,8	0,8	3,3	6,7
Drêche de blé type B	91,4	5,1	28,9	5,6	12,6	3,5	1,9	8,1

Source : Institut de l'Élevage

Composition chimique et qualité nutritionnelle des coproduits

Bien connaître les caractéristiques de composition chimique des aliments et leurs facteurs de variation est un élément indispensable pour une valorisation zootechnique optimale et sans risque et pour en apprécier l'intérêt économique.

Les tourteaux de colza : plus de cellulose, moins de matière azotée

Le CETIOM, avec l'appui de l'ONIDOL, a initié en 2003 un observatoire de la qualité nutritionnelle des tourteaux auquel participent les 9 plus importantes usines de trituration françaises. Les données collectées sont présentées dans le tableau 12 ci-contre.

Les teneurs en protéines, cellulose brute et huile du tourteau de colza sont stables d'une usine à l'autre et proches des références publiées par l'INRA (Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage), exceptées pour l'huile. Cet écart s'explique par des différences dans les méthodes analytiques d'extraction de la matière grasse.

Les teneurs en glucosinolates, facteurs anti-nutritionnels des tourteaux de colza qui leur confèrent une odeur et une saveur indésirables, et la solubilité des protéines présentent une variabilité inter-usines forte. En effet, ces deux critères peuvent être influencés par les procédés technologiques appliqués dans chaque usine, notamment le traitement thermique qui dégrade les glucosinolates et insolubilise les protéines, mais aussi le dépelliculage de la graine qui entraîne un gain de dégradabilité de l'azote du tourteau.

Comparativement au tourteau de soja auquel on le substitue souvent, le tourteau de colza est plus riche en éléments minéraux et en cellulose brute, moins riche en matières azotées et a une teneur comparable en matières grasses.

La fraction la plus importante en cellulose brute pénalise la valeur énergétique du tourteau de colza plus faible de 9% (UFL¹) à 12% (UFV²) que celle du tourteau de soja : sa valeur nutritive est respectivement de 0,85 UFL et 0,80 UFV par kg. La teneur également plus faible en matières azotées totales (-25%) en fait un correcteur azoté moins concentré que son concurrent.

Les teneurs en lysine et méthionine digestibles situent le tourteau de colza en limite des seuils d'alerte pour ces acides aminés. Les bonnes concentrations du tourteau de colza en calcium et phosphore autorisent une réduction des apports d'aliments minéraux complémentaires.

Les drêches de blé : un aliment équilibré ?

Les « nouvelles » drêches de blé issues de la production d'éthanol sont de deux types, en fonction du procédé industriel dont elles sont issues :

- les drêches simples (dites drêches de type A, ne contenant pas les sons) ;
- les drêches foncées dans lesquelles sont rajoutés les sons (dites drêches de type B).

Ces deux types de drêches ont des caractéristiques physico-chimiques sensiblement différentes, comme l'indiquent les données du tableau figure 13. Notons qu'à l'heure actuelle, les drêches de blé sont essentiellement disponibles sous forme déshydratée.

Les drêches de blé (particulièrement celles de type A) représentent une matière première intéressante en alimentation animale du fait de leur teneur en protéines élevée. De par leur composition chimique, elles remplacent essentiellement une partie du tourteau de soja et du blé. Leurs compositions chimiques sont éminemment variables d'une usine à l'autre (en fonction du procédé technologique utilisé) mais aussi, intra-usine, d'une production à l'autre (en fonction de la qualité des grains de blé et des réglages du procédé). Actuellement, aucune étude n'a été menée pour identifier et quantifier précisément les facteurs de variations de la composition chimique des drêches de blé.

Très peu de données sont disponibles concernant les drêches de blé humides.

Les drêches de blé sont des aliments équilibrés entre teneur en amidon, teneur en protéines et teneur en fibres, comparables à des drêches de maïs ou au *corn gluten feed*. Le procédé de type B, qui augmente la teneur en amidon, aboutit à des aliments plus énergétiques et moins azotés, se rapprochant des valeurs du blé pour la partie UFL et du tourteau de tournesol pour la partie azotée. La drêche de type A s'assimile au *corn gluten feed* pour la partie énergie et au tourteau de colza pour le volet azoté.

> > >

¹ UFL : Unité Fourragère Lait

² UFV : Unité Fourragère Viande

Les drêches de blé sont sources à la fois de fibres, de protéines et de minéraux. Leur disponibilité en lysine est toutefois limitante. Leur substitution au tourteau de soja ne peut être que partielle. Elles conviennent particulièrement bien aux vaches laitières et aux bovins viande. Elles se substituent à un mélange de matières protéiques pour 2/3 (tourteau de soja) et de matières énergétiques pour 1/3 (pulpe de betterave). Les ovins et les caprins consomment également la drêche de blé dès le démarrage de la production laitière.

En ce qui concerne les limites de ces aliments, des données publiées par l'Université du Minnesota (USA) indiquent de possibles excès de certains minéraux, notamment :

- la présence de fer en quantité élevée dans certains échantillons de drêches de blé, cet élément agissant en tant qu'antagoniste pour les autres éléments essentiels pour les bovins (Zn, Cu et Mn) ;
- la présence de soufre en quantité élevée dans certains échantillons de drêches de blé, cet élément agissant en tant que fort antagoniste pour la biodisponibilité du cuivre.

Nous manquons de beaucoup de références par rapport aux drêches de blé. Des analyses chimiques doivent être réalisées et des essais zootechniques mis en place pour déterminer précisément l'impact des procédés d'obtention sur les teneurs en protéines, fibres et amidon ainsi que sur la qualité des protéines (dégradabilité de l'azote).

Les pulpes de betterave : riches en énergie

Dans la filière « Sucre », les pulpes de betterave sont traditionnellement valorisées pour partie sous forme

surpressée, le reste de la production étant déshydraté. Dans la filière « Bioéthanol » le procédé mis en œuvre étant identique, la composition chimique des pulpes de betterave ne devrait pas changer, sous leur forme sèche comme sous leur forme surpressée.

La pulpe de betterave est riche en cellulose, mais pauvre en lignine ce qui lui confère une digestibilité élevée pour les ruminants. Sa teneur en calcium est élevée tandis que sa teneur en phosphore est très faible : on choisira donc un aliment minéral vitaminé (AMV) riche en phosphore. La teneur en soufre des pulpes (en moyenne de 1 g/kg de MS) ne pose pas de problème particulier. La teneur en matières minérales des pulpes surpressées peut être très variable (entre 7 et 13% de la MS), selon le niveau de propreté des betteraves et l'importance des verts et radicules lorsqu'ils sont ajoutés aux pulpes.

La pulpe, quelle que soit sa forme, est un aliment riche en énergie, ce qui permet de diversifier les sources d'énergie dans une ration. La valeur énergétique des pulpes surpressées est fortement influencée par la teneur en matières minérales. Avec 59 g de PDIN/kg et 97 g de PDIE/kg, la pulpe représente un apport de protéines intéressant. La pulpe sèche s'associe donc bien avec les aliments riches en azote soluble dont les protéines sont digérées dans le rumen (herbe jeune, ensilage de maïs traité à l'ammoniac, urée...). Les pulpes sont bien pourvues en acides aminés indispensables, en particulier en lysine, thréonine et méthionine.

Riche en cellulose, la pulpe peut remplacer un fourrage. Riche en énergie, elle peut remplacer une partie du concentré (0,890 FL/kg). Sa teneur en matières azotées étant faible, la pulpe de betterave ne peut pas se substituer à une source azotée, surtout pour des

> > >

Données de composition chimique des pulpes de betteraves
(données INRA-AFZ, 2004 pour la pulpe déshydratée
et données Tables INRA, 2007 pour la pulpe surpressée)

Figure 14

	Matière sèche	Huile	Protéines	Cellulose brute	Amidon	Sucres totaux	Ca (g/kg)	P
Pulpe de betterave déshydratée (en % MB)	89,1	0,9	8,1	17,3	0	6,6	13,2	0,9
Pulpe de betterave surpressée (en % MS)	24,1	1,5	8,7	20,8	0	5	14	1

Source : Institut de l'Élevage

animaux à fort niveau de production. La pulpe étant pauvre en matières grasses, ces dernières doivent être apportées en complément si la part des pulpes dans la ration est élevée (8 kg de MS/jour et plus).

Le glycérol, peu connu

Le glycérol, traditionnel coproduit de la production de biodiesel (constitué lors de la phase d'estérification de l'huile végétale de colza avec du méthanol), était jusqu'à présent valorisé par les industries agro-alimentaires (boissons gazeuses), pharmaceutiques et cosmétiques. Les volumes produits allant croissants, l'alimentation animale devient un nouveau débouché qui devrait surtout intéresser les fabricants d'aliments (en tant que liant).

Les caractéristiques chimiques du glycérol en tant qu'aliment pour animaux sont à ce jour peu connues. Dans ses applications traditionnelles (médicaments, cosmétiques...), le glycérol était purifié à plus de 99,9%. En revanche, le coproduit des agrocarburants n'est pur qu'à 80-85% (glycérine où l'on peut retrouver du méthanol, des matières grasses, du phosphore, du potassium, voire du plomb).

L'Afssa a rendu un avis favorable quant à l'utilisation de glycérine comme matière première en alimentation animale, à condition qu'elle titre « au minimum à 80% de glycérol et au maximum à 0,5% de méthanol » et « dans la mesure où elle n'excède pas 10% d'un aliment complémentaire standardisé à 88% de MS ».

Des analyses doivent être faites pour mieux connaître ce produit et faire le point sur les éventuels facteurs de variation de sa composition chimique (effet usine, effet procédé, qualité de la matière première...).

Les références bibliographiques existantes sur le sujet³ annoncent une valeur énergétique du glycérol entre 1,1 et 1,3 UFL/kg. Nous ne disposons d'aucune données concernant les valeurs azotées qui doivent être proches de 0.

Le glycérol est visqueux, incolore, et dégage une odeur sucrée. Il présente des propriétés nutritionnelles proches de celles de la mélasse. Il est une source d'énergie rapidement métabolisable qui peut remplacer une autre source de glucides aux mêmes propriétés telle que le blé. Il a un effet stimulateur sur l'appétit du fait de son appétence (goût très sucré).

Valorisation dans l'alimentation des bovins

Les résultats zootechniques de l'utilisation des coproduits d'agrocarburants sont connus à partir d'essais réalisés en stations expérimentales ou plus anciennement en fermes de lycées agricoles. Les effets retenus sont ceux observés dans des conditions d'élevage connues et proches des exploitations françaises.

Le tourteau de colza remplace avantageusement le tourteau de soja en production laitière et en engraissement

Les tourteaux de colza industriels peuvent remplacer le tourteau de soja dans le concentré protéique sur la base de 1,5 kg de tourteau de colza pour 1 kg de tourteau de soja. Des vaches laitières peuvent ainsi consommer jusqu'à 6 kg de tourteau de colza sans souci d'appétence, qu'il soit apporté en mélange dans la ration ou en aliment distribué. Quel que soit le mode d'apport du tourteau de colza, une transition de 15 jours doit être respectée pour réussir le changement de tourteau.

Dans ces conditions, quand tout le tourteau de soja apporté dans la ration est remplacé par du tourteau de colza, il est observé sur des rations comportant 2/3 d'ensilage de maïs ou plus, une augmentation de la consommation de ration totale (+0,9 kgMS/jour/vache) et de la production de lait (+0,6 kg lait brut/jour), une baisse du TB (-1,2 g/kg) et une légère augmentation du TP (+0,3 g/kg). Ce qui correspond aux critères aujourd'hui recherchés. De plus la teneur de la MG en acides gras saturés est réduite au profit d'acides gras insaturés (dont Oméga 3).

Son utilisation sur régime à base d'herbe conservée est moins connue. Dans une observation en cours, la moindre valeur énergétique de ces tourteaux ne semble pas gêner les performances laitières.

De même l'utilisation des tourteaux de colza industriels pour l'engraissement des bovins, sur la même base de substitution, ne modifie ni l'ingestion totale (+0,1 kg MS/j/taurillon), ni la croissance (+43 g/jour ; non significatif). L'apport journalier moyen observé sur la période d'engraissement est de 1,6 ou 1,8 kg de tourteau de colza/j pour des taurillons laitiers ou de race à viande.

> > >

³ Lebzien et Aulrich, 1993 ; Südekum, 2007

Ainsi on estime que l'utilisation du tourteau de colza est intéressante économiquement lorsque son prix est inférieur à 80% du prix du tourteau de soja.

Le tourteau de colza peut aussi être valorisé par les caprins et ovins laitiers. Même si l'ingestion est parfois plus lente que celle du tourteau de soja. Le tourteau de colza peut se substituer à un concentré contenant 65% d'orge et 35% de tourteau de soja. De même pour les ovins viande, le tourteau de colza peut totalement être substitué au tourteau de soja, au taux de 1,5 kg de colza pour 1,0 kg de soja.

La pulpe de betterave déshydratée, une matière première "naturelle" pour les vaches laitières

La pulpe de betterave déshydratée peut remplacer la totalité des céréales introduites dans les concentrés pour vaches laitières. Les produits de substitution des céréales (pulpes de betterave et d'agrumes) étaient d'ailleurs très présents dans les aliments concentrés en début des années 90 avant la forte baisse des prix des céréales.

Sur des rations à base d'ensilage de maïs, les concentrés "parois" (riches en cellulose comme la pulpe) modifient peu la production laitière. Ils génèrent un TB légèrement plus faible (-0,6 g/kg), mais de façon hétérogène, et un TP régulièrement plus bas (-0,3 g/kg) sur toute la lactation.

Sur des rations à base d'ensilages d'herbe, l'effet des concentrés "parois" dépend du niveau de concentré dans la ration et sur des rations à base de foin, comportant 30 à 45% de concentré, le remplacement d'un concentré "amidon" (riche en céréales) par un concentré "paroi" ne modifie pas la production laitière.

Au pâturage, il n'y a pas de différence entre concentrés "parois" ou "amidon", avec des niveaux modérés de concentré tels que ceux pratiqués dans nos conditions d'élevage (2 à 3 kg/j). Par contre avec un apport plus libéral de concentré (7,5 kg/jour) l'utilisation de concentré "parois" se traduit par une production laitière plus faible (-1,7 kg/jour), un TB amélioré (+3,6 g/kg) sans modification du TP.

Pour des brebis, la pulpe de betterave déshydratée peut se substituer pour partie ou totalement aux céréales. Un ajustement de la ration est alors indispensable pour compenser la moindre valeur énergétique des pulpes par rapport aux céréales. Pour des

agneaux en finition, il est conseillé de ne pas dépasser un taux d'incorporation de 40% de la ration en concentré, sous peine de diminution des vitesses de croissance.

La pulpe de betterave surpressée, un complément fourrager énergétique pour la production laitière et l'engraissement

La pulpe surpressée est un atout pour les élevages présents à proximité des unités de production d'éthanol. Très appétente, elle doit être rationnée pour des vaches laitières à raison de 1,2 kg MS/100 kg de poids vif, soit 8 kg/j/vl. Sa valeur énergétique élevée et l'absence d'amidon permettent de l'utiliser comme remplaçant de fourrages.

Dans des rations à base d'ensilage de maïs, l'apport de 6 kg de pulpe surpressée (à 20-25 % MS) en substitution au maïs ensilage augmente fortement la production laitière (+2,8 kg/j/vl) ainsi que le TP (+1,9 g/kg) mais fait baisser le TB (-1,4 g/kg). Dans ces rations il faut être particulièrement vigilant à l'apport de fibres longues. L'introduction de pulpe de betterave surpressée est également intéressante sur des régimes à base d'herbe conservée : l'apport d'énergie supplémentaire permet de soutenir la production laitière et le TP.

L'engraissement de taurillons ou bœufs peut être réalisé avec de la pulpe surpressée comme élément principal de la ration, avec 4 à 7 kg MS/j selon le type d'animal. La croissance obtenue pendant la période d'engraissement (230 à 290 j) est identique à celle réalisée avec un ensilage de maïs : 1 350 à 1 550 g/j pour des taurillons charolais ou montbéliards en présence ou non d'ensilage de maïs complémentaire.

Les brebis en lactation peuvent consommer 5 à 6 kg de pulpe surpressée accompagnée de foin de luzerne de préférence. Les agneaux de moins de 2 mois ne doivent pas avoir accès à ces pulpes. Pour les chèvres laitières la part de pulpe surpressée dans la ration sera limitée à 30% de la MS totale ingérée.

La drêche de distillerie, une matière première mal connue

Les drêches de distillerie (blé) sont en revanche peu connues quant à leur valorisation par les animaux dans nos conditions d'élevage. Elles se présentent actuellement sous forme déshydratée. Par analogie à ce qui est connu avec l'orge, pour les drêches de bras-

serie surpressées qui sont plus riches en cellulose, moins riches en azote et un peu plus riches en matières grasses que les drêches de blé, on peut prévoir une augmentation de la production laitière et un effet variable sur le TB selon le régime fourrager et l'utilisation des drêches. Le TP sera peu modifié. Avec une ration à base d'ensilage de maïs, l'apport de 2 à 3 kg MS de drêches d'orge surpressées en remplacement de maïs fourrage augmente la production laitière (+3 kg/j) et réduit le TB (1 à 3 g/kg) tout en maintenant le TP. Lorsque les drêches d'orge remplacent partiellement du concentré, le lait augmente moins (+1 à +1,5 kg/j) et le TB se maintient.

Avec une ration d'ensilage d'herbe et de foin, la drêche d'orge surpressée remplaçant partiellement du concentré, la production laitière augmente (+1 kg/j) et le TB est diminué (-0,5 à -1,5 g/kg).

Le glycérol, un aliment énergétique utilisable dans les concentrés

Le "glycérol" proposé aux éleveurs comme composant des aliments concentrés est en réalité une glycérine contenant environ 80 % de glycérol pur, du chlorure de sodium, des minéraux et un peu de méthanol (0,5% environ). Cette glycérine (environ 1,10 UFL/kg) peut être substituée à des matières premières énergétiques utilisées pour la fabrication des concentrés, telles que les céréales. En cas d'utilisation en élevage de bovins, il est recommandé d'utiliser une glycérine comportant au moins 80 % de glycérol, pour éviter d'avoir une teneur trop élevée en autres composants, dont le méthanol et le sodium.

On peut distribuer jusqu'à 1 kg de glycérol pur par jour par vache, soit 1,25 kg de "glycérol". Des essais d'apport de glycérol dans l'alimentation des bovins sur de courtes périodes à des doses de 500 à 850 g/j de glycérol pur ont été réalisés. Les essais sur vaches laitières à différents stades de lactation et sur différents régimes ne montrent pas de modification d'ingestion, de production de lait, de TB et de TP.

L'introduction de "glycérol" dans les aliments concentrés industriels est limitée par les fabricants, autour de 8%, à cause de l'augmentation de la friabilité des granulés. Ce taux d'incorporation est compatible avec la limite d'apport journalier citée précédemment.

En conclusion, des coproduits valorisables par les ruminants, mais à quel prix ?

L'alimentation des bovins est assurément en situation d'absorber une quantité importante des coproduits des agrocarburants. La forme sèche est facilement utilisable (tourteau, pulpe, drêche) dans les aliments concentrés ou dans les rations mélangées (complètes, semi-complètes). Le "glycérol", qui est liquide, peut aussi être introduit dans les aliments fabriqués.

Pour l'intérêt économique des éleveurs la forme humide, bien connue pour la pulpe de betterave surpressée, devrait être sérieusement envisagée pour la drêche de blé surpressée qui pourrait en théorie trouver une bonne valorisation directement dans les élevages. Deux réserves sur ce point, l'industrie des agrocarburants ne semble pas s'en préoccuper et l'élevage laitier ou l'engraissement de bovins est parfois bien peu présent dans les rayons de 50 km autour des usines projetées (voir carte ci-après).

Ces coproduits pourront ainsi remplacer des ressources dont les prix se tendent avec leur manque de disponibilité : le tourteau de colza est un bon remplaçant du tourteau de soja, la drêche de blé peut vraisemblablement remplacer les céréales. De même pour la pulpe de betterave. Le "glycérol" peut aussi contribuer au remplacement de céréales. Les prix respectifs entre matières premières et leur facilité d'utilisation dans la ration décideront de leur intérêt.

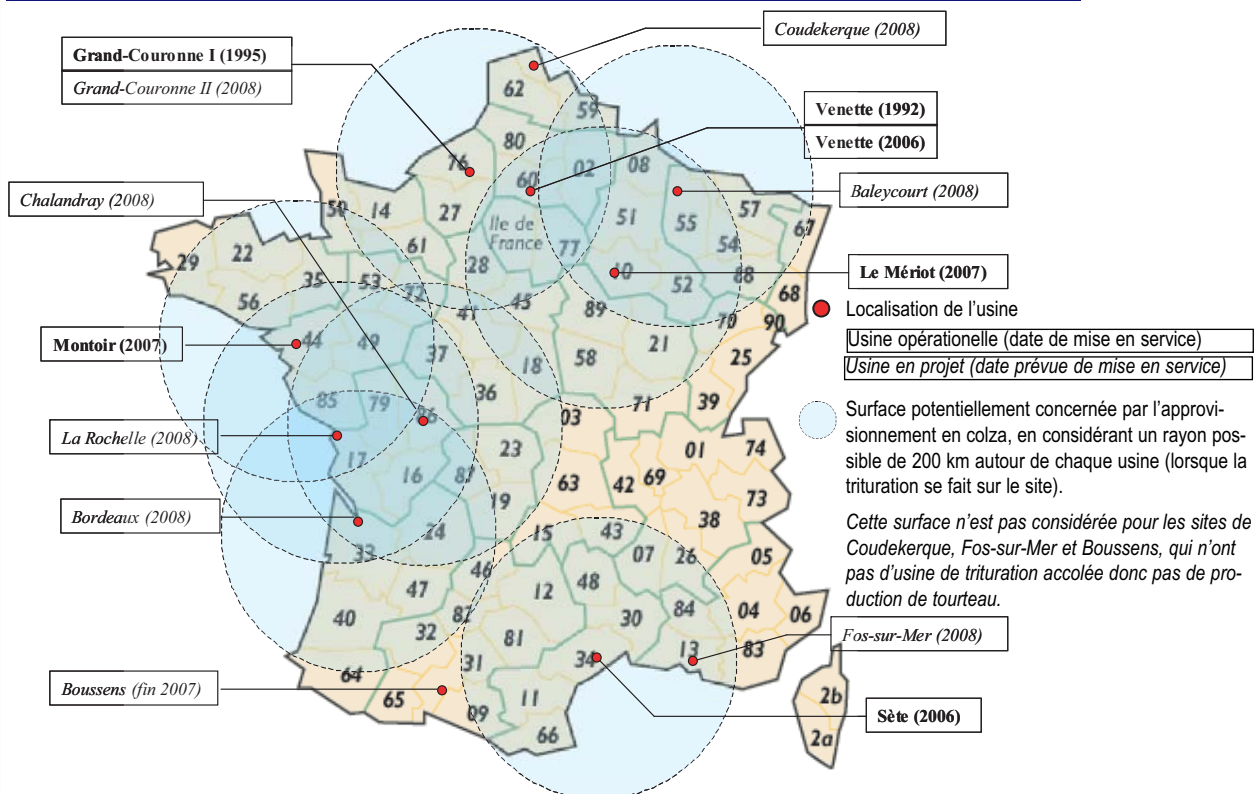
Des travaux sont en cours et des essais zootechniques sont à poursuivre pour mieux apprécier la composition et l'intérêt zootechnique de certains produits en particulier des drêches de blé. Globalement ces coproduits sont tout à fait utilisables par les ruminants et même parfois avantageusement, pour ce qui concerne la composition du lait par exemple.

Leur production aura pour intérêt de diversifier les sources d'approvisionnement de l'industrie de l'aliment du bétail, donc, on peut l'espérer, de contenir les hausses de prix par ailleurs alimentées par l'utilisation des blés ou des colzas pour la production d'agrocarburants. Ces nouveaux produits ne permettront pas de réduire les coûts de production, au mieux permettront-ils de contenir un peu les hausses engendrées par la demande à fin énergétique ?

> > >

Localisation des usines de biodiesel et rayon théorique de livraisons possibles de colza dans l'hypothèse d'un rayon de livraison de 200 km

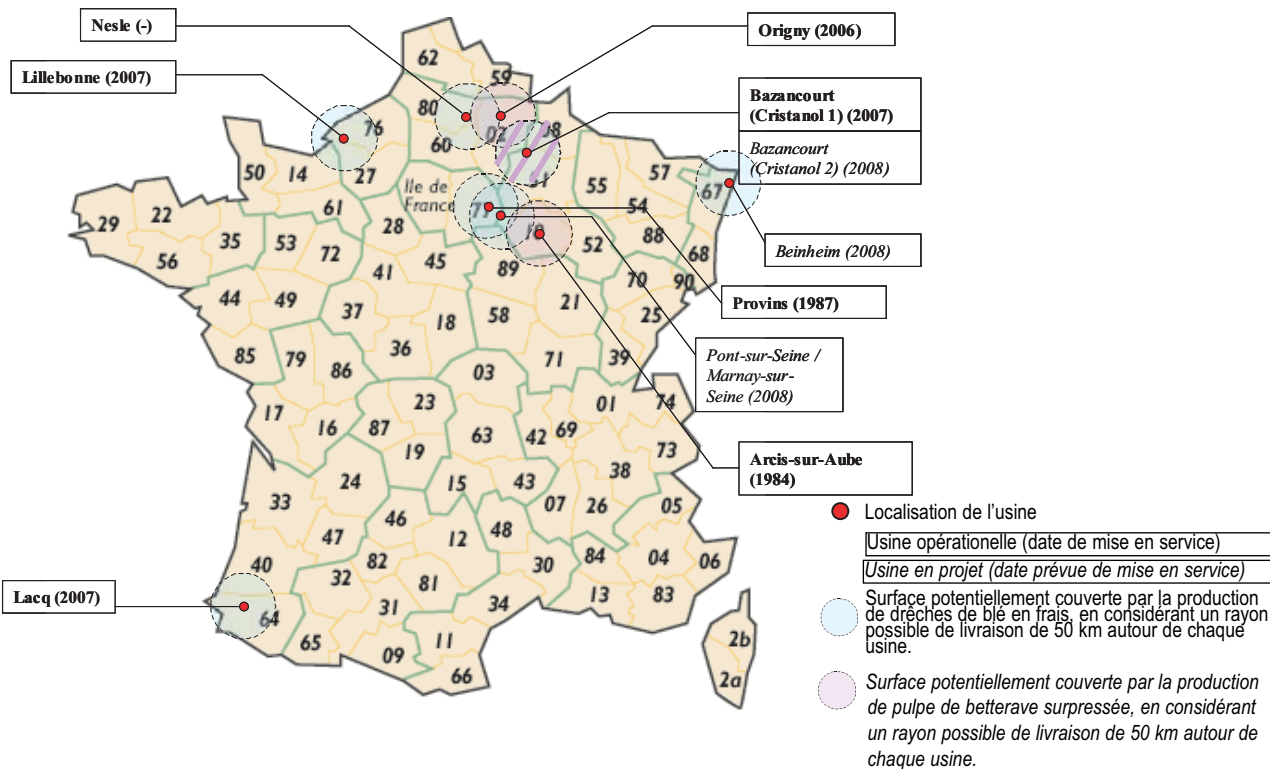
Carte 1



Source : GEB-Institut de l'Élevage

Localisation des usines d'éthanol et rayon théorique de livraisons possibles de drèches de céréales fraîches et de pulpes de betteraves surpressées dans l'hypothèse d'un rayon de livraison de 50 km

Carte 2



Source : GEB-Institut de l'Élevage

Concurrence sur les surfaces

Cette concurrence pour les surfaces agricoles est l'un des points sensibles du développement des agrocarburants. L'ONIGC a été mandaté pour mobiliser un comité d'experts pour estimer les surfaces en agrocarburants nécessaires pour atteindre l'objectif de 7% de la consommation française en carburant en 2010. D'après cette étude, cet objectif de 7% en 2010 pourra être atteint avec 1,450 million d'ha de colza et tournesol pour produire 2,6 millions de tonnes de biodiesel d'une part, et 263 000 ha de blé, maïs et betteraves pour produire 740 000 tonnes de bioéthanol de l'autre ; soit un total de 1,713 million d'ha d'agrocarburants représentant plus de 6% de la SAU, 10% des terres labourables et 15% des surfaces en céréales, oléoprotéagineux et betteraves sucrières.

Dans l'étude ONIGC les auteurs ont estimé que l'objectif 2010 pouvait être atteint en ne mobilisant que 310 000 ha supplémentaires, soit 1% de la SAU, soit un effet quasi nul sur l'utilisation des surfaces agricoles. En fait pour passer de 1,713 million d'ha à 310 000 ha, les auteurs ont retiré les surfaces déjà affectées aux agrocarburants actuellement (environ 600 000 ha) et la quasi-suppression des exportations de colza représentant 700 000 ha.

Cette présentation est pour le moins discutable surtout quand la presse en fait un raccourci en annonçant que l'on peut produire les 7% d'agrocarburants en ne mobilisant que 1% de la SAU française ! Cette minimisation de l'impact des agrocarburants sur les surfaces à mobiliser ne peut que conforter la fixation d'objectifs encore plus ambitieux : 10% en 2015 en France et 10% en 2020 au niveau de l'ensemble de l'UE à 27. Or l'impact sur les surfaces mobilisées est déjà important en France qui dispose du plus grand espace agricole de l'UE et l'est nettement plus pour tous les autres pays de l'UE. Certains pays comme le Danemark, bien que disposant d'un fort pourcentage de terres labourables, ont décidé de ne pas développer les agrocarburants pour ne pas pénaliser leurs filières animales.

L'augmentation possible des rendements (mais l'appréciation des experts diverge sur ce point), la récupération de quelques surfaces en jachère encore utilisables, et surtout évidemment l'importation des huiles au lieu de leur production nationale, permettraient sans doute de modérer l'importance des surfaces nouvelles à consacrer à ce surplus de cultures agroénergie. Pas suffisamment pour penser que tout ceci pourrait être sans impact sur le prix de l'ensemble des productions végétales et de la pression foncière. On a vu l'im-

> > >

QUEL NIVEAU D'INTÉGRATION DES TOURTEAUX DE COLZA PAR LES HERBIVORES ?

La production d'aliments composés pour bovins représente en France 22% de la production totale d'aliments du bétail. Sur un total de 4,3 millions de tonnes (SNIA, 2006), 2,81 millions de tonnes seraient utilisées par les bovins lait et 1,49 million de tonnes par les bovins viande. L'aliment bovin lait comportant 15% de tourteau de soja et celui des bovins viande 14%, c'est respectivement 420 000 tonnes et 210 000 tonnes qui seraient utilisées, soit 630 000 tonnes de soja.

À cela il faut ajouter la consommation de tourteau de soja à la ferme comme matière première pour l'utilisation directe dans les rations ou pour la fabrication d'aliment fermier. Une enquête en Pays de la Loire auprès d'éleveurs laitiers évaluait à 41% les éleveurs achetant directement des tourteaux d'oléagineux (soja, colza). Parallèlement à partir du rapport Afssa 2000 (alimentation ani-

male et sécurité sanitaire des aliments) on estime la consommation de tourteau de soja à la ferme (toutes productions confondues) à 25% du tourteau de soja total utilisé en France. En combinant ces deux références, on peut estimer à 25% la consommation de tourteau de soja à la ferme par les éleveurs de bovins, soit 0,210 million de tonnes.

La consommation totale de tourteau de soja par les bovins lait et viande est estimée à 0,840 million de tonnes. Le remplacement de la totalité de ce tourteau de soja sur la base de 1,5 kg de tourteau de colza pour 1 kg de tourteau de soja conduit à l'estimation d'une consommation potentielle supplémentaire en tourteau de colza de 1,260 million de tonnes.

La production de tourteaux de colza est voisine de 2,3 millions de tonnes en 2006, dont la moitié est imputable aux

agrocarburants. Sur ces 2,3 millions de tonnes, environ 1 million de tonnes est actuellement introduite dans l'alimentation des herbivores. Si l'objectif français d'incorporation dans les carburants de 7% était atteint en 2010 (et avec les calculs de l'ONIGC), on pourrait disposer de 1,5 millions de tonnes de tourteaux de colza supplémentaires. Compte tenu de la substitution possible du tourteau de soja par le tourteau de colza, le secteur des herbivores pourrait absorber encore environ 1,3 millions de tonnes de tourteaux de colza, si les prix sont suffisamment attractifs.

Compte tenu de l'utilisation qui en sera faite également par les monogastriques, on peut donc penser que cette disponibilité en tourteau de colza ne calmera guère les tendances haussières du tourteau de soja entraînées par la perte de surfaces consacrées à cette production aux USA (USDA) en particulier.

portance de ce qui s'est passé aux États-Unis et par ricochet sur les marchés mondiaux avec la demande en maïs. On imagine ce qui pourrait se passer en Europe. L'hypersensibilité des prix agricoles aux petites variations de volume, qu'elles résultent d'une variation de l'offre ou de la demande, n'est plus à démontrer.

Le débat de la concurrence sur les surfaces sera exacerbé avec l'arrivée éventuelle des agrocarburants de deuxième génération. S'ils présentent un bilan énergétique plus favorable que ceux de première génération, ils pourront néanmoins représenter pour l'élevage une menace encore plus directe en terme de surfaces. Les plantes pérennes envisagées pour servir de matières premières à ces carburants ont la caractéristique d'être peu exigeantes du point de vue agronomique et pourront donc être cultivées sur des types de sols plus variés que les céréales ou les oléoprotéagineux. La concurrence avec les surfaces en herbe sera alors directe.

La tendance haussière du prix du foncier, largement entretenue par la pression urbaine, qui en France fait disparaître en une année 66 000 hectares des meilleures terres agricoles, ne pourra qu'être renforcée par le développement des surfaces consacrées aux agrocarburants : le coût de production des agrocarburants s'en trouvera augmenté, mais aussi celui des ruminants mangeurs d'herbe, avec deux impacts négatifs redoutés, le revenu des éleveurs et le niveau de la demande en protéines animales.

Aspects régionaux de cette concurrence/complémentarité entre élevage ruminants et agrocarburants

Partant de la localisation géographique des usines en place et des projets ayant fait l'objet d'agréments, on peut dresser deux cartes :

- la première concerne le rayon d'approvisionnement en colza en dessinant un rayon de 200 km autour de chaque usine. C'est, semble-t-il, la limite technico-économique que se fixent les entreprises.

On peut en conclure que les agriculteurs de la France entière ou presque sont potentiellement fournisseurs de colza, pour la filière biodiesel. On peut aussi en tirer la conclusion que peu de régions échapperont à la tension sur le prix du foncier que le développement de cette filière pourrait engendrer sur les surfaces laboureables ;

- une deuxième carte met en évidence pour les seules usines d'éthanol, productrices de coproduits de type drêches et pulpes, les zones qui, dans un rayon de 50 km, pourraient utiliser avec intérêt des pulpes et drêches fraîches et surpressées. Avec le coproduit tourteau de colza, en revanche, les usines de biodiesel n'ont pas de contraintes particulières de débouchés des coproduits.

On peut alors constater que seuls 7% de vaches laitières françaises et 5% des vaches allaitantes se trouveront dans cette proximité avec les usines productrices d'éthanol et qu'à raison de 3,3 tonnes de drêches fraîches par vache laitière et par an, les animaux présents dans la zone seraient, en général, en nombre bien insuffisant pour absorber cette production. Seule la production de Lillebonne pourrait en théorie être utilisée sous cette forme. Effectivement, en étant placées plutôt en zone de cultures spécialisées, les usines en question se trouvent dans des espaces où bovins, ovins et caprins sont peu présents. D'où certainement une des explications au bien peu de motivation de ces responsables d'usines à s'intéresser à une utilisation en frais de ces coproduits. Pour les usines prévues en limite de zones d'élevage, la forme surpressée devra être réfléchie.

> > >

QUID DE LA CONCURRENCE ÉLEVAGES DE RUMINANTS /ÉLEVAGES DE MONOGASTRIQUES ET CULTURES ?

Le prix des céréales/maïs/oléagineux est en quelque sorte indexé sur le prix à la hausse du pétrole. Pas celui de l'herbe pourrait-on penser.

Les ruminants qui n'utilisent que pour partie seulement les aliments issus des céréales ou oléagineux, seraient ainsi moins touchés que les monogastriques par les hausses de prix entraînées par le développement des agrocarburants.

Leur compétitivité prix s'en trouverait renforcée.

C'est vrai si l'on ne considère que l'aliment acheté ou les céréales auto consommées qui ne représentent que 30 à 40% des coûts de production contre 70 % en porc et en volaille. Mais il est une autre concurrence plus dangereuse encore pour l'avenir de l'élevage bovin et ovin dans les zones laboura-

bles et pour toutes les surfaces situées dans les exploitations de type polyculture-élevage, c'est le risque de conversion des systèmes de production vers les cultures de vente. Il ne s'agirait pas de drames économiques individuels puisqu'il s'agirait d'une opportunité offerte aux producteurs, mais d'un risque pour la filière doublé de risques écologiques !

La filière éthanol aux États-unis : jusqu'où ?

Un développement grâce à un soutien politique important

Après les attentats de septembre 2001, la guerre en Irak, les conflits au Moyen-Orient... le gouvernement des USA a voulu développer une plus grande autonomie énergétique et réduire la part de pétrole importé. Les USA qui ont de grosses réserves de charbon et de gaz naturel sont en effet dépendants du pétrole importé pour plus de 60% du carburant consommé dans les transports.

Le choix a alors été fait dans ce pays de développer une production d'éthanol à partir de maïs. En 2006, elle représentait 90% des agrocarburants, mais assurait moins de 3% de la consommation de carburant aux USA. Cette production a mobilisé cette année là plus de 6 millions d'hectares de maïs, surface qui devrait doubler d'ici 2010 pour correspondre alors à un tiers des surfaces en maïs et à 7% des terres laboureables. Ce doublement de la production semble acquis avec les projets d'usines déposés à l'automne 2007.

La loi sur l'énergie (août 2005) fixe des objectifs d'incorporation d'éthanol en 2012 correspondant au double de la production de 2005 et accorde une aide de 0,14 \$ US par litre d'éthanol mélangé à l'essence. Certains Etats ont rendu obligatoire une incorporation de 10% d'éthanol et peuvent apporter une aide supplémentaire. L'Etat fédéral a demandé parallèlement l'interdiction du MTBE (un additif minéral oxygénant pouvant entraîner une pollution des eaux) et son remplacement par l'éthanol. Cette recommandation qui a été immédiatement suivie par 25 Etats, a entraîné une explosion de la demande d'éthanol.

Le rapport de prix entre l'éthanol renchéri par ce nouveau marché et le maïs à bas prix en 2005 a été particulièrement attractif et a séduit des investisseurs. En 2005 en effet, avec un maïs à 90\$ US par tonne et l'éthanol à 1,2 \$ US par litre, la marge brute était de près d'1\$ US par litre. Le retour sur investissement pouvait être de 100% sur 12 ou 18 mois. Dans ce contexte le nombre d'usines et de projets s'est accru considérablement jusqu'en 2007 où les rapports de prix sont devenus moins attractifs.

Une concentration des usines dans les régions à maïs

Les usines d'éthanol sont majoritairement apparues dans le *Corn Belt*. La proximité de la matière première, le maïs, a été privilégiée par rapport à la valorisation des coproduits et aux problèmes de transport de l'éthanol. Pour la deuxième vague de projets, ce tropisme vers les régions à maïs reste prédominant, même si une certaine diversification doit être signalée.

Ainsi, l'on voit davantage de projets d'usines à proximité des gros *feed-lots* de l'ouest du Kansas et du nord du Texas, zones semi-arides permettant un engraissement de bovins avec peu d'investissements, peu ou pas de contraintes environnementales et un meilleur contexte sanitaire que dans le *Corn Belt*. Ces *feed-lots* étaient auparavant approvisionnés par voie ferrée en maïs et coproduits en provenance du *Corn Belt*.

Ce développement de la filière éthanol concentré sur quelques Etats du *Corn Belt* pose de nombreux problèmes :

- de disponibilité en maïs tout d'abord. Ainsi, pour l'Etat de l'Iowa, l'approvisionnement des usines déjà en fonctionnement et de celles en projet en 2007 nécessiterait, si tous les projets se réalisaient, 140%

> > >

QUEL ENJEU SUR L'EMPLOI ET LE DÉVELOPPEMENT RURAL ?

Une usine d'éthanol de 100 millions de gallons représente 40 à 50 emplois directs et beaucoup plus d'emplois indirects (5 à 10 fois plus), par conséquent, c'est un argument fort pour les élus des communes rurales et des comtés sans industrie locale.

A l'opposé, l'implantation de ces usines représente de nouvelles nuisances pour l'environnement :

- une noria de camions pour livrer le

maïs et transporter les drêches, l'éthanol ...

- une forte consommation d'eau, dont une grande partie devra être assainie avant rejet (4 à 5 litres d'eau par litre d'éthanol produit),
- des nuisances olfactives liées à la fermentation ...

Parallèlement, la transformation du maïs en éthanol, en concurrençant

directement la production de porcs ou de volailles de la région, pourrait se traduire par une réduction des emplois agricoles et agro-alimentaire nettement supérieure aux emplois créés par la filière éthanol. Cela vaut notamment pour l'Iowa, premier producteur de maïs et d'éthanol, mais aussi premier producteur de porcs avec abattage et conditionnement sur place.

de la production totale de maïs d'une année moyenne. Cet Etat, qui à lui seul produit autant de maïs que l'UE, devrait donc passer au statut d'importateur net dès la fin 2008 !

- de logistique : les drêches de distillerie sèches ne peuvent pas être acheminées en wagon vers le Texas car le produit se prend en masse après 2 à 3 jours de voyage... De même, l'éthanol ne peut pas utiliser les mêmes pipelines ou wagons-citernes que l'essence, car il est plus corrosif.

- de variabilité des coproduits selon les processus utilisés :

- si le maïs est broyé entier : le coproduit concentre alors tous les composants du maïs après hydrolyse et fermentation de l'amidon. Il est donc très riche en phosphore et lipides et moyennement riche en protéines et en cellulose,

- dans le cas d'une séparation des enveloppes (riches en cellulose), du germe (riche en lipides) et de l'amande (contenant essentiellement de l'amidon et un peu de gluten), on obtient des coproduits beaucoup plus typés et plus constants quant à leur valeur nutritive. Le résidu après fermentation de l'amande s'appelle le « corn gluten feed » (40% MAT) qui est déjà bien connu en Europe.

Dans les deux cas, on dispose à la fois de drêches plus ou moins cellulosiques et d'une mélasse à 30% de MS qui est généralement réincorporée à un taux assez variable aux drêches (car difficile à sécher seule). Enfin, pour contrôler la fermentation, puis pour désinfecter les cuves après fermentation, on utilise de l'acide sulfurique qui va se retrouver sous forme de soufre dans les coproduits à un taux très élevé pouvant présenter des risques de toxicité pour les bovins.

En fait, dans la très grande majorité des usines construites depuis 2005, le maïs est broyé, produisant des drêches à 20-24% de MAT, 18-20% de cellulose, 8-10% de lipides et environ 10 g de phosphore et de soufre par kg de matière sèche. C'est donc ce coproduit qui sera disponible en grande quantité, mais sans réelles garanties de composition, voire avec des composants en excès, non sans risque en cas de distribution libérale aux bovins. Les taux d'incorporation recommandés dans les rations sont de 40% pour les bovins à l'engrais, 20% pour les vaches laitières et 10% seulement pour les porcs et volailles.

Ces drêches peuvent aussi être transportées et utilisées sous forme humide (30% de MS) dans un rayon de 30 à 50 km. C'est de loin la formule la plus intéressante car on évite le séchage, et l'efficacité alimentaire de la forme humide pour les bovins est équivalente à celle du maïs grain pour un prix nettement plus faible.

Ces drêches peuvent aussi être séchées après réincorporation de la mélasse. Cette opération peut entraîner une cuisson excessive des protéines qui rendent le produit indigeste et lui donnent une couleur plus sombre, voire brune. Inversement, une couleur « jaune or » sera un signe de chauffage modéré et de protéines de bonne qualité. Cette présentation est coûteuse mais permet une distribution plus éloignée des zones de production.

Les terres agricoles, un facteur limitant

Bien qu'elle ne représente qu'une petite part du marché des carburants aux USA, la production d'éthanol a déjà un gros impact sur l'utilisation des surfaces. D'après l'USDA, la part de la production de maïs transformée en éthanol passerait de 14% en 2005 à 30-33% en 2016. Cet accroissement se fera aux dépens de l'alimentation animale (-15%) et des exportations (-3 à -5%). Tout cela sans rupture majeure selon ces prévisions. En fait, l'envolée des prix au cours de l'année 2007 a montré que les évolutions pouvaient être beaucoup plus rapides.

La plupart des prévisions s'accordent sur le fait que l'accroissement des surfaces en maïs se fera principalement aux dépens du soja et dans une moindre mesure, du coton et du blé. Les surfaces labourables des Etats-Unis sont d'environ 180 M ha (soit le double de l'UE à 25), avec 3 cultures dominantes : le maïs, le soja et le blé, chacune de l'ordre de 30 millions d'ha (un peu plus pour le maïs). Maïs et soja sont cultivés traditionnellement en rotation bisannuelle. La forte demande en maïs supplémentaire pour l'éthanol qui a tiré les prix à la hausse dès l'automne 2006 s'est traduite par un semis record en maïs au printemps 2007, soit +16% ou 5,5 M ha supplémentaires par rapport à la moyenne 2000 – 2006. Cela a été pris principalement sur les surfaces consacrées au soja, entraînant une forte remontée des cours de ce produit.

Pour faire tourner les usines programmées d'ici 2010 il faudrait, selon les prévisions US, 10 millions d'hectares

> > >

de maïs en plus, ce qui veut dire davantage de monoculture du maïs, donc d'engrais, de pesticides et d'eau. Il faudra en effet davantage d'irrigation pour pouvoir faire du maïs en dehors des sols profonds du *Corn Belt*. Si en Iowa le rendement moyen était de 100 quintaux en 2005 et sans doute davantage en 2007, pratiquement sans irrigation, c'est le fait de sols profonds, mais les surfaces concernées sont limitées.

Les conséquences sur l'élevage

C'est le secteur de l'engraissement bovin qui est le plus gros consommateur de maïs grain. Traditionnellement localisé dans le *Corn Belt* avec des unités d'engraissement de quelques centaines voire quelques milliers de têtes en complément de la culture du maïs et du soja, cette activité s'était délocalisée dans les années 1980 vers les grandes plaines nettement plus sèches (300 mm de pluie), permettant l'engraissement en plein air avec peu d'aménagement et peu ou pas de contraintes de stockage de déjection. D'où des unités de plusieurs milliers ou dizaines de milliers de têtes dont l'essentiel de l'alimentation est acheminé par train ou camion. C'est aussi dans cette nouvelle zone de finition que se sont installés les plus grands abattoirs (Nord du Texas, Kansas, Colorado, Nebraska).

Avec la transformation du maïs en éthanol sur les lieux de production, ces nouveaux *feed-lots* réalisent qu'ils sont pénalisés pour l'accès au maïs et par son prix, situation en fait non compensée par un accès facile et bon marché à des coproduits. De là à envisager une relocalisation des *feed-lots* à proximité des usines, il n'y a qu'un pas que certains franchissent mais que les nouvelles contraintes environnementales rendent plus coûteuses.

Pour la production laitière, bien que forte consommatrice de concentré à base de maïs, l'impact du boom éthanol semble plus limité. Il est également brouillé par la hausse simultanée des prix des produits laitiers entraînant celle du prix du lait aux producteurs. Mais les principales zones laitières sont moins dépendantes du *Corn Belt* pour l'alimentation des troupeaux. Dans les régions des lacs et le Nord-Est, les exploitations sont plus ou moins autonomes en fourrages et en céréales. En Californie, elles valorisent de nombreux coproduits en complément d'une production de luzerne. En revanche, les très grandes unités laitières qui se sont développées dans les États de l'Ouest plus arides pourraient être davantage fragilisées par cette forte demande du maïs pour les agrocarburants.

La filière éthanol au Brésil : un cas unique

Alors qu'il était dépendant du pétrole importé tout autant que l'Europe lors du premier choc pétrolier, le Brésil est devenu autosuffisant, l'éthanol représentant 40% du carburant consommé en 2006. Comment le Brésil a-t-il réussi cet exploit ? Et pourquoi, malgré la découverte de nouveaux gisements de pétrole en Amazonie, ce pays continue-t-il à soutenir le développement des agrocarburants ?

Un soutien public ancien

Motivé par l'augmentation considérable de la facture pétrolière (multipliée par 3,5 entre 1973 et 1974), le programme «Pro Alcool» a été mis en place dès 1975, mais a dû être aménagé en fonction d'un contexte économique mondial très changeant :

- au cours de la 1^{ère} décennie 1975-1985, les cours du pétrole sont restés élevés, alors que les cours du sucre étaient déprimés. Le Brésil étant le premier producteur et exportateur mondial de sucre avait alors tout intérêt à développer une filière de transformation nationale de la canne à sucre en éthanol lui assurant à la fois une moindre dépendance du marché mondial (du sucre et du pétrole) et un développement de son industrie d'agrocarburants. Durant cette première période, le gouvernement a soutenu le développement d'un parc automobile fonctionnant entièrement à l'éthanol, à la fois par des prêts attractifs aux particuliers pour ce type de véhicule et par l'aide à l'équipement de stations distributrices d'éthanol pur ;

- à partir de 1986, le contexte mondial s'est inversé : forte baisse des cours du pétrole et remontée des cours du sucre. Parallèlement, de nouveaux gisements de pétrole ont été découverts en Amazonie. Le Brésil n'a pas laissé tomber sa filière éthanol. Il a adapté sa stratégie en défiscalisant l'éthanol carburant et en imposant un taux d'incorporation minimum (de 22 à 30%, seuil rediscuté chaque année). Ce qui a parfois entraîné des difficultés d'approvisionnement pour les véhicules fonctionnant à l'éthanol pur ;

- depuis 2004, le Brésil encourage le développement des véhicules flex-fuel pouvant fonctionner aussi bien avec de l'essence ou de l'éthanol ou avec un mélange des deux, subventionnant l'achat de ce type de véhicule. Ainsi, au printemps 2006, les modèles flex-fuel représentaient 75% des ventes et devrait atteindre 6 millions de voitures en 2010 soit 30% du parc automobile. Sachant que le reste du parc utilise aussi un

> > >

carburant avec 20% d'éthanol, le marché intérieur de l'éthanol carburant semble bien stabilisé.

L'alcool de canne : une forte productivité et de faibles coûts de production

Les rendements de la canne à sucre qui sont de l'ordre de 80 à 90 tonnes par ha, sont le plus élevés au Sud, dans la région de Sao Paulo.

Le rendement en alcool s'est également amélioré. Ainsi, la production d'éthanol est de 6 000 litres par hectare. L'utilisation de la bagasse (résidu cellulosique) comme source d'énergie pour la fabrication de l'éthanol et d'électricité supplémentaire permet de réduire les coûts de transformation. Par ailleurs, la canne étant une culture pérenne en place pour 5 à 10 ans, les frais de culture sont réduits (frais de récolte encore manuelle le plus souvent à très faible niveau de salaire). Ainsi, le coût de production du litre d'éthanol de canne au Brésil était de l'ordre de 0,15 \$ US, contre 0,3 à 0,4 € pour l'éthanol de maïs américain et 0,6 € pour celui réalisé à partir du blé européen.

En 2006, les surfaces en canne à sucre destinées à la production d'éthanol au Brésil étaient de 5,6 millions d'ha, soit moins de 10% des terres labourables. Avec un cours du pétrole entre 60 et 100 \$ US, la production d'éthanol va rester très attractive et de nouvelles surfaces seront plantées. Parallèlement, le développement de la filière biodiesel devrait rester plus limité. La production d'huile de soja reste inférieure à une TEP/ha et sera plutôt le coproduit du tourteau si la trituration nationale se développe. L'huile de palme reste encore peu importante, mais les nouvelles plantations se développent rapidement, en particulier en Amazonie, car son rendement par ha est élevé, 6 tonnes d'éthanol/ha, soit 4,2 TEP/ha.

Les limites environnementales

Le développement de la culture de la canne se traduit par différents types de problèmes :

- c'est une mono culture intensive nécessitant d'autant plus d'engrais et de pesticides que la culture va s'étendre. Cependant, la consommation en intrants reste très faible par tonne d'alcool produite et par comparaison à l'éthanol produit avec le maïs ou la betterave.
- lors de la récolte, le brûlage des feuilles de canne forme d'épais nuages de fumée, avec des teneurs éle-

vées en gaz carbonique, en méthane et en protoxyde d'azote dont le bilan sur les GES mériterait d'être précisé.

- lors de la fabrication d'alcool, il faut une grande quantité d'eau (12 l par litre d'éthanol) qui devrait être traitée avant rejet. De même, le rejet direct des vinasses de distillerie est encore assez courant. Sans parler de la déforestation à laquelle contribue ce développement des agrocarburants qui reste un problème énorme en terme d'émission de gaz à effet de serre.

Produire "mieux et plus" est difficile, même au Brésil

Le développement des agrocarburants entraînera une plus forte concurrence sur les cultures vivrières et un renchérissement du coût de l'alimentation... alors que le gouvernement essaie de développer un programme d'aide alimentaire aux plus démunis. Certes, le Brésil a encore des terres en réserve mais il sera amené rapidement à arbitrer entre production énergétique, bassins alimentaires et préservation de l'environnement, y compris l'arrêt de la déforestation.

La volonté politique exprimée fortement dans ce pays, d'être exportateur pour l'ensemble des grandes productions agricoles (céréales, soja, éthanol, lait et viande) s'appuie sur de réelles capacités à produire. Elles sont liées à la disponibilité de surfaces, souvent à bon potentiel pédo-climatiques, mais aussi à un faible coût du travail, ce qui explique largement la forte compétitivité des prix.

Les discours des experts et des responsables politiques de ce pays concordent sur l'analyse de potentiels énormes, tant en matière de production alimentaire qu'énergétique. Est-ce si exact ? Les résultats du recensement du cheptel dans ce pays en cette fin 2007 en feraient presque douter. Le cheptel bovin brésilien est certes colossal, 170 millions de têtes, en progression sur le recensement précédent (153 millions en 1996) ce qui confirme une vocation incontestable de ce pays à jouer un rôle déterminant sur le marché mondial, mais c'est un cheptel bien inférieur aux estimations qu'en faisaient jusqu'à présent les services compétents du Ministère de l'Agriculture (205 millions). En clair, même dans ce pays, le développement des cultures énergétiques constitue sans doute un frein au développement de l'élevage bovin.



Conclusion

Pour l'élevage, une dépendance croissante au prix du pétrole !

Un intérêt à confirmer

Trois arguments majeurs sont généralement mis en avant pour justifier les soutiens publics au développement des agrocarburants et l'intérêt que pourrait porter la société à cette nouvelle filière :

- une moindre dépendance au pétrole dont les stocks sont limités, les prix en hausse et incontrôlables, les pays les plus gros producteurs étant aussi des Etats politiquement peu stables ;
- la lutte contre le changement climatique, la combustion d'énergie fossile se traduisant par un déstockage de carbone vieux de millions d'années et une libération de CO₂ dans l'atmosphère accentuant ainsi l'effet de serre. Inversement les agrocarburants, en captant le CO₂ grâce à la photosynthèse des plantes, devraient avoir une balance carbone favorable ;
- à ces deux arguments s'ajoute un troisième relatif au revenu agricole et au développement rural. La diversification des débouchés et la valorisation de ces ressources locales devraient se traduire par des prix des céréales et oléagineux mieux soutenus et par la création de nouveaux emplois.

En fait la réalité est bien complexe et le poids des trois arguments est très variable selon les pays et les orientations des systèmes de production.

La promotion des agrocarburants suppose de disposer de vastes territoires agricoles. C'est le cas des Etats-Unis et surtout du Brésil. La marge de manœuvre de l'Europe et même de la France est beaucoup plus étroite.

Il reste difficile d'apprécier le gain net en tonnes de pétrole économisé. Quoiqu'il en soit, il n'est pas très important pour les agrocarburants de première génération, les seuls produits à ce jour. En particulier quand ces produits sont issus des cultures de colza et de blé, qui nécessitent des engrais, des pesticides, du matériel et du carburant pour leur production, leur transport

puis leur transformation en biodiesel ou éthanol. Un hectare de colza à 35 quintaux qui produit 1,3 TEP nécessiterait environ 0,6 TEB pour la production et la transformation, soit un gain net de 0,7 TEP par hectare. Avec la canne à sucre comme au Brésil, le bilan est différent. Un hectare permet de produire 3 à 4 TEP avec relativement peu d'intrants.

Le bilan des gaz à effet de serre (GES) est encore plus complexe. Au-delà du bilan carbone ou CO₂ de la plante (stockage/combustion), il faut considérer le protoxyde d'azote associé à la fabrication des engrais azotés utilisés pour la culture. Bien que produit en faible quantité (quelques kg/ha) ce composé azote a un pouvoir GES environ 300 fois supérieur au CO₂. Il peut ainsi déséquilibrer très rapidement la balance.

Des impacts déjà mesurables sur l'élevage

Ce qui est mesurable en revanche, c'est l'impact du développement de cette filière dans certains pays sur le marché des céréales et autres ingrédients entrants dans le coût de l'alimentation des animaux. Aux Etats-Unis, le décollage de la production d'éthanol a été amplifié par une loi cadre sur l'énergie en 2005 qui fixe à la fois une obligation d'incorporation et une prime/détaxe à l'éthanol mélangé à l'essence. Par ailleurs en protégeant le marché intérieur par des droits de douanes, le prix du marché de l'éthanol a pu être mieux soutenu.

Cette demande supplémentaire de maïs pour une production rentable a tiré le prix du maïs et entraîné dans la foulée une tension sur les prix de l'ensemble des céréales et du soja aux Etats-Unis et dans le monde. Certes en 2007, d'autres facteurs, notamment climatiques, ont aussi contribué à cette flambée des cours mondiaux (sécheresse en Australie et dans le Sud-Est de l'Europe). Mais toutes les prévisions américaines et internationales avaient annoncé une hausse durable des matières premières agricoles du

> > >

Structure du coût de production en productions animales Impact direct ou indirect du prix du pétrole

Figure 15

En % du coût de production	Lait de vaches	Naisseurs broutards	Naisseurs-engraisseurs	Ovins	Caprins
Poste traditionnellement lié au coût de l'énergie					
Carburant/énergie	5	6	5	6	4
Engrais/amendement	5	6	6	4	3
Phytsanitaire	2	2	2	1	1
Poste nouvellement lié au prix de l'énergie					
Aliments achetés	13	13	14	28	32
Impact "coût de l'énergie"	doublé	doublé	doublé	x2,5	x4

Source : Institut de l'Élevage

fait de la forte demande des pays émergents et du développement des agrocarburants dans un contexte de demande alimentaire mondiale déjà très tendu (OCDE – FAO, USDA FAPRI...). Personne n'avait en revanche prévu l'ampleur de la hausse de l'automne 2007.

Le principal enseignement de cette flambée des cours porte sur la forte interdépendance entre les cours des principales matières premières et la rapidité de «l'effet Domino». La hausse des prix du maïs sur le marché américain et mondial a entraîné celui du blé puis du soja et de l'huile de palme. Toutes ces matières premières qui peuvent faire et font déjà des agrocarburants, sont plus que jamais indexées sur le cours du pétrole : paradoxe et effet boomerang ! L'analyse des coûts de production pour l'ensemble des produits issus des ruminants : lait et viande bovine, ovine et caprine, nous montre que selon les productions et les systèmes, c'est entre le tiers et la moitié du coût de production qui correspond à des charges alimentaires de type céréales, soja, maïs (aliments achetés ou produits sur l'exploitation) ou à des charges directement liées à des produits dérivés du pétrole, dont tout permet de craindre la tendance haussière au cours

des prochaines décennies. Si l'on en reste à la notion de prix d'achat réel et non à une notion de "prix d'opportunité" pour la partie alimentation produite sur l'exploitation, il n'en reste pas moins que « l'indexation » de fait, des aliments du bétail achetés, sur le coût de l'énergie, aura pour effet de multiplier par deux, voire plus le poids de hausse du coût de l'énergie dans l'évolution du coût de production global.

Plus on produira d'agrocarburants de première génération, plus cette nouvelle forme de dépendance sera forte, car à l'exception du Brésil peut-être, aucun pays ne pourra fabriquer une part suffisante d'agrocarburants pour assurer son autonomie et s'abstraire des cours du pétrole.

Alors que les agrocarburants devaient rendre moins dépendants du pétrole, c'est l'inverse qui se produit : c'est le cours du pétrole qui influence fortement le prix des principales matières premières agricoles sur le marché mondial, et par conséquent celui de l'alimentation humaine et celui du coût de production des viandes et du lait !

■ ■ ■

Principaux documents et références

ADEME / ECOBILAN, 2006. DOHY M., POITRAT E. *Bilan énergétique et émissions de GES des carburants et biocarburants conventionnels. Convergences et divergences entre les principales études reconnues (citées)*. 18 p.

AFTAA, 2007. Journée d'information du 21 mars 2007. *Les coproduits des biocarburants*.

AGRESTE, 2006. *Quelles surfaces pour les carburants verts ?*

Ambassade de France aux USA – Mission Economique 2006, fiches de synthèses

- Les soutiens publics aux biocarburants – bioproduits, octobre 2006

- Bilans énergétiques et carbone des biocarburants aux Etats-Unis, juillet 2006

- Biodiesel leadership européen, rattrapage américain, juillet 2006

- Les Etats-Unis dans le marché mondial de l'éthanol, juillet 2006

- La filière éthanol aux Etats-Unis, juin 2006

COMMISSION EUROPEENNE, 2007. *The impact of a minimum 10% obligation for biofuel use in the EU-27 in 2020 on agricultural markets*. Commission européenne, Direction générale de l'agriculture et du développement rural. 10 p.

DEMETER, 2008. Dossier. *L'avenir à moyen terme des biocarburants. Enjeux politiques, économiques, environnementaux et technologiques*. p. 97-302.

DGEMP, 2006. *Les enjeux des biocarburants en France*. Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie, 2006. Dossier en ligne : <http://www.industrie.gouv.fr>.

GRENNELLE DE L'ENVIRONNEMENT, 2007. *Rapport du groupe de travail n°4. « Vers des modes de production et de consommation durables*. Ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables. pp.104-107.

IFP

- HIS S., 2006. *Les nouvelles filières biocarburants*., panorama 2007. 6 p.

- PRIEUR-VERNAT A., HIS S. BOUVART F., 2006. *Biocarburants : quels bilans sur l'environnement ?*, panorama 2007. 7 p.

- PRIEUR-VERNAT A., HIS S., 2006. *Les biocarburants en Europe*., panorama 2007. 7 p.

- PRIEUR-VERNAT A., HIS S., 2006. *Les biocarburants dans le monde*., panorama 2007. 6 p.

INRA, 2007

- JACQUET F. et al., *Les enjeux du développement des biocarburants dans l'Union européenne*. INRA SAE2 ; Journée du département SAE2 : *Evolution de la Politique Agricole Commune*, Paris, 14 juin 2007.

- GOHIN A. *Impact des biocarburants sur l'agriculture européenne*. INRA SAE2 ; Journée du département SAE2 : *Evolution de la Politique Agricole Commune*, Paris, 14 juin 2007.

- GUYOMARD H., LE MOUËL C., JEZ C., FORSLUND A., FOURNEL E., 2007. *Prospective « Agriculture 2013 »*.

- Résultats et enseignements principaux par scénario*., 16 p.

- SOURIE J.-C., TREGUER D., ROZAKIS S., 2005.

- L'ambivalence des filières biocarburants*. INRA Sciences sociales, Recherches en économie et sociologie rurales, n°2. 8 p.

OCDE.

- DOORNBOSCH R, STEENBLIK R.2007. *Biofuels : is the cure worse than the disease ?* Round table on sustainable development, 57 p.

- OECD / FAO, 2006. *OECD-FAO Agricultural Outlook 2007-2016*. 46 p.

ONIGC, 2007. *Biocarburants 2010 : quelles utilisations des terres en France*. octobre 2007. 4 p.

USDA – ERS, 2007. *Ethanol : fueling adjustments beyond the corn sector*. 42 p.

REVUES.

Réussir Lait Elevage

- BIGNON E., CONTE A., 2007. *Quel sera l'impact des coproduits de biocarburants ?* novembre 2007, n°208. pp.28-55.

- BIGNON, E., 2007. *Les co-produits des biocarburants vont remplacer le soja*. juin 2007, n° 204. pp. 58-59.

- BIGNON E., 2007. *Les co-produits des biocarburants sont une vraie opportunité*. mai 2007, n°203. p.12.

Courrier International, 2007

- *Biocarburants l'arnaque*. Courrier international n°864, pp. 10-15.

Le Monde, 2007

- DUPONT G., 2007. *La bataille des biocarburants*. 15/05/2007.

- FOUCART S., 2007. *L'essor des agrocarburants pourrait aggraver le réchauffement climatique*. 25/09/2007, p. 8.

UFC Que Choisir

- *Biocarburants, Présentation générale*. Dossier Que choisir en ligne, 10/01/2007. 3 p.

- *Biocarburants, Analyse détaillée*. Dossier Que choisir en ligne, 10/01/2007. 18 p.

Rédaction : Département Économie (GEB)

Le GEB (Groupe Économie du Bétail), Département Économie de l'Institut de l'Élevage, bénéficie du financement du Ministère de l'Agriculture et sur contrats, du Fonds de l'Élevage, de l'Interprofession lait et viande, et de l'Office de l'Élevage

> Équipe de rédaction : G. Barbin - P. Bernoux - P. Chotteau - J.C. Guesdon - C. Monniot - A. Mottet - C. Perrot - M. Richard - G. You

> Mise en page : L. Assmann > Email : leila.assmann@inst-elevage.asso.fr > Directeur de la publication : M. Marguet
Document publié en collaboration avec les services de la Confédération Nationale de l'Élevage par l'Institut de l'Élevage

> 149, rue de Bercy - 75595 PARIS CEDEX 12 > Tél. : 01 40 04 52 62 > <http://www.inst-elevage.asso.fr>

> CCP 3811-79 Paris > Imprimé à Lefevre Graphic Sarl, 8 rue du Général Sarraill 55100 Verdun > N° ISSN 1273-8638

> Abonnement : 150 € TTC par an & Vente au numéro : 25 € : A. Cano > Email : technipel@inst-elevage.asso.fr > Tél. : 01 40 04 51 71