



N° 2 - DECEMBRE 2005
20ème année
ISSN 0988-3266

RECHERCHES EN ECONOMIE ET SOCIOLOGIE RURALES

L'AMBIVALENCE DES FILIÈRES BIOCARBURANTS

D'une situation de faible importance dans la sole agricole française (324 000 hectares en 2004 dont 300 000 hectares de colza), les cultures énergétiques devraient connaître un rapide accroissement de leur surface afin de permettre d'atteindre un niveau d'incorporation de 5,75% de biocarburants dans les carburants fossiles à l'horizon 2010 (valeur recommandée par la Directive 2003/30/CE, dite "promotion des biocarburants"). Le gouvernement français a d'ailleurs récemment augmenté les autorisations de production. Dans le contexte actuel où le prix du pétrole côtoie les 70 \$ par baril et où la lutte contre le réchauffement climatique devient une priorité, les biocarburants sont présentés sous un angle très favorable. Cependant, compte tenu de leur rendement énergétique par hectare de terre dans l'ensemble très moyen et de leurs coûts élevés, on est amené à tempérer les analyses très optimistes qui les entourent. Présentés essentiellement comme des filières énergétiques, on oublie de souligner que les biocarburants sont également un moyen indirect de soutien de l'agro-industrie et de l'agriculture, sous la responsabilité de chaque pays.

Les principaux résultats résumés ici concernent la France. Ils sont obtenus en utilisant un modèle d'équilibre partiel et dynamique, OSCAR, mis au point par l'INRA (encadré 1). Les points forts de ce modèle consistent en une formalisation détaillée des offres agricoles, alimentaire et non alimentaire, compte tenu des évolutions de la PAC et des impacts des biocarburants sur les revenus ainsi que sur les emplois agricoles.

Les biocarburants, bref rappel

Un rapide panorama mondial des biocarburants fait clairement ressortir la prévalence d'un continent (l'Amérique) et d'un biocarburant (l'éthanol). Ce dernier est produit à partir de canne à sucre (Brésil) ou de maïs (Etats-Unis). L'huile de palme pourrait très rapidement faire irruption sur le marché des biocarburants.

Le paysage européen marque une différence dans ses choix de biocarburants et de cultures énergétiques. Ces divergences tiennent à des raisons d'ordre agronomique et économique pour le choix de cultures énergétiques idoines ainsi qu'à la composition du parc automobile et des structures de raffinage pour le choix des biocarburants.

Ainsi, en France, l'objectif originel des biocarburants était de pallier les inconvénients du gel de terres (jachère PAC) décidé en 1993 pour maîtriser l'offre alimentaire. L'ester de colza a été privilégié car il permettait de cultiver le maximum de surface en jachère pour un montant de soutien public donné en raison d'une faible production par hectare (tableau 1). Plus récemment, les politiques de lutte contre l'effet de serre ont apporté un éclair-

rage nouveau sur les biocarburants : ils constituent désormais une pièce centrale du dispositif de diminution des émissions de CO₂ dans les transports.

Tableau 1 - Les biocarburants, quelques aspects techniques

Cultures	Betterave	Blé	Colza
Rendement 2005 en t/ha	79,4	8,1	3,3
Evolutions des rendements en t/ha/an	0,98	0,12	0,02
Biocarburants primaires	Ethanol	Ethanol	Huile
Rendement 2005 hl/ha	79	28	15
densité *	0,79	0,79	0,91
Biocarburants secondaires	ETBE	ETBE	Ester
Rendement 2005 hl/ha	180	64	15
densité	0,75	0,75	0,88
Carburants fossiles remplacés	Essence	Essence	Gazole
Litre d'énergie fossile remplacé par 1l de biocarburants **	0,83	0,83	0,92

* densité = masse d'un litre de biocarburants divisée par la masse d'un litre d'eau
** sur la base des rapports des pouvoirs calorifiques inférieurs (PCI)

Edité par le Département Sciences Sociales, Agriculture et Alimentation, Espace et Environnement de l'Institut National de la Recherche Agronomique.

Mission Publications : 65 Bd de Brandebourg - 94205 Ivry-sur-Seine Cedex - Tél. 01 49 59 69 00

Directeur de la publication : Hervé Guyomard – Rédaction : Didier Aubert (Rédacteur en chef), Suzanne Jumel.

Reproduction partielle autorisée avec mention de l'origine.

Deux grands types de biocarburants sont produits industriellement : l'ETBE¹ issu de l'éthanol de blé ou de betterave et l'EMHV (ou ester)², issu de l'huile de colza (tableau 1). Les biocarburants primaires, éthanol et huile, sont transformés pour obtenir des biocarburants secondaires qui soient compatibles avec les exigences de moteurs de plus en plus performants, l'ETBE est mélangé à l'essence ; l'EMHV est mélangé au gazole.

Le remplacement d'une partie du carburant fossile par de l'EMHV permet de relâcher légèrement la contrainte s'exerçant sur l'offre de gazole dont la croissance de la demande est la plus forte. L'incorporation d'EMHV améliore par ailleurs la qualité lubrifiante d'un gazole de plus en plus pauvre en soufre pour des raisons environnementales.

L'éthanol pourrait également être mélangé directement à l'essence, mais ce cas de figure reste largement minoritaire : il est pour l'instant écarté en France, pour des raisons techniques (instabilité du mélange essence-éthanol en cas de présence d'eau, volatilité accrue du mélange). Néanmoins, ces obstacles pourraient bien être surmontés rapidement compte tenu des connaissances techniques des motoristes français présents dans les grands pays producteurs d'éthanol et en envisageant un système de distribution spécifique du mélange essence-éthanol.

Les biocarburants sont un peu moins énergétiques³ que les produits pétroliers, surtout l'éthanol, d'où une légère sur-consommation des mélanges, responsable d'une légère décote économique des biocarburants par rapport aux carburants fossiles.

Le tableau 1 montre, pour 2005, la production de biocarburants primaire et secondaire par hectare à partir des trois cultures agricoles concernées. Le colza est la culture de loin la moins productive. Si la tendance à l'accroissement des rendements observée sur les dix dernières années se prolonge (ligne 2), la production par hectare va continuer à croître, mais de manière plus importante pour l'éthanol que pour l'ester de colza. C'est pourquoi l'importante production d'ester qui est retenue dans le programme biocarburants va être gourmande en terres agricoles. A titre d'information, la production d'huile de palme par hectare est 4 fois supérieure.

Des bilans énergétiques certes positifs, mais la contribution des biocarburants à l'indépendance énergétique est peu importante

La production de biocarburants requiert une consommation d'énergie fossile tout au long de la chaîne de production. Il est donc indispensable de vérifier si les biocarburants vont bien entraîner une économie d'énergie fossile lorsqu'ils vont remplacer les carburants fossiles. Les bilans énergétiques permettent de faire cette vérification. Si ces bilans sont supérieurs à 1, les gains d'énergie fossile l'emportent sur les dépenses. La réalisation de ces bilans présente toutefois une difficulté car, en même temps que ces biocarburants, des co-produits sont obtenus, utilisés soit en alimentation animale (drèche de blé, tourteau de colza), soit en industrie

chimique (glycérine). La production de biocarburants et de co-produits étant intimement liée au niveau des procédés industriels, il est impossible de connaître la quantité d'énergie fossile réelle consommée pour l'obtention des co-produits.

Dans les bilans présentés par l'ADEME-DIREM, la difficulté précédente est contournée en adoptant une méthode comptable (tableau 2, colonne 2). Elle consiste à affecter de manière forfaitaire une certaine quantité d'énergie fossile consommée par la filière aux co-produits, en fonction d'une clé de répartition. La clé retenue est le rapport entre les quantités de co-produits et de biocarburants. Cette énergie affectée aux co-produits vient en déduction de l'énergie affectée aux biocarburants, ce qui améliore d'autant le bilan énergétique de ces derniers. On pourrait bien entendu utiliser d'autres clés de répartition qui donneraient des bilans énergétiques différents.

Face à cette difficulté, la seule méthode satisfaisante est une approche systémique consistant à affecter aux co-produits l'énergie fossile nécessaire pour produire les biens que ces co-produits vont remplacer (par exemple le tourteau de colza provenant de la filière ester va remplacer du tourteau de soja importé pour alimenter des animaux). Cette méthode, contrairement à la précédente, va bien mesurer l'effet réel de l'insertion d'une filière énergétique dans le tissu économique sur la consommation d'énergie fossile. C'est la méthode préconisée par Shapouri dès 1995 et qui est retenue dans l'étude récente menée conjointement par EUCAR, CONCAWE et JRC dans le cadre de l'Union européenne (tableau 2, colonne 3). Les rendements énergétiques sont nettement moins bons avec cette hypothèse? notamment pour l'éthanol.

Compte tenu des besoins en biocarburants prévus en 2010, (soit 9,3 millions d'hl d'éthanol et 27,5 millions d'hl d'ester) et sur la base des rendements énergétiques du tableau 2, la contribution nette des biocarburants aux économies de pétrole est comprise entre 1,5 Mtep (valeur de substitution pour les co-produits) et 2,0 Mtep (prorata massique pour les co-produits). La filière ester a certes un bon rendement énergétique par volume de biocarburants, mais ce bilan devient très modeste par hectare de terre. Finalement, au total, la contribution des biocarburants aux économies de pétrole est faible sachant qu'en 2004, l'agriculture a consommé 2,9 Mtep d'énergie finale (toutes formes d'énergie confondues) et la France 92,8 Mtep de pétrole.

Tableau 2 - Bilans énergétiques

Rendements énergétiques selon les modalités de prise en compte des co -produits	de prise en compte des co -produits	
	Méthode comptable *	Méthode systémique **
Ethanol de blé	2,04	1,19 **
Ethanol de betterave	2,04	1,28 **
EMHV	2,99	2,5 ***

* = ADEME DIREM 2002

** = Weel to wheels report 2004, CONCAWE, EUCAR, JRC, Union européenne

*** = modifié par INRA

¹ Ethyl-Tertio-Butyl-Ether.

² Ester méthylique d'huile végétale ou encore, plus communément appelé ester de colza ou diester.

³ La mesure de leur contenu énergétique est donnée par le pouvoir calorifique inférieur (PCI) : quantité de chaleur dégagée par la combustion complète d'une unité de combustible, la vapeur d'eau étant supposée non condensée et la chaleur non récupérée.

Un risque de concurrence avec les productions alimentaires

Les objectifs de production de biocarburants étant désormais mieux précisés, il paraît intéressant d'en mesurer les conséquences sur les surfaces agricoles mobilisées. Le tableau 3 rapporte les besoins estimés en surfaces agricoles pour produire les quantités de cultures énergétiques correspondant à l'objectif (proposé par l'Union européenne) d'incorporation de 5,75% de biocarburants à l'horizon 2010. Traditionnellement cantonnées à la jachère (cause principale de leur mise en place), il est clair que les cultures énergétiques devront s'étendre au-delà de cette surface (la jachère représente actuellement environ 1,5 million d'ha, mais sa surface peut varier en fonction de décisions politiques) pour répondre à cet objectif. Dans cette optique, on pourrait voir apparaître une concurrence pour les surfaces entre cultures alimentaires et cultures non alimentaires.

Cette compétition, étudiée avec le modèle dynamique OSCAR de l'INRA (encadré 1), se manifeste essentiellement entre les colzas (à usages alimentaire et non alimentaire), en raison de contraintes inhérentes à la production agricole, et dans une moindre mesure entre colza et céréales. Cette compétition apparaît dès que la production d'ester atteint environ 8 millions d'hectolitres (graphique 1), assez rapidement donc dans la montée en puissance du programme de développement des biocarburants qui prévoit un besoin en ester de 27,57 millions d'hectolitres, et avant que la surface totale de jachère de 1,5 million d'ha ne soit atteinte (tableau 3 : la production de 13,15 millions d'hl d'ester nécessite une surface de 880 000 ha). Cette situation est liée au fait que, dans le modèle, une partie importante des surfaces en jachère n'est pas mobilisée pour la culture de colza non alimentaire pour les raisons suivantes : contrainte de 30% de colza au maximum dans les rotations (pratiques observées), 30% de la jachère est considérée comme inexploitable (terrains en pente, trop éloignés du corps de ferme, etc.) et 34% des producteurs sans expérience en matière de colza sont écartés de la production. En outre, l'aide additionnelle de 45 €/ha accordée aux surfaces passant

Tableau 3 - Estimation des besoins en terres agricoles pour disposer de 5,75% de biocarburants dans les carburants fossiles (essence, gazole)*

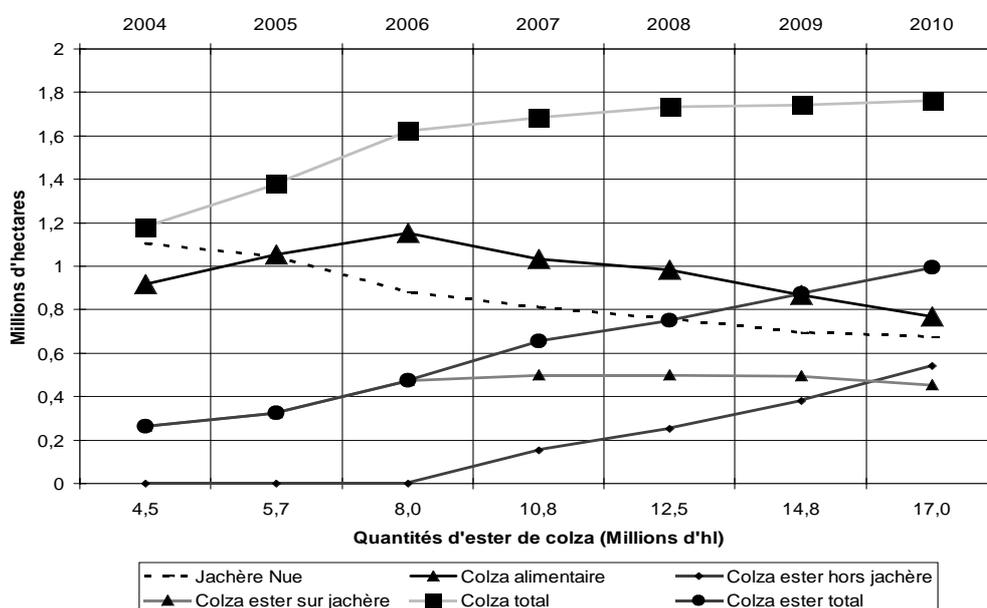
	2004	2007	2010
Besoins Ethanol (Mio hl)	2,68	5,95	9,27
Besoins Ester (Mio hl)	4,93	13,15	27,57
Besoins ha Blé+Bett. (10^3 ha)	60	145	225
Besoins ha Colza (10^3 ha)	330	880	1800

* Les surfaces en hectares ont été calculées par l'INRA en tenant compte de l'amélioration des rendements agricoles, sur la base de besoins en biocarburants calculés par l'UFIP.

des cultures alimentaires aux cultures énergétiques (dans la limite de 1,5 million d'ha au niveau européen) favorise aussi le remplacement du colza alimentaire par le colza énergétique : les assolements sont les mêmes, il s'agit d'une utilisation différente. Cette aide est justifiée par le fait que ces productions contribuent à la lutte contre l'effet de serre voire à la régulation des marchés céréaliers (l'exportation des céréales coûte en moyenne 5 €/t à l'UE). Le cadre de l'analyse de cette compétition est sans doute un peu rigide. On peut en particulier penser que la population de producteurs de colza est susceptible de s'accroître grâce à des actions de développement agricole. Même si elles sont légèrement plus rentables que les cultures alimentaires, les cultures énergétiques ne peuvent pas remplacer totalement ces dernières car elles sont contingentées en fonction des autorisations de production de biocarburants accordées par l'Etat.

Cette compétition pourrait entraîner une hausse des prix du colza alimentaire et énergétique. Dans le cas du maïs, aux Etats-Unis, Gallagher (2000 et 2003) a montré une possibilité de hausse du prix de cette denrée si l'éthanol remplace une grande partie d'un additif à l'essence d'origine fossile, le méthanol, suspecté de dommages environnementaux. Cette hausse du prix accroît le revenu des producteurs de maïs ; en revanche, elle pénalise, dans une moindre mesure toutefois, celui des éleveurs, consommateurs de maïs. En Europe, au contraire, les éleveurs et les industries des aliments du bétail pourraient obtenir des retombées positives du développement de l'EMHV et de l'éthanol de blé en rai-

Graphique 1 - Compétition entre colzas alimentaire et non alimentaire



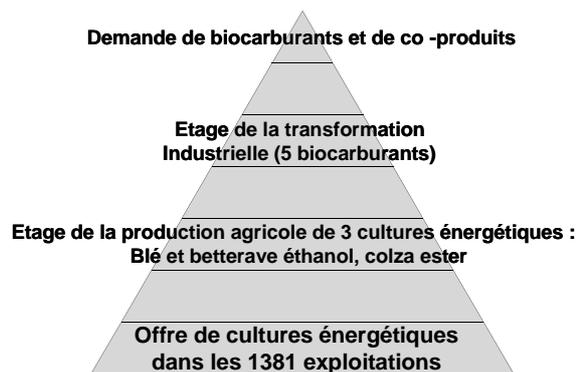
son d'une baisse des prix des tourteaux de colza et des drèches de blé. En contrepartie, cette baisse des prix des co-produits renchérirait très sensiblement l'EMHV et l'éthanol de blé puisque la valorisation des co-produits vient en déduction des coûts des biocarburants. Il conviendrait d'étudier pour l'Europe les effets d'une production mondiale ambitieuse de biocarburants sur les prix agricoles européens et sur les échanges de produits agricoles.

Des biocarburants non compétitifs pour un prix du pétrole à 65 dollars

Les coûts des biocarburants, reportés sur le graphique 2, sont calculés du champ au produit fini, en dépôts, avant distribution vers les détaillants. Ces coûts, estimés par litre, sont formés par les prix d'achat des matières premières (blé, colza, betteraves) et les coûts logistiques et industriels dont on soustrait les recettes des co-produits. Ils sont en outre établis dans un contexte de compétition entre cultures alimentaires et énergétiques : le colza ester est produit à la fois sur la jachère et sur la sole alimentaire. Cette compétition porte nécessairement les coûts d'achat des cultures énergétiques de blé et de colza au moins au niveau des prix à la production des cultures alimentaires, respectivement 88 et 198 €/t. En raison du régime particulier des quotas, le prix de la betterave, soit 20 €/t, est un prix calculé permettant à tout betteravier de produire de manière rentable de la betterave éthanol hors jachère (d'après les travaux réalisés par l'INRA sur la réforme de l'OCM sucre). D'après nos informations, ce prix théorique est proche du prix pratiqué. Ce scénario de prix des cultures énergétiques est plausible car les industriels souhaitent à terme éviter tout cloisonnement entre les marchés alimentaires et non alimentaires.

Les valorisations économiques des biocarburants sont données par la courbe en noir. Elles sont calculées à la sortie des dépôts des raffineries, en appliquant une déco-

Encadré 1 : Le modèle d'équilibre partiel "OSCAR"



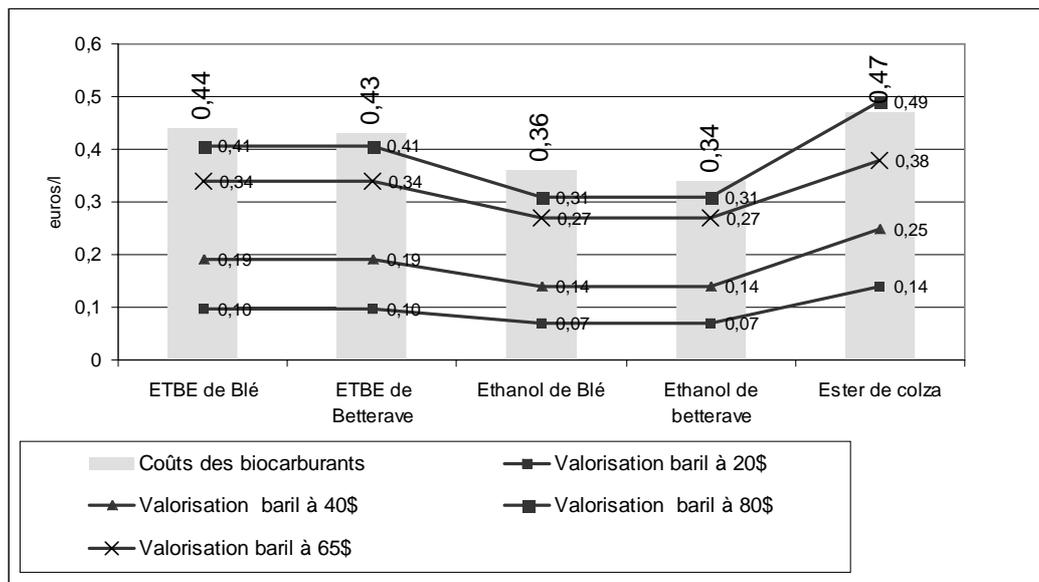
OSCAR est un modèle d'équilibre partiel qui vise à décrire le fonctionnement détaillé des filières de biocarburants françaises.

Pour une demande de biocarburants (et de co-produits) fixée, le modèle détermine l'offre de cultures énergétiques au sein de chacune des 1381 fermes-modèles (issues du RICA) et permet (entre autres) de déterminer le coût d'opportunité des cultures énergétiques et des biocarburants, en minimisant le coût total.

te aux prix des carburants pour tenir compte de la surconsommation des moteurs utilisant des biocarburants en mélange. La valorisation des biocarburants est donc inférieure aux prix des carburants fossiles, notamment celle de l'éthanol par rapport à l'essence (*cf.* taux de substitution du tableau 1).

La comparaison des coûts et des valorisations montre clairement que les biocarburants ne sont pas encore compétitifs sans soutien spécifique. L'ester, le principal biocarburant, deviendrait compétitif vis-à-vis du gazole si le prix du pétrole atteignait 75 à 80 \$/baril (1€ = 1,212 \$). Le

Graphique 2 - Coûts et valorisations des biocarburants en fonction du prix du pétrole



Hypothèses :

1 euro = 1,212 dollar
 Prix du colza départ ferme 198 €/t, Prix du blé départ ferme 88 €/t, Prix de la betterave départ ferme 20 €/t
 Taux de substitution, ETBE/Essence : 1,12 ; Ethanol/essence : 1,42 ; Ester/gazole : 1,08
 Valorisations des co-produits drèches 91 €/t, tourteaux colza 137 €/t, glycérine 300 €/t ;
 Unité d'éthanol de 3 000 hl/j ; Unité ester 200 000 tonnes/an

Tableau 4 - Un soutien économique important aux filières

	Exonérations minimales €/l prix du pétrole 65\$/baril	Exonérations de TIPP en cours €/l (2005)	Excédents d'exonération fiscale €/l
Ethanol Blé via utilisation ETBE	0,22	0,38	0,16
Ethanol Bett. via utilisation ETBE	0,20	0,38	0,18
Ethanol Blé utilisation directe	0,09	0,37	0,28
Ethanol Bett. utilisation directe	0,08	0,37	0,29
Ester Colza	0,09	0,33	0,24

renchérissement du pétrole favorise moins la compétitivité de l'éthanol et *a fortiori* celle de l'ETBE en raison de leur moins bon bilan énergétique.

Une surcompensation économique des filières par l'exonération partielle de TIPP

En plus des aides agricoles accordées dans le cadre de la PAC, les biocarburants bénéficient d'une exonération partielle de la TIPP (taxe intérieure sur les produits pétroliers) qui frappe les carburants fossiles. Cette exonération est de 0,33 €/l pour l'ester et de 0,37-0,38 €/l pour l'éthanol. Cette défiscalisation permet aux biocarburants d'être rentables quand les prix du pétrole oscillent entre 15 et 20 \$/baril. Aujourd'hui, un tel niveau d'exonération n'est plus nécessaire. Les exonérations minimales qu'il faudrait mettre en place, compte tenu du contexte pétrolier actuel et des hypothèses précédentes sur les prix des cultures énergétiques (c'est-à-dire des prix égaux à ceux des cultures alimentaires correspondantes), peuvent être estimées par l'écart entre les coûts des biocarburants et leurs valorisations tels qu'ils figurent sur le graphique 2. Pour un prix du pétrole à 65 \$, ces exonérations sont à peu près identiques entre l'ETBE, l'éthanol utilisé en direct et l'ester. Etant donné que l'exonération fiscale porte sur l'éthanol et qu'à partir d'un litre d'éthanol, on obtient 2,27 litres d'ETBE, l'exonération fiscale par litre d'éthanol fait plus que doubler pour cette filière. C'est ce calcul que rapporte le tableau 4, pour un prix du pétrole à 65 \$ le baril. Les exonérations minimales calculées sont très inférieures aux exonérations en cours, notamment pour les filières ester et éthanol en utilisation directe. Elles sont plus élevées pour l'éthanol transitant par la filière ETBE en raison du coût supplémentaire de la production d'ETBE.

Quels partages des gains entre l'agriculture et l'aval des filières ?

Les excédents d'exonération fiscale présentés dans le tableau 4 donnent une estimation du gain des acteurs en aval de l'agriculture depuis la collecte jusqu'à l'incorporation des biocarburants dans les carburants fossiles. Il est logique de vouloir comparer ces gains à ceux de l'agriculture. Rappelons qu'en 1993, pour justifier le développement des biocarburants, des objectifs agricoles étaient clairement affichés.

La partage des gains au profit de l'agriculture dépend essentiellement de deux facteurs : les prix agricoles des cultures énergétiques et la nature des surfaces utilisées par ces cultures, jachère PAC ou surfaces consacrées à la production alimentaire. Les prix qui vont être retenus pour estimer ce partage sont ceux ayant servi au calcul des coûts des biocarburants (graphique 2), à savoir 198 €/t pour le colza, 88 €/t pour le blé et 20 €/t pour la betterave, la justification du choix de ces prix ayant été explicitée précédemment. Ces prix s'appliquent quelle que soit la localisation des cultures énergétiques, sur jachère PAC ou hors jachère. Pour satisfaire la demande en cultures énergétiques, les producteurs agricoles vont d'abord remettre en culture une partie de la jachère PAC (graphique 1) avant de remplacer des cultures alimentaires car ce choix est plus intéressant économiquement. Ce remplacement de la jachère se produira tant que l'impact sur les revenus agricoles restera supérieur à la prime de 45 €/ha accordée quand les cultures énergétiques remplacent les cultures alimentaires. C'est pourquoi à l'heure actuelle, les 300 000 hectares de colza ester s'inscrivent presque totalement dans la jachère. Les résultats du partage des gains donnés dans le tableau 5 reposent sur ce mécanisme.

Tant que les cultures énergétiques se substituent aux jachères PAC (tableau 5), les producteurs agricoles

Tableau 5 - Impacts moyens de la production de cultures énergétiques sur les revenus agricoles, en €/ha de culture énergétique et en €/l de biocarburants

Unités	Prix €/t	Rendements moyens t/ha	Accroissement de revenu agricole (cultures énergétiques sur jachère)		Accroissement de revenu agricole (compétition avec alimentaire)		Excédents d'exonération fiscale = gains des acteurs en aval de l'agriculture €/l
			€/ha	€/l	€/ha	€/l	
Blé*	88	8,2	302	0,10	45	0,02	0,16
Betterave*	20	79,5	606	0,08	149	0,02	0,18
Colza	198	3,3	199	0,14	45	0,03	0,24

* filière ETBE

obtiennent des revenus agricoles supplémentaires par hectare de blé et de colza allant de 200 à 300 € ; ces revenus sont à peu près équivalents au revenu agricole moyen par hectare des exploitations céréalières. Les agriculteurs récupèrent ainsi une partie de la perte de revenu due à la jachère PAC instaurée en 1993. L'apport de revenu agricole par hectare de betterave énergétique dépasse celui des autres cultures en raison des modalités de calcul du prix ; c'est l'inverse par litre de biocarburants en raison de la forte production d'éthanol par hectare de betterave (100 l/t). La comparaison de ces gains agricoles avec ceux de l'aval nécessite d'exprimer les revenus agricoles supplémentaires par litre de biocarburants. On voit alors que le revenu agricole supplémentaire par litre de biocarburants est assez nettement inférieur aux gains de l'aval donnés par les excédents d'exonération fiscale.

Dès que ces cultures remplacent des cultures alimentaires, les retombées économiques pour l'agriculture s'amenuisent nettement. L'accroissement de revenu agricole par hectare de blé et de colza chute à 45 € (l'aide aux cultures énergétiques) et celui de la betterave à 149 €. Le gain par litre de biocarburants devient très faible (0,02-0,03 €/l). Le partage des gains entre l'agriculture et son aval est inéquitable dans ce cas de figure.

En résumé tant que les biocarburants permettent aux agriculteurs de cultiver leur jachère PAC, les retombées économiques sont intéressantes pour eux ; en revanche quand la production énergétique commence à grignoter les surfaces alimentaires, l'enjeu économique devient plutôt marginal. Il faut également rajouter que les retombées économiques des filières biocarburants concernent surtout les régions céréalières, généralement bien pourvues en structures agro-industrielles et très peu les régions de polyculture-élevage.

Les coûts et les bénéfices du programme biocarburants pour l'économie, une question très controversée

L'estimation des impacts du programme biocarburants sur l'activité économique générale et, notamment, sur les créations d'emplois est très controversée. Le cabinet PricewaterhouseCoopers annonce une création de 3 800 emplois et de 207 millions d'euros de valeur ajoutée induite par le programme ester actuel (4 millions d'hectolitres environ). P. Gallagher indique, pour le Midwest américain et pour une production supplémentaire de 14 millions d'hectolitres d'éthanol, 5 500 créations d'emplois dans l'industrie et les services - mais peu en agriculture - et un bilan global positif de 200 millions de dollars.

A l'opposé, une étude de la Direction de la Prévision du ministère des Finances (Juillet 2000, rapport Lévy-Couveinhes) aboutit à des conclusions macroécono-

miques négatives tant que le prix du pétrole n'atteint pas au moins 60 \$ le baril et conteste le bilan des créations d'emplois résultant de mesures sectorielles.

Ces différences importantes de résultats tiennent à des divergences d'ordre méthodologique d'une part, et à la prise en compte ou non du coût d'opportunité des fonds publics d'autre part (considération d'utilisations alternatives pour l'argent public qui est destiné à soutenir les filières de biocarburants).

Les modèles macro-économiques qui permettraient une analyse plus approfondie de la production d'énergie à partir de la biomasse, en s'affranchissant de ces hypothèses simplificatrices, ne sont pas encore au point. De notre côté, grâce au modèle OSCAR, nous avons donc réalisé une étude très simplifiée des effets macroéconomiques provenant de la filière ester pour un programme portant sur 27,5 millions d'hectolitres (besoins 2010) (encadré 2).

Les résultats s'élèvent à 1 800 emplois créés dont 300 emplois maintenus en agriculture et à 0,09 € de valeur ajoutée par litre d'ester. Globalement, ces impacts sont relativement faibles en raison de la concurrence entre cultures alimentaires et non alimentaires. Finalement, tous ces éléments mis bout à bout donnent le solde du tableau 6 qui permet de conclure à une situation équilibrée. Pour reprendre une expression d'économiste, le programme ester ne modifierait pas le bien-être économique.

Aux résultats précédents, strictement économiques, on doit ajouter les externalités environnementales positives provenant des réductions des émissions de gaz à effet de serre. La monétarisation de cet avantage est aujourd'hui facilitée par l'existence d'un marché des droits d'émission de CO₂, dont le prix se situe autour de 20 €/t CO₂. Toutefois cette évaluation garde un caractère virtuel vu qu'elle repose sur un marché fluctuant et non sur les dommages réels occasionnés par les gaz à effet de serre. A partir des analyses de cycle de vie réalisées par l'ADEME et la DIREM, on obtient les résultats ci-après (tableau 7).

La valorisation virtuelle des économies de gaz carbonique permet de justifier seulement une partie du soutien public accordé à la filière.

En se plaçant à ce deuxième niveau d'analyse, la filière ester, maillon essentiel du programme biocarburants, grâce à sa contribution positive à la réduction des émissions de gaz à effet de serre, va dans le sens de l'intérêt économique général. Ce résultat est toutefois étroitement fonction du prix du pétrole qui a été retenu, à savoir 65 \$/baril. Il suffirait d'une baisse du prix du baril de 10% en dollars pour que le bilan coûts-avantages du tableau 6 devienne négatif et compense l'effet positif résultant de la réduction des émissions de gaz à effet de serre rapporté au tableau 7.

Tableau 6 - Bilan coûts-avantages en €/l, filière ester situation 2010, prix du pétrole 65 \$/b

Exonération minimum (perte de surplus du con tribuable)	-0,09
Variation de PIB industrie des biocarburants	0,05
Variation de revenu agricole surplus des agriculteurs	0,04
Solde	0,00

Conclusions

Les biocarburants de première génération constituent un système assez peu efficace de production d'énergie. Ce constat a d'ailleurs été fait en 2004 par la Commission nationale américaine sur la politique énergétique qui préconise d'abandonner l'éthanol de maïs pour l'éthanol de

lignocellulose. Il est encore trop tôt pour dire si ce résultat peut être extrapolé à la France. Les résultats du programme national de recherche qui vient d'être lancé sur les valorisations des biomasses devraient apporter des éléments à cet égard.

Si le non alimentaire empiète sur l'alimentaire - situation fort probable dans l'avenir -, les comptes micro économiques des biocarburants sont déficitaires, même si le prix du pétrole atteint 65 \$/baril (1 €=1,212 \$). Autrement dit, une aide publique est nécessaire pour obtenir l'équilibre économique des filières. Toutefois, les soutiens actuels accordés sous la forme d'une exonération de la TIPP pourraient être notablement réduits vu les prix élevés du baril de pétrole, notamment en 2005.

La compétitivité microéconomique des biocarburants nécessite des prix du pétrole élevés, autour de 75 à 80 \$/baril. Le prix maximum du pétrole (Brent), atteint en 2005, est inférieur à cette plage. Les niveaux élevés des prix 2005 résultant d'un accroissement de la demande en pétrole peuvent favoriser des investissements de capacité ; une baisse des prix du pétrole pourrait en résulter qui augmenterait automatiquement le déficit microéconomique des filières biocarburants. L'Agence internationale pour l'énergie dans le *World energy outlook* de 2004 propose un scénario du prix du pétrole en 2030 à 35 \$ le baril (en dollars constant 2000). Ce niveau moyen de prix se maintenant sur une longue période entraînerait, selon l'Agence, des investissements permettant un changement structurel de la demande d'énergie dont une réduction de la demande mondiale en pétrole de 15% (soit l'équivalent de la demande actuelle des Etats-Unis). Cette hypothèse d'atterrissage des prix à long terme résulte du niveau des réserves, des progrès des technologies d'extraction du pétrole, de la mobilisation de nouvelles sources de pétrole non conventionnelles (sables asphaltiques, pétroles lourds) et des réserves importantes d'économie d'énergie.

Les retombées microéconomiques pour les producteurs agricoles sont surtout tangibles tant que la jachère PAC est valorisée ; au-delà, ces retombées s'amenuisent fortement. Ces retombées concernent surtout les grandes régions céréalières du nord du Bassin parisien et beaucoup moins les régions d'élevage et de polyculture. C'est pourquoi la production d'huile en atelier rural pour l'utilisation directe en carburant pourrait se développer avec la levée récente d'un certain nombre d'obstacles réglementaires. Dans les régions de polyculture-élevage, elle pourrait être un moyen de créer de la valeur ajoutée au niveau local et de renforcer les liens entre céréaliers et éleveurs d'une même région dans le cadre d'une mise en œuvre de filières animales "traçables".

Encadré 2 : Une approche des effets macroéconomiques de la filière ester

Différentes hypothèses fortes sont adoptées :

- les prix agricoles sont supposés stables,
- l'exonération fiscale est fixée à son minimum (tableau 4), ce qui freine d'autant les transferts entre le contribuable et les acteurs des filières ; c'est pourquoi dans le tableau 6, le coût pour le contribuable n'est que de 0,09 €/l au lieu de 0,33 €/l, la défiscalisation actuelle.
- les effets en retour de ces transferts sur la consommation voire l'investissement sont laissés de côté,
- aucun effet négatif significatif n'est mentionné, ni du côté des industries alimentaires qui compensent le déficit de production nationale de cultures alimentaires par des importations à des prix stables, ni du côté pétrolier dans la mesure où le programme ester réduit les importations de gazole,
- enfin, le coût d'opportunité des fonds publics est nul ce qui traduit la forte volonté politique de développer les biocarburants.

Dans ce cadre, l'analyse retient dans le cas des industries, uniquement les emplois et la valeur ajoutée créés au niveau des industries de trituration du colza et d'estérification des huiles. L'exonération fiscale étant fixée au minimum compatible avec l'équilibre microéconomique des filières, la valeur ajoutée industrielle est égale à la rémunération des facteurs fixes de l'industrie des biocarburants, à savoir les coûts salariaux des emplois créés et autres coûts fixes.

En ce qui concerne le secteur agricole, ne sont retenus que les revenus et les emplois agricoles apportés par la partie des cultures faite sur jachère. Nous faisons l'hypothèse que seules les cultures énergétiques sur jachère sont susceptibles de créer des emplois et de générer des revenus additionnels. En effet, dans le cas de cultures énergétiques se substituant à des cultures alimentaires, il n'y a pas lieu de prévoir un effet de relance économique par une consommation accrue d'intrants agricoles, les intrants utilisés par les cultures non alimentaires étant les mêmes, en nature et en quantité, que ceux utilisés par les cultures alimentaires remplacées.

En définitive, un programme biocarburants ambitieux comme celui proposé pour 2010 est bien plus un enjeu économique pour le complexe "industries des biocarburants - pétroliers" que pour les agriculteurs, sauf si un effet d'entraînement sur les prix agricoles se manifeste. Cet effet positif n'est pas impossible compte tenu de l'importance des programmes biocarburants qui se mettent en place non seulement au niveau européen mais également au niveau mondial (Brésil, Etats-Unis pour l'éthanol, Malaisie, Indonésie pour l'huile de palme).

Les évaluations macroéconomiques apportent un éclairage un peu plus favorable sur les biocarburants. Très posi-

Tableau 7 - Importance monétaire de l'externalité gaz à effet de serre

	Teq CO ₂ économisée par hl ADEME-DIREM	Montant €/l	en % de l'exonération fiscale minimum
Ethanol Blé via ETBE	0,22	0,02	9
Ethanol Bett. via ETBE	0,22	0,02	10
Ethanol Blé	0,10	0,04	46
Ethanol Bett.	0,10	0,04	57
Ester Colza	0,21	0,04	49

tives pour certains auteurs (PricewaterhouseCoopers, Gallagher USA), elles sont seulement satisfaisantes selon nos estimations. Ces bilans économiques élargis sont positifs à condition toutefois que le prix du pétrole atteigne les 65 \$ et que soit prise en compte la valeur monétaire des réductions des émissions de CO₂. A elle seule, cette valorisation est toutefois insuffisante à l'heure actuelle pour justifier un soutien public. La production de biocarburants restreinte à la jachère aurait bénéficié d'évaluations économiques nettement plus flatteuses (mais elle ne permet pas d'atteindre les objectifs de l'Union européenne).

Finalement, les résultats énergétiques et économiques des biocarburants de première génération ne sont pas suffisamment décisifs pour faire de ces énergies renouvelables une alternative autre que limitée à l'épuisement des ressources pétrolières. Dans ces conditions, comme aux Etats-Unis, on fonde beaucoup d'espoir sur les biocarburants de seconde génération utilisant des ressources lignocellulosiques, co-produits

et cultures. Ils pourraient en effet limiter les besoins en terre, améliorer les rendements énergétiques et bénéficier de coûts moins élevés. En premier lieu, un stock de 5 millions de tonnes de paille de blé (soit 1/4 de la production annuelle française de paille de céréales) est disponible, tout en préservant la fertilité des sols et la demande des éleveurs. Cette ressource de 1,5 Mtep d'énergie primaire fournirait suffisamment d'éthanol pour satisfaire les besoins 2010 tels que spécifiés par l'Union européenne. Les co-produits des filières-bois pourraient aussi accroître le stock de biomasse, tout en élargissant les zones de production de biocarburants. Ultérieurement, des cultures dédiées (céréales spécifiques, miscanthus, taillis à courtes rotations) sont envisagées. Un effort de recherche à l'échelle nationale vient d'être engagé sur ce thème en complément des travaux européens. Dans 10 à 15 ans, les premières technologies de conversion de ces biomasses en biocarburants devraient voir le jour.

Jean-Claude Sourie, David Tréguer et Stelios Rozakis, INRA-Economie publique, Grignon
sourie@grignon.inra.fr - treguer@grignon.inra.fr

Pour en savoir plus

Shapouri, H. ; Duffield, J.A. ; Graboski, M.S. (1995). *Estimating the net energy balance of corn ethanol*, USDA, ERS, Agricultural Economic Report n° 721, http://www.ethanol-gec.org/corn_eth.htm.

Gallagher, P. ; Otto, D. ; Dikeman, M. (2000). Effects of an oxygen requirement for fuel in Midwest ethanol markets and local economies. *Review of Agricultural Economics*, vol. 22, n° 2, pp. 292-311.

ADEME/DIREM (2002). *Bilans énergétiques et gaz à effet de serre des filières de production de biocarburants en France*. Note de synthèse d'après les travaux d'Ecobilan PricewaterhouseCoopers, 19 p., http://www.ademe.fr/partenaires/agriculture/publications/documents_francais/synthese_bilans_energetiques_fr.pdf

PricewaterhouseCoopers (2003). *Evaluation des externalités et effets induits économiques, sociaux et environnementaux de la filière biodiesel en France*. Rapport complet.

International Energy Agency / OECD (2004). *World energy outlook 2004 - Executive summary*, 10 p., <http://www.iea.org/textbase/npsum/WEO2004SUM.pdf>.

Rozakis, S. ; Sourie, J.-C. (2005). Micro-economic modelling of biofuel system in France to determine tax exemption policy under uncertainty. *Energy Policy*, vol. 33, n° 2, pp. 171-182.

Tréguer, D. ; Sourie, J.-C. ; Rozakis, S. (2005). *Questions of costs about the French bio-fuel sector by year 2010*. Texte du poster présenté au 11e Congrès de l'European Association of Agricultural Economists (EAAE) à Copenhague, Août 2005, 15p.