

Étude réalisée par Patrick Sadones
(Agro INA.PG 83)
EDEN
patrick.sadones@cegetel.net

LES AGROCARBURANTS

Ce document est consultable et téléchargeable
sur le site d'Espoir Rural

www.espoir-rural.fr

ou écrivez nous à

espoirrural@wanadoo.fr



Énergie Durable en Normandie (EDEN)
386 rue Bellanger - 76190 Yvetot
Tel: 02.35.95.66.66 / Fax:02.35.95.68.18

Agrocarburants : synthèse des travaux d'EDEN (Décembre 2006)

Dans le cadre de la signature des accords de Kyoto visant à ramener les émissions de gaz à effet de serre à leur niveau de 1990, le Parlement Européen et le Conseil Européen du 8 mai 2003 ont émis la directive 2003/30/CE faisant obligation aux états membres d'incorporer à l'horizon 2010 5,75 % d'agrocarburants en valeur énergétique dans l'essence et le gasoil, le gouvernement français ayant pour sa part décidé d'aller au delà avec un taux d'incorporation de 7 % en valeur énergétique pour 2010.

Le carbone constituant les agrocarburants venant des plantes, il a été prélevé dans l'atmosphère. Sa combustion dans les moteurs n'augmenterait donc pas la quantité globale de CO₂ dans l'air.

Avec la hausse spectaculaire du cours du baril de pétrole observé en 2004 et surtout 2005, un deuxième objectif est venu supplanter le premier : avec les agrocarburants, nous allons pouvoir réduire la dépendance énergétique de l'Europe par rapport au pétrole et économiser des devises.

Les agriculteurs voient dans le développement des agrocarburants une opportunité de reconquérir une légitimité sociale de plus en plus discutée (crises sanitaires, érosion des sols, pollution de l'eau, besoins de l'irrigation, poids de la PAC dans le budget européen ...). Les responsables des filières céréalières et betteravières se réjouissent également des débouchés nouveaux offerts par l'éthanol pour leurs productions dont l'avenir paraît compromis suite aux négociations à l'O.M.C remettant en cause les subventions aux exportations de céréales et l'organisation commune du marché du sucre en Europe. D'où un engouement certain de la population et des agriculteurs pour les agrocarburants.

Encore faut-il s'assurer que ces nouveaux carburants apportent une réponse satisfaisante aux problèmes posés :

- réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES)
- économie de pétrole

En France, c'est l'étude A.D.E.M.E – D.I.R.E.M « Bilans énergétiques et gaz à effet de serre des filières de production de biocarburant » de novembre 2002, confiée au bureau d'étude Ecobilan de la société Pricewaterhouse Coopers, qui fait référence et qui établit que l'efficacité énergétique de l'éthanol s'élève à 2.05 (l'éthanol restituerait donc 2.05 fois l'énergie non renouvelable primaire mise en œuvre pour sa production), et celle de l'Ester Méthylique d'Huile Végétale (plus connu sous le nom commercial de Diester) de 2,99 , avec une réduction significative des émissions de gaz à effet de serre par rapport aux carburants d'origine pétrolière.

L'examen des comptes – rendus des débats parlementaires de 2003 relatifs à la mise en place du plan Biocarburants montrent que ce sont les études menées par la société ECOBILAN, membre du Département Développement Durable du Cabinet Pricewaterhouse Coopers, financées par les producteurs de blé, de betterave, de colza et de maïs, et dérivant toutes de l'étude ADEME-DIREM 2002, qui ont emporté la décision.

Principales anomalies relevées dans l'étude ADEME-DIREM Pricewaterhouse Coopers 2002 : Bilans énergétique et gaz à effet de serre de filières de production de biocarburants

-1- Choix de l'allocation des coûts énergétiques et effet de serre aux coproduits selon l'imputation massique.

Par analogie avec les Analyses de Cycle de Vie (ACV) des produits pétroliers, le comité de pilotage de l'étude ADEME-DIREM a retenu, parmi les propositions faites par le bureau d'étude PWC, la méthode d'imputation pondérale : les coproduits supportent

les coûts au pro rata de leur masse respective. Dans le cas des produits pétroliers, cette méthode est valable, car tous les coproduits possèdent à peu près la même densité énergétique. Au contraire, le principe même de la fabrication d'un biocarburant est de concentrer l'énergie sur l'un des coproduits (le biocarburant), par un procédé biochimique ou mécanique, avec pour conséquence l'obtention d'un autre coproduit (pour lequel le terme de sous-produit serait d'ailleurs plus adapté) présentant un Pouvoir Calorifique Inférieur (PCI) beaucoup plus faible. L'imputation massique des coûts énergétiques aux coproduits introduit alors un biais en faveur du bilan du biocarburant. Aucune autre ACV d'agrocaburant n'utilise cette méthode.

Concernant ces nouvelles filières de production d'agrocaburants, la question est de mesurer l'impact de leur intégration dans le tissu économique en terme d'économie d'énergie non renouvelable, et d'émission de gaz à effet de serre. La méthode d'imputation qui répond le mieux à cet objectif est la méthode dite « systémique » proposée notamment par l'INRA (équipe de JC Sourie – Economie publique – Grignon) : tous les coûts sont imputés au biocarburants, déduction faite des économies réalisées par l'utilisation du coproduit en remplacement d'un autre bien dont la production aurait généré des coûts. Ainsi, pour les filières éthanol et Ester Méthylque d'Huile Végétale, le coproduit est aujourd'hui valorisé en alimentation animale. La méthode systémique consiste donc à évaluer les économies d'énergie et d'émissions de GES réalisées grâce à cette utilisation, et de les défalquer du bilan de l'agrocaburant. L'imputation massique conduit à affecter au coproduit un coût énergétique de production très supérieur à ce que requiert la fabrication de l'aliment du bétail qu'il remplace... Il en va de même pour le calcul global sur la filière (proposé notamment par SOLAGRO et le Bureau Biomasse, Biocarburants, Bioénergie, Biomatériau au Ministère de l'Agriculture) qui consiste à faire le rapport entre toutes les sorties (coproduits) prises en compte à hauteur de leur PCI, et toutes les entrées (énergie non renouvelable primaire). L'efficacité énergétique ainsi calculée est même supérieure aux résultats obtenus par l'étude ADEME-DIREM, mais ne permet en aucun cas d'apprécier l'effet réel de l'insertion de ces filières énergétiques dans le tissu économique sur la consommation d'énergie fossile. Pour ce qui est de la récupération d'une partie de la masse de CO² fermentaire pour une utilisation industrielle (fabrication de boissons gazeuses essentiellement) , la méthode systémique conduit à ne prendre en compte que les économies réalisées sur les coûts de capture, épuration, conditionnement du CO² par rapport à ce qui est observé sur les autres sites où ces opérations se pratiquent aujourd'hui. Il conviendrait également de s'assurer que les volumes récupérés sont significatifs : une unité produisant 200 000 tonnes d'éthanol par an génère suffisamment de CO² pour fournir 600 litres d'eau gazeuse à chacun des 60 millions de consommateurs de France...

-2- Imputation massique mal appliquée dans le cas de la filière éthanol de blé.

La production d'éthanol à partir du blé (ou du maïs) génère deux autres « coproduits » : le CO², pendant la fermentation du glucose en éthanol (960 g de CO² par kilo d'éthanol anhydre), et les vinasses de distillation (1,3 kg de matière sèche par kilo d'éthanol anhydre). Dans le scénario de référence, le CO² est considéré comme un déchet et n'a supporté aucun coût, la totalité de ceux-ci ayant été imputé, sortie distillation, à 57% aux vinasses, et 43% à l'éthanol. Or, une imputation massique correctement effectuée aurait conduit à affecter à l'éthanol la totalité des coûts des étapes en amont de la fermentation (celle-ci incluse) imputable à la masse de glucose fermentée, le CO² étant produit concomitamment à l'éthanol... En outre, dans le scénario prospectif où une partie du CO² fermentaire est récupérée pour une utilisation industrielle, le comité de pilotage a considéré qu'il était possible d'imputer au CO² récupéré une part des coûts énergétiques et d'émission, cette part **étant intégralement déduite de la part affectée à l'éthanol** dans le scénario de référence (alors que les vinasses les avaient supportés en majorité) ! Il est invraisemblable qu'aucun membre du comité de pilotage, ni aucun

spécialiste du bureau d'étude, dont c'est pourtant le métier de faire des ACV, n'ait relevé cette ineptie qu'un bon élève de Terminale scientifique n'aurait sans doute pas laissé passer .

Par ailleurs, il est tout à fait incorrect de faire supporter 57% des coûts de la distillation de l'éthanol aux vinasses qui n'en sont que le résidu... C'est comme si un éleveur laitier désireux de calculer son coût de concentré par litre de lait n'en imputerait qu'un tiers au lait au motif que sa vache produit un tiers de lait, et deux tiers de lisier !

-3- Incohérence entre les coûts de distillation de l'éthanol de blé et de betterave :

Une autre grave anomalie surgit à l'analyse des coûts de process de l'éthanol de betterave. La comparaison des tableaux 4.1 (éthanol de blé) et 4.3 (éthanol de betterave) dans le rapport d'annexes montre que le coût de distillation de l'éthanol de betterave est 4 fois plus faible que le coût de la distillation de l'éthanol de blé avant imputation de ce coût aux vinasses!! D'après des spécialistes de la distillation, les méthodes techniques invoquées par les sucriers pour expliquer cette différence (distillation à double effet essentiellement) ne permettent au mieux qu'une économie de 20 à 30 % par rapport à une distillation à simple effet bien conçue. Là encore, personne n'a relevé l'incohérence, ni dans le comité de pilotage, ni chez PWC...

D'autres hypothèses retenues dans l'étude paraissent aujourd'hui infondées, comme les émissions de N₂O par les cultures qui sont très sous-évaluées , et l'amortissement énergétique des matériels, équipements et installations, considéré comme négligeable, apparaît aujourd'hui comme un poste important du bilan, surtout pour des installations plus économes en chaleur comme celles qui sont construites aujourd'hui. En particulier, la déshydratation de l'éthanol sur tamis moléculaire, si elle consomme moins de chaleur que la distillation azéotropique utilisée au Brésil, nécessite un remplacement fréquent des tamis qui n'as pas été pris en compte dans les calculs.

Estimation des bilans énergétiques et effet de serre des agrocarburants aujourd'hui produits en France.

L'association EDEN a participé au groupe de travail mis en place par le Réseau Action Climat – France, et chargé d'établir des bilans plus objectifs des agrocarburants. Les résultats ont été publiés en Juin 2006. En octobre 2006, EDEN a eu connaissance d'une étude menée par l'état de Saõ Paulo sur la filière éthanol de canne à sucre et publiée en Mars 2004, dans laquelle est évalué l'amortissement énergétique des installations, équipement et matériels industriels, poste qui avait été considéré comme négligeable précédemment. Ce poste s'élève à 0,5 MJ/kg d'éthanol, pour des installations peu économes en énergie, celle-ci étant presque gratuite car fournie par la combustion de la bagasse. Cette valeur a été doublée pour les installations aujourd'hui en construction en France.

L'hypothèse retenue pour les émission de N₂O par les sols est la suivante : 1% à 2% des besoins de la culture en azote sont convertis en N₂O. Toutefois, dans le cas où l'essentiel de l'azote contenu dans la graine se retrouve dans le coproduit valorisé en alimentation animale, l'essentiel de l'effet de serre N₂O a été, par convention, imputé au coproduit, ce qui conduit à diminuer fortement l'Indicateur effet de serre de l'agrocarburant, comme le montre le tableau suivant. L'efficacité énergétique est le rapport entre l'énergie restituée par l'agrocarburant après sa combustion totale (son PCI) et l'énergie primaire non renouvelable mise en œuvre pour le produire. Ces résultats sont à rapprocher de ceux cités par l'équipe INRA de JC Sourie : EE = 1,19 et 1,28 pour l'éthanol de blé et de betterave respectivement, et 2,50 pour l'EMHV.

AGROCARBURANT	Coût énergétique et indicateur effet de serre de la production d'1 M.J. d'agrocarburant	Bilans nets compte tenu des économies générées par l'utilisation en alimentation animale des coproduits
ETHANOL DE BLE	0,94 MJ (EE = 1,06) 79,1 à 97,2 éq CO ² /MJ	EE = 1,35 Indicateur effet de serre environ 47g eq CO ² /MJ
ETHANOL DE BETTERAVE	0,88 MJ (EE = 1,14) 67,0 à 76,6g éq CO ² /MJ	EE = 1,25 Indicateur effet de serre environ 59g éq CO ² /MJ
HUILE VEGETALE BRUTE DE COLZA	0,53 MJ (EE = 1,88) 51,2 à 69,8g éq CO ² /MJ	EE = 3,80 Indicateur effet de serre de 4 à 10,5g éq CO ² /MJ
ESTER METHYLIQUE D'HUILE DE COLZA (DIESTER)	0,60 MJ (EE = 1,66) 49,6 à 63,2 g éq CO ² /MJ	EE = 2,23 Indicateur effet de serre environ 25,8 g éq CO ² /MJ

Selon l'étude ADEME-DIREM 2002, les indicateurs effet de serre pour l'essence et le gasoil sont respectivement de 85,9 et 79,3 g équivalent CO²/MJ, après combustion totale. Ainsi, en l'absence de valorisation du coproduit en alimentation animale, la substitution des carburants d'origine pétrolière par des agrocarburants ne diminue pas ou peu les émissions de GES.

Cas de l'éthanol de canne à sucre : c'est le seul éthanol qui présente des bilans satisfaisants : forte efficacité énergétique de la culture implantée pour au moins 6 ans, récolte manuelle, et surtout utilisation de la bagasse en cogénération fournissant à la fois la vapeur de process et l'électricité nécessaire, avec un surplus qui représente 3% de la consommation d'électricité du Brésil. Même en tenant compte du transport maritime jusqu'à Rotterdam, l'éthanol de canne à sucre présente une EE de 5,82 et un indicateur effet de serre de 20,7 à 24,1 g éq CO²/MJ...

Cas de l'éthanol de maïs : les coûts de culture du maïs sont beaucoup plus élevés que ceux du blé, à cause de l'irrigation de cette culture, et de la nécessité de sécher le grain pour sa bonne conservation. Même avec une bonne valorisation des drèches de maïs, l'efficacité énergétique de l'éthanol reste inférieure à 1 (à noter que dans son étude sur l'éthanol de maïs de 2005, PWC parvient à trouver une efficacité énergétique de 1,88, en faisant une imputation massique sur les vinasses et **sur la totalité de la masse de CO² fermentaire produite**). Pourtant les USA produisent autant d'éthanol à partir du maïs que le Brésil à partir de la canne à sucre ! C'est surtout du charbon qui est utilisé pour distiller l'éthanol de maïs, qui n'est en fait qu'un moyen pour convertir le charbon en un carburant pour leurs automobiles, sans considération ni pour les émissions de GES, ni pour l'efficacité énergétique du procédé...

Cas de l'éthanol de betterave : Les résultats figurant dans le tableau concerne l'éthanol produit **pendant la campagne betteravière**, à partir de jus de diffusion et d'égout pauvre. La production d'éthanol en intercampagne nécessite, pour des

questions de volumes de stockage, de concentrer des jus de diffusion (à 13% de sucre) en sirops (à 65 % de sucre), ce qui requiert l'évaporation de 10 litres d'eau par kilo d'éthanol produit (soit 22 MJ). Les sirops sont ensuite dilués au fur et à mesure des besoins pour la fermentation...

Jusqu'en 2006, l'incorporation d'éthanol dans l'essence s'effectue sous forme d'ETBE, molécule fabriquée par les pétroliers à partir de l'éthanol et de l'isobutène . Or, aux dires de l'ADEME, la synthèse de l' ETBE à partir de ces deux composants représente un surcoût de 5,44 MJ et de 337 g équivalent CO² par kilo d'éthanol . Autant dire que jusqu'en 2007, l'utilisation du bioéthanol n'aura contribué en rien à faire des économies de produits pétroliers, et fort peu à diminuer les émissions de GES.

Coût fiscal des filières de production d'agrocarburants.

Les producteurs d' agrocarburants, en vertu des agréments qu'ils ont obtenus de l' Etat, bénéficient d'un dégrèvement partiel à leur profit de la TIC (ex TIPP) qui s'applique sur le prix de l'agrocarburant payé à la pompe par le consommateur afin de compenser leur surcoût de production par rapport au carburant d'origine pétrolière. Ainsi, l'automobiliste qui achète de l'essence éthanolée paye 59 centimes d'euro de TIC par litre de carburant, composé, pour partie, d'éthanol. Sur ces 59 centimes payés sur chaque litre d'éthanol, 26 seulement sont versés au budget de l'état, les 33 autres tombent dans la poche de l'industriel, en complément de son prix de vente de l'éthanol.

Pour le diester, le prix payé à la pompe comprend 42 centimes d'euro de TIC, dont 25 sont reversés au fabricant.

Le montant de ce dégrèvement est renégocié chaque année entre les industriels et les pouvoirs publics, en fonction du différentiel entre le prix du pétrole et celui de la matière première agricole. Ainsi, en 2005, la défiscalisation de l'éthanol était de 37 centimes d'euro par litre, et celle du diester de 33 centimes. Par contre, pour 2007, le barème de 2006 a été reconduit, le prix des matières premières agricoles ayant beaucoup augmenté, alors que le pétrole a plutôt baissé.

Pour 2010, le plan Villepin prévoit l'incorporation de 3,2 millions de tonne de biogazole et de 1 million de tonnes d'éthanol dans les carburants. Sur la base du barème de défiscalisation de 2007, ce plan coûtera au budget de l'état 1,273 milliard d'euro, ce qui fait dire au Conseil Général des Mines que le plan Biocarburants, compte tenu de la ponction sur le budget de l'état, n'engendrera pas de création nette d'emploi . A noter que dans son étude spécifique de 2003 sur l'éthanol de blé, PWC monétise toutes les « externalités positives » de l'éthanol de blé, sur la base des résultats de l'étude ADEME- DIREM 2002, et tente de montrer que celles-ci compensent le coût de la défiscalisation. Pour le scénario prospectif 2010, PWC y parvient à peine, avec une hypothèse de défiscalisation de 18,5 centimes d'euro par litre...

Les deux objectifs affichés du plan Biocarburants étant les économies de pétrole et d'émissions de GES, il est intéressant de regarder combien coûtent ces économies pour le budget de l'état, du fait de la défiscalisation. Pour l'éthanol, les valeurs du tableau qui suit correspondent à de l'éthanol en mélange direct dans l'essence, et non pas sous forme d'ETBE, car dans ce cas les valeurs sont à multiplier par 2 à 3 compte tenu des bilans très mauvais des ETBE.

Les calculs présentés ci-après ne valent que si le coproduit est bien valorisé en aliment du bétail.

Agrocarburants	Défiscalisation par litre par GJ	Coût en défiscalisation	
		De la tonne d'éq. CO ² économisé	Du baril de pétrole économisé
Ethanol de blé remplaçant de l'essence	0,33 €/L 15,4 €/GJ	395 €/T éq CO²	247 €/baril
Ethanol de betterave remplaçant de l'essence	0,33 €/L 15,4 €/GJ	570 €/T éq CO²	320 €/baril
Huile brute de Colza remplaçant du fuel domestique	0,0066 €/L 0,19 €/GJ	2,64 €/T éq CO²	1,33 €/baril
Ester méthylique d'huile de colza remplaçant du gasoil	0,25 €/L 7,2 €/GJ	135 €/T éq CO²	57 €/baril

L'huile brute présente des coûts très faibles grâce à ses bons bilans et surtout parce que le fuel domestique qu'elle remplace est presque complètement détaxé.

Les valeurs obtenues pour le Diester ne reflètent pas la réalité. En effet, en plus de la totalité de la défiscalisation, les producteurs d'EMVH sont aujourd'hui en position de réclamer aux distributeurs une partie de la TGAP dont ils s'exonèrent en incorporant du Diester dans le gasoil. Cette « prime » s'élève à 270 €/m³, répercutée, majorée de la TVA, au prix à la pompe... La prise en compte de cela dans les calculs conduit à multiplier par 2,08 les valeurs présentées dans le tableau pour l'EMHV.

Le gouvernement Français a décidé, en Septembre 2006, de promouvoir le développement de l'E85 (constitué à 85% d'éthanol) qui serait vendu 0,80 € le litre. La comparaison avec l'essence et l'E5 est proposée dans le tableau ci-dessous.

Carburant	Essence	E5	E85
Quantité équivalente à 1 litre d'essence	1 litre	1 litre	1,39 litre
Prix de vente TTC à la pompe	1,20 €	1,20 €	0,80 €/litre soit 1,112 €
TVA à 19,6%	0,197 €	0,197 €	0,182 €
TIC nette perçue	0,59 €	0,59 - 0,05 x 0,33 = 0,574 €	1,39 x (0,3343 - 0,85 x 0,33) = 0,075 €
Total des taxes perçues par l'état	0,787 €	0,771 € (-0,016€/essence)	0,257 € (-0,53 €/essence)
Perte pour le budget de l'état pour 1 litre d'éthanol	-	0,32 €/litre	0,449 €/litre
Prix d'achat de l'essence par le distributeur (360€/m ³)*	0,36 €	0,36 x 0,95 = 0,342 €	1,39 x 0,15 x 0,36 = 0,075 €
Marge distribution**	0,053 €	0,053 €	0,074 €
Reste pour payer l'éthanol	-	0,034 € (soit 0,68 €/litre)	0,706 € (soit 0,60 €/litre)

* dans l'hypothèse où les essences basse volatilité nécessaire pour l'E5 sont au même prix.

** dans l'hypothèse assez peu réaliste où les distributeurs se contenteront de la même marge par litre que pour l'essence, alors qu'il faut réaliser l'opération de mélange de l'éthanol à l'essence.

Les calculs pour l'E5 suppose que ce carburant ne génère pas de surconsommation par les moteurs par rapport à l'essence comme l'affirment les tenants de ce carburant sur la foi d'études qui auraient été réalisées par l'IFP. Dans

ces conditions, il apparaît que l'éthanol sous forme d'E85 coûte 40% plus cher au budget de l'état que celui qui est incorporé à l'essence en faible proportion, et qu'il rémunère moins bien le producteur (- 12%). S'il est avéré que les moteurs thermiques ont un meilleur rendement avec un mélange d'éthanol en faible proportion dans l'essence, il serait judicieux de limiter son incorporation à l'essence au taux permettant de profiter au maximum de ce phénomène, sans aller au delà.

Le point de vue des pétroliers et des motoristes.

Nous consommons en Europe un litre d'essence pour 3 litres de gasoil, ce qui conduit les pétroliers à importer du gasoil de Russie, et à exporter de l'essence vers les USA (avec une marge très faible, pour ne pas dire nulle). Aussi, l'incorporation d'EMHV au gasoil les intéressent, puisqu'elle permet de réduire les importations de gasoil. Elle apporte aussi une solution aux motoristes pour lesquels la diminution de la teneur en soufre du gasoil commençait à poser problème, le soufre possédant des propriétés lubrifiantes pour les pompes d'injection et les moteurs.

Par contre, les pétroliers ne veulent pas entendre parler d'incorporation d'éthanol en direct dans l'essence, qui augmenterait d'autant les quantités d'essence à exporter. Pour eux, l'éthanol ne présente d'intérêt que s'il est incorporé à l'essence sous forme d'ETBE , dont ils ont le monopole de la fabrication à partir de l'isobutène qu'ils sont seuls à produire. Rappelons que l'ETBE ne présente pas d'intérêt ni pour la réduction de la facture pétrolière, ni pour la diminution des émissions de GES.

Ainsi, il n'existe aujourd'hui aucun dépôt de carburant dépendant des compagnies pétrolières en mesure d'effectuer le mélange direct de l'éthanol à l'essence, les pétroliers prétextant que les DRIRE leur refusent, pour des raisons de sécurité, la construction de bacs de stockage de l'éthanol sur leurs sites... Les deux seuls sites existant (Strasbourg et Rouen) ne permettront pas de fournir les quantités d'E5 nécessaires pour atteindre les objectifs d'incorporation prévu à partir de 2007, sans parler de l'approvisionnement en essence basse volatilité... Ces considérations ont conduit le gouvernement Français à improviser le plan E85 Breton-Prost.

Autres limites des agrocarburants : concurrence avec les cultures alimentaires et débouché pour les coproduits.

Nous disposons aujourd'hui, pour nourrir chacun des 6 milliards de Terriens, de 0,4 Ha de surface agricole utile, et déjà 850 millions de personnes souffrent de la faim. En 2050, selon la FAO, il ne restera qu'à peine 0,2 Ha pour chacun des 9 milliards d'habitants que la Terre comptera alors (sans préjuger de l'effet du changement climatique sur les aires de cultures). L'énergie d'origine fossile sera, hormis le charbon, presque complètement épuisée, de même que les gisements de phosphates. Dans ce contexte, nourrir la totalité des habitants de la planète relèvera de la gageure (sauf si l'ensemble de la population adopte une alimentation végétarienne) et la totalité des surfaces cultivables devront être consacrées à la production alimentaire.

Un critère très important à prendre en compte pour évaluer l'intérêt d'un agrocarburant est donc sa productivité par unité de surface. Mais là encore, il faut se garder d'une analyse trop rapide qui se limiterait à ne prendre en compte que la production brute d'agrocarburant par hectare de culture consacré à cette production, cela revenant à confondre chiffre d'affaire et bénéfices.

Le tableau qui suit présente, pour chaque agrocarburant pris en compte dans cette étude, la production brute par hectare, puis la production nette tenant compte de l'efficacité énergétique.

Agrocarburant	Production brute par hectare	Efficacité énergétique nette	Production nette par hectare (en TEP/ha)
Ethanol de canne à sucre (rendu Rotterdam)	4727 kg d'éthanol/ha	5,82	2,72 TEP/ha
Ethanol de blé	2550 kg d'éthanol/ha	1,35	0,42 TEP/ha*
Ethanol de betterave (pendant la campagne betteravière)	5780 kg d'éthanol/ha	1,25	0,73 TEP/ha*
Huile pure de colza	1000 kg d'huile pure/ha	3,80	0,65 TEP/ha*
Ester Méthylique d'Huile de Colza	1370 kg d'EMHV/ha	2,23	0,67 TEP/ha*

* à condition de bien valoriser le coproduit en alimentation animale

Si les surfaces économisées grâce à l'utilisation du coproduit en alimentation animale sont prises en compte, l'huile de Colza présente une productivité nette par hectare supérieure à l'éthanol de betterave. En effet, un hectare de colza destiné à la production d'huile brute permet l'économie d'environ deux tiers d'hectare de soja, alors qu'un hectare de betterave à sucre pour l'éthanol n'économise qu'un demi hectare de blé. Ainsi, la productivité nette par hectare du colza atteint 1,95 TEP/ha, alors qu'un hectare de betterave – éthanol ne dépasse pas 1,46 TEP/ha. Autre élément à prendre en compte, le coût en défiscalisation d'un hectare de betterave – éthanol (plan Villepin) est de 2384,25 € soit 336 fois plus que celui d'un hectare de colza dédié à la production d'huile remplaçant du fuel domestique (7 €/ha)...

Nous consommons en France chaque année 48 millions de TEP de carburant pour le transport routier. La surface agricole utile de la France est d'environ 25 millions d'hectare, dont 17 millions de terre labourables... Déjà l'objectif d'assurer l'autonomie énergétique de l'agriculture qui consomme chaque année 2 millions de TEP de fuel domestique pour ses tracteurs et engins automoteurs nécessiterait la culture de 3 millions d'hectares de colza, soit le double de la surface consacrée à cette culture aujourd'hui, et générerait la production de 6 millions de tonnes de tourteau de colza .

L'écoulement des coproduits des agrocarburants en alimentation animale est en effet à prendre en compte dans l'analyse. L'Europe est structurellement très déficitaire en protéines végétales, et la France importe chaque année 5,4 millions de tonne de tourteau de soja. Le plan biocarburants, s'il s'applique, devrait générer en 2010 l'équivalent en tourteau de colza et de tournesol, de 3,4 millions de tonne de tourteau de soja (soit 5 fois plus qu'en 2006). Or, les deux tiers des tourteaux de soja importés sont utilisés pour l'alimentation des volailles abattues à moins de 42 jours qui nécessitent une ration riche en protéine et équilibrée en chacun des acides aminés essentiels. Depuis l'interdiction complète des farines animales, seul le soja peut être utilisé pour composer ces rations. Il est clair que l'écoulement des tourteaux issus de la fabrication de l'EMHV, auxquels s'ajoutera plus d'un million de tonnes de drèches de blé et de maïs, va devenir très problématique (comme l'est déjà celui de la glycérine, produite en grande quantité par l'industrie de l'EMHV). S'ils sont brûlés en chaudière, ces produits, riches en azote, vont générer d'importantes quantités d'oxydes d'azote, qui se convertiront en pluies acides, puis plus tard en

partie en protoxyde d'azote dans les sols... Par ailleurs, les bilans effet de serre des agrocarburants seront à revoir, la protéine de la plante n'étant plus valorisée...

Les agrocarburants de deuxième génération.

Deux filières sont à l'étude :

- la voie thermo-chimique, qui consiste d'abord à gazéifier la biomasse sèche, puis à utiliser les gaz obtenus pour synthétiser des biofuels par le procédé Fischer-Tropsch.
- La voie biochimique humide qui consiste à obtenir de l'éthanol par fermentation directe de la cellulose.

Cependant, aucune étude chiffrée ne permet à ce jour d'établir que ces processus, qui ont l'avantage d'utiliser toutes les formes de biomasse (bois, déchets...), offrent des perspectives nettement plus intéressantes que les agrocarburants de première génération. La voie sèche requiert des niveaux de chaleur élevés, d'où de fortes pertes de chaleur fatale. Pour la voie humide se pose toujours le problème de la distillation de l'éthanol, très coûteuse en énergie.

Selon l'Ademe, la voie humide permet d'obtenir, si toute l'énergie de processus est fournie par la biomasse elle-même, de 120 à 150 Kg de carburant par tonne de MS de biomasse, soit, pour 15 T MS biomasse/ha environ 1,8 à 2,25 TEP/ha. La voie sèche serait plus productive, avec 140 à 180 kg de carburant par T de MS de biomasse (si toute l'énergie de processus est fournie par la biomasse), soit, toujours pour 15 T MS/ha, 2,1 à 2,7 TEP/ha...

Les procédés qui permettent d'atteindre des productions par hectare élevées mettent en œuvre une source d'énergie extérieure (par exemple la gazéification à l'arc électrique en présence d'hydrogène) ou alors utilisent des bioréacteurs à algues où le milieu de culture est enrichi en CO₂ et oxydes d'azote (procédé Green-Fuel).

Conclusion.

Nous disposons chaque année d'un peu moins de surface agricole pour nourrir une population mondiale en augmentation. Les hauts niveaux de rendement obtenus par l'agriculture industrielle sont le fait d'une utilisation massive d'énergie fossile, qui va devenir chère, et d'engrais, notamment les phosphates, dont les réserves mondiales seront épuisées dans trois décennies.

Un automobiliste qui parcourt chaque année 15 000 kilomètres avec un véhicule consommant 6 litres d'essence, soit 9 litres d'éthanol environ, pour 100 km, utilisera chaque année pour ces déplacements de quoi nourrir toute l'année neuf personnes à partir de blé...

Aujourd'hui, l'urgence est de :

- Réduire notre demande de transports routiers.
- Remplacer les 18 millions de TEP de fuel domestique utilisées chaque année en France pour le chauffage par d'autres sources d'énergie, la biomasse utilisée à cette fin présentant une efficacité énergétique de 12 à 15.
- Développer la méthanisation des déchets et des effluents d'élevage, responsables d'importantes émissions de GES, ce procédé présentant l'avantage de permettre de recycler sur les terres agricoles la totalité des éléments minéraux, dont l'azote et le phosphore, contrairement à l'incinération.
- Privilégier le développement des agrocarburants présentant les meilleures efficacités, (à savoir l'huile végétale actuellement), en recherchant les moyens de les produire à l'avenir à partir de plantes pérennes implantées dans des zones où la production alimentaire est difficile.

Patrick Sadones EDEN

