

Du bilan environnemental du diester¹ de colza aux questions globales des transports

Bernadette Risoud

La raréfaction prévisible de la ressource pétrolière et la lutte contre le changement climatique sont deux raisons fortes de l'intérêt et de l'engouement, parfois trop optimiste, à l'égard des agrocarburants. Compte tenu de l'ampleur des enjeux, une analyse la plus objective possible s'avère nécessaire pour évaluer globalement et précisément tant les bénéfices environnementaux en matière d'émissions de gaz à effet de serre que les autres nuisances environnementales qui peuvent en résulter. Dans cet article, l'auteur s'intéresse plus particulièrement au bilan environnemental du diester de colza. Ce bilan incite à modérer les avantages apparents et à prendre en compte certains aspects négatifs sur l'environnement. Aux niveaux local et mondial, il nous conduit ensuite à intégrer la problématique des transports et propose des pistes pour réduire les consommations énergétiques.

Du fait de la rareté croissante du pétrole et de l'augmentation de son prix, les recherches d'alternatives à cette énergie fossile vont bon train. Les biocarburants, qu'on appelle aussi agrocarburants², sont bien comme leur nom l'indique des produits de l'agriculture ; ils jouissent actuellement dans l'opinion publique, du fait d'une information approximative et incomplète, d'un engouement tel qu'ils sont perçus comme « favorables à l'environnement », sans qu'il soit compris que ceci n'est vrai seulement que par comparaison au pétrole et à ses dérivés.

Ainsi par exemple, si en 1996, le journal *Le Monde* titrait avec un réalisme rigoureux : « *Les biocarburants issus du colza sont légèrement moins polluants* »³, dix ans plus tard, le même journal dans un article certes plus anecdotique intitulé « *L'huile de friture, essence du futur ?* » relate comment la graisse de friture usagée, mélangée avec du méthanol, remplace le gazole pour certains nord-américains qui « *arrivent à*

faire 1 000 kilomètres avec un moteur qui ne pollue pratiquement pas »⁴. Ailleurs, on peut lire par exemple que « *théoriquement le bilan environnemental (des biocarburants) est neutre* »⁵. L'erreur vient dans ce cas de l'assimilation du seul effet de serre à l'ensemble des questions d'environnement.

Des moteurs qui ne polluent pas, des bilans environnementaux neutres, quel est donc ce monde idéal, en dehors des lois élémentaires de la physique, que nous distillent les médias ? N'est-il pas risqué de maintenir les citoyens dans un optimisme irréaliste ? Alors qu'en général, dans toute chose, il y a des avantages et des inconvénients, il semble que ce discours rassurant sur les agrocarburants vienne d'un besoin de montrer que l'on détient des solutions à tout. À l'heure où l'utilisation des agrocarburants est effectivement encouragée, puisque l'État français a pour projet de porter à 5,75 % d'ici fin 2008 la part des agrocarburants dans la quantité totale d'essence et de gazole utilisée à des fins

1. Le terme diester désigne les esters méthyliques d'huiles végétales (EMHV). Ce terme est une compression des termes diesel et ester. Diester® est une marque déposée par Sofiproteol, établissement financier de Prolea, la filière française des huiles et protéines végétales.

2. Afin d'éviter l'amalgame avec les produits issus de l'agriculture biologique, qu'ils ne sont pas.

3. *Le Monde*, 10 février 1996.

4. *Le Monde*, 11 février 2006.

5. « *Vivre sans pétrole ?* » in L'État de l'économie, Hors-série d'*Alternatives économiques* (2006).

Les contacts

INRA Enesad,
UMR 1041 CESAER,
BP 87999, 21079 Dijon

6. Le diester de colza est également souvent appelé « biodiesel », probablement pour profiter encore de l'image du bio.

7. En tant que co-auteur de l'outil « Planète » (Pour l'Analyse Énergétique de l'Exploitation agricole). Par exemple, cf. RISOU B. (dir.) et al. (2002).

8. Cette méthode est encore appelée écobilan en Suisse. Pour en savoir plus sur les bilans environnementaux, voir JOLLIET O. et al. (2005).

9. Les bilans environnementaux suivent la série de normes ISO 14040.

10. Diester, le diesel vert, disponible sur <http://www.prolea.com>

11. Ecobilan-Pricewaterhouse-Coopers (2002).

12. Cf. www.ecobilan.com

de transport (alors qu'elle était inférieure à 1 % en 2004), il nous semble utile de faire le point sur l'impact environnemental des agrocarburants. Nous prendrons l'exemple du diester de colza⁶, à partir de la littérature scientifique disponible et de notre expérience en questions énergétiques⁷. Ceci nous conduira à proposer des réflexions plus vastes sur notre situation énergétique.

La méthode des bilans environnementaux

Au préalable, il est utile de préciser qu'un bilan environnemental⁸ ou analyse de cycle de vie (figure 1) consiste en un bilan quantifié exhaustif des flux de matières et d'énergie générés par un processus de production donné, jusqu'à l'utilisation finale du produit.

Il s'agit donc d'une approche **multicritères**, destinée à évaluer l'ensemble des impacts d'un produit sur l'environnement, en considérant toutes les étapes de son cycle de vie, depuis la production des matières premières et des composants du produit jusqu'au traitement des déchets industriels et des déchets d'emballages en fin de vie⁹.

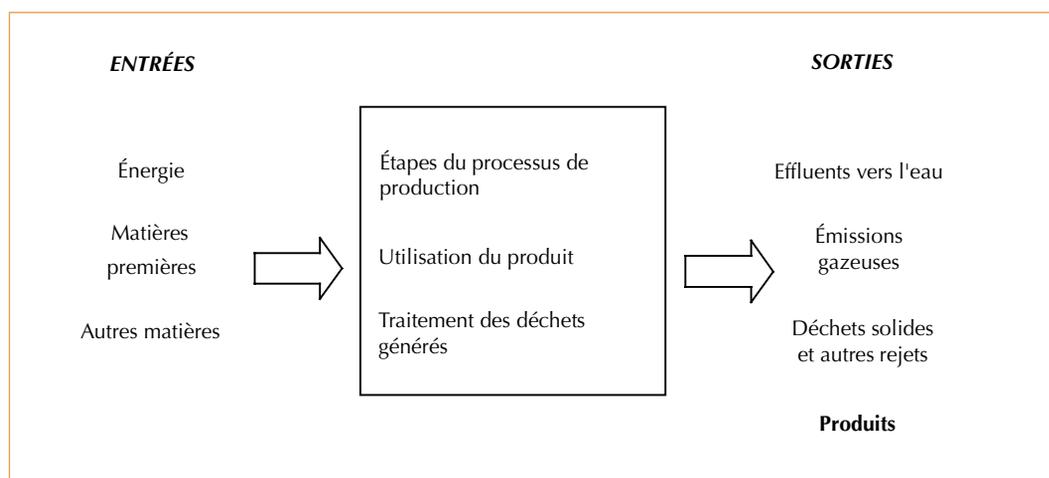
Du fait qu'un bilan environnemental représente une analyse multicritères, son interprétation intrinsèque est délicate. C'est plutôt en comparant avec différents processus de production conduisant à des produits d'usage similaire que cette méthode montre tout son intérêt, encore qu'en général, un processus soit rarement avantageux par rapport à un autre pour tous les critères, et qu'une certaine hiérarchisation de ceux-ci doit entrer en jeu pour donner préférence à l'un ou à l'autre.

C'est **dès 1992** que **la méthode des bilans environnementaux a été utilisée pour comparer le diester de colza avec le gazole**. Réalisée en France par la société Écobilan, filiale de la firme américaine *Dow Chemical*, ses résultats ont été diffusés par l'Organisation nationale interprofessionnelle des graines et fruits oléagineux (Onidol) et par la filière française des huiles et protéines végétales (Proléa). Nous nous baserons ici sur le rapport scientifique publié par Écobilan en 1992. Ce document a en effet l'intérêt d'être transparent sur les méthodes utilisées, et il sert toujours de base aux publications actuelles¹⁰. Cependant, concernant plus spécialement les bilans énergétiques et de gaz à effet de serre, les données ont été révisées dans un rapport technique¹¹ publié en 2002, toujours rédigé par Écobilan, pour l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) et la Direction des ressources énergétiques et minérales (DIREM) du ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie. Nous tiendrons aussi compte de cette publication.

Pour le bilan environnemental du diester, sa production est évaluée depuis l'étape première de la culture du colza (dont on utilise la graine pour en extraire l'huile) en passant par les procédés industriels d'estérification de l'huile végétale jusqu'à sa combustion comme carburant. Les flux générés lors de ces étapes sont comparés avec ceux du gazole.

Comme le remarque la société Écobilan elle-même sur son site internet¹², les bilans environnementaux ont leurs limites. La notion d'environnement est vaste, et les bilans environnementaux

► Figure 1 – Flux et étapes pris en compte dans les bilans environnementaux.



ne couvrent finalement pas l'ensemble de la problématique environnementale. Seul ce qui est quantitatif (mesurable) est considéré. Ainsi, dans les bilans environnementaux, on ne prend pas en compte de façon directe :

- l'impact des activités sur les paysages,
- le bruit,
- les odeurs,
- la toxicité des produits émis,
- le temps.

Par conséquent, dans l'exemple qui nous occupe ici, ni les effets de la culture de colza sur les paysages, ni les bruits et les odeurs¹³ liés à la combustion du diester, ni la toxicité des émissions ne sont considérés.

Comment intervient la phase de culture dans la prise en compte de l'effet de serre ?

Puisque l'on intègre la phase de culture du colza au bilan environnemental, les émissions de **gaz carbonique** (CO₂) liées à la combustion du diester sont contrebalancées par la captation de ce gaz à effet de serre au cours de la photosynthèse de la plante de colza. De ce fait, le bilan « émissions de CO₂ » est neutre. C'est cet atout essentiel du diester (comme pour les autres agrocarburants) qui est mis en avant par toute la filière.

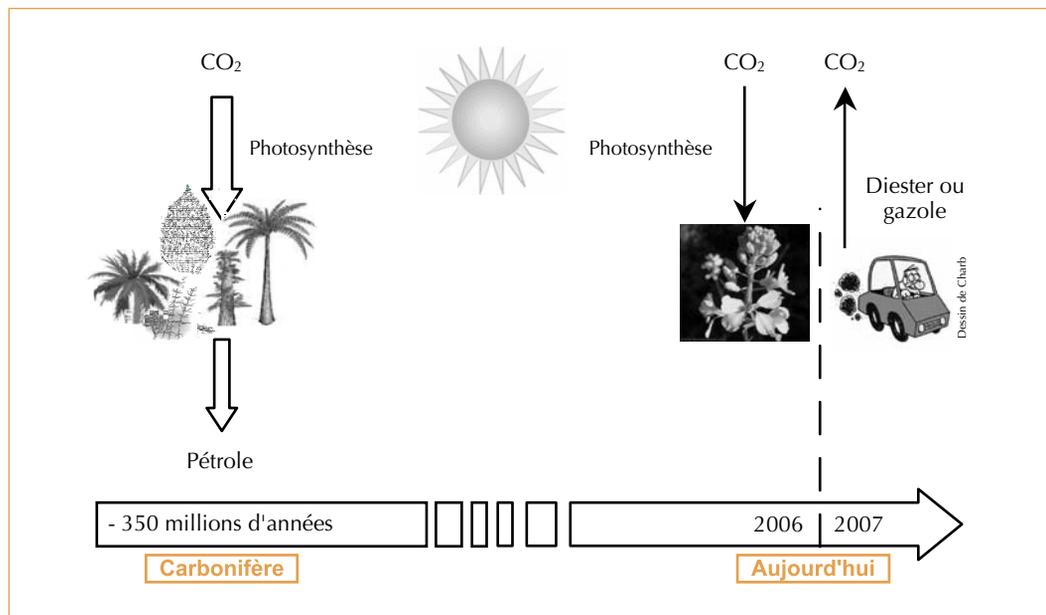
En d'autres termes, grâce à la photosynthèse naturelle des végétaux chlorophylliens, la plante de colza capte le gaz carbonique de l'air pour en constituer sa propre matière, et rejette de l'oxygène. Ainsi, les atomes de carbone qui constituent les plants de colza sont directement originaires de l'atmosphère. **Les atomes de carbone présents dans l'huile de colza que l'on transforme en diester proviennent donc de l'atmosphère, contrairement à ceux du gazole qui viennent du sous-sol.**

Notons cependant que ces derniers ont été eux aussi au départ captés dans l'atmosphère, par les végétaux qui ont constitué le pétrole, mais ce il y a 350 millions d'années, comme l'illustre la figure 2.

De fait, la combustion de diester conduit effectivement à l'émission de CO₂ correspondant aux atomes de carbone contenu dans le carburant, comme pour n'importe quel autre combustible, et il ne faudrait pas l'oublier sans quoi il n'y aurait pas de différence entre brûler du diester et ne pas le brûler ! Mais en prenant en compte l'étape de culture du colza dans le bilan, cette émission s'annule avec la captation de CO₂ liée à la photosynthèse. C'est ce raisonnement qui sert aujourd'hui dans les calculs des organismes internationaux tels que le GIEC¹⁴, et sur lequel se fonde une partie du marché d'émissions de gaz à effet de serre (crédit carbone).

13. Les moteurs brûlant du diester dégagent paraît-il une odeur de... friture.

14. Groupe intergouvernemental d'experts sur le climat. Cette organisation internationale fait référence en la matière. En anglais, IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change.



◀ Figure 2 – Fixé l'an dernier ou il y a des millions d'années, du gaz carbonique est toujours dégagé lors de la combustion.

15. Pour un objectif de rendement de 30 qx/ha.

16. On aurait pu au moins appliquer une simple « règle de trois ».

17. 1 tonne N₂O = 296 teCO₂.

18. 813 kg équ CO₂/ha (GIEC) au lieu de 38,75 kg équ CO₂/ha (Écobilan, 1992).

19. Union technique de l'automobile, du motocycle et du cycle.

Par ailleurs, le gaz carbonique n'est pas le seul gaz à effet de serre (GES) considéré par Écobilan. La phase de culture du colza est en effet émettrice de **protoxyde d'azote** (N₂O), puissant gaz à effet de serre. L'évaluation de ces émissions est soumise à une grande incertitude, puisqu'elles sont en relation avec de nombreux facteurs, en particulier la fertilisation azotée de la culture, mais aussi les itinéraires techniques choisis, les types de sols et surtout le degré d'humidité des sols, qui sont éminemment variables dans le temps et l'espace.

Les chiffres retenus en 1992 par Écobilan venaient de mesures réelles d'émissions de N₂O effectuées par J-C. Germon (INRA Dijon) sur une culture de blé fertilisée à 150 unités d'azote. Les émissions moyennes d'une culture de colza recevant 210 unités d'azote¹⁵ avaient ainsi été considérées par Écobilan comme équivalentes aux émissions de N₂O constatées par ce chercheur (0,125 kg de protoxyde d'azote émis par hectare). Considérer *a priori* ces deux niveaux de fertilisation comme similaires dans leur impact est pour le moins étonnant¹⁶. Ce manque de précision est d'autant plus gênant qu'une seule tonne de N₂O a un pouvoir de réchauffement global équivalent à 296 tonnes de CO₂¹⁷.

Les références du GIEC utilisées à l'échelle internationale sont de considérer les émissions de N₂O équivalentes à 1,25 % de l'azote apporté au sol cultivé. On obtient alors 2,625 kg de N₂O émis (1,25 % x 210) pour la fertilisation envisagée

plus haut, c'est-à-dire 21 fois plus que le chiffre d'émission retenu par Écobilan en 1992.¹⁸

Dans le rapport technique ADEME/DIREM de 2002 rédigé par Écobilan, on constate (p. 23) que cette tendance à la minoration des émissions de N₂O perdure encore. Alors que les références du GIEC sont habilement mises en avant dans le texte, ce sont cette fois-ci des facteurs d'émissions anglo-saxons, proposé par Skiba en 1996 à partir d'un nombre très limité d'essais, qui ont été retenus dans le cas de référence de l'étude. Ce choix n'est pas argumenté scientifiquement et ce facteur vaut seulement 0,50 % de l'apport d'azote à la culture de colza...

Nous ne nous lancerons pas dans une stérile querelle de chiffres, mais constaterons ici que le souhait de minorer les émissions semble prendre le pas sur la rigueur scientifique.

En définitive, et quels que soient les chiffres retenus, il convient de reconnaître que la filière diester est émettrice de gaz à effet de serre.

Le bilan environnemental du diester de colza : d'autres critères inventoriés en plus des gaz à effet de serre

Le tableau 1 tente une synthèse des comparaisons considérées dans le bilan environnemental du diester de colza par rapport au gazole, que nous allons discuter plus loin.

▼ Tableau 1 – Tableau récapitulatif des critères à considérer dans le bilan environnemental du diester par rapport au gazole (d'après l'auteur, selon Écobilan et l'UTAC¹⁹).

Émissions filière diester	Avantages par rapport au gazole	Inconvénients par rapport au gazole
Matières actives de pesticides, nitrates		Émis au cours de la culture du colza
Gaz carbonique	À échelle temporelle courte	
Protoxyde d'azote N ₂ O		Émis lors de la culture du colza. Puissant gaz à effet de serre
Oxydes de soufre	Très peu émis. L'acidification de l'atmosphère est ainsi limitée	
Hydrocarbures non méthaniques, particules	Moins 15 %, grâce à la présence d'oxygène dans le diester	
Oxydes d'azote (NOx).	Discutable	Discutable
Énergie produite/énergie fossile consommée	1,9 (Écobilan, 1992) ; 2,99 (Écobilan Ademe 2002)	

L'impact des produits phytosanitaires et des nitrates

Alors que la prise en compte de la phase agricole est un atout pour le bilan gaz à effet de serre du diester, elle l'est éminemment moins pour d'autres aspects environnementaux, tels que les émissions de pesticides. Mais dans l'étude Écobilan de 1992, les émissions de produits phytosanitaires liées à la culture du colza n'ont pas du tout été considérées. On pouvait en lire la justification dans une synthèse Proléa de 1994 : « aucun problème des eaux lié aux produits phytosanitaires appliqués sur colza n'a été constaté à ce jour ».

Alors qu'en moyenne, 6 à 7 traitements phytosanitaires sont annuellement destinés au colza (SCEES²⁰, 2001), que des résistances à certains insecticides apparaissent chez les méligèthes (insectes ravageurs du colza), et que l'IFEN²¹ constate une *contamination quasi généralisée des eaux de surface et des eaux souterraines par les pesticides* (INRA-Cemagref, 2005), on a du mal à concevoir que la culture du colza n'en partagerait pas une quelconque responsabilité. Il est vrai qu'aujourd'hui, on n'ose plus affirmer l'innocuité des pesticides. Cela dit, Écobilan ne les a pas pour autant intégrés dans ses bilans environnementaux et lors des journées techniques ADEME de juin 2005, la société justifie ce choix en précisant : « les impacts liés aux émissions de nitrates et produits phytosanitaires dans les eaux ne sont à ce jour pas intégrés puisqu'il n'existe pas de méthodes de monétisation de ces impacts »²².

Cet argument est discutable puisqu'il existe bien des méthodes économiques d'évaluation de ces externalités²³. De plus, et c'est un des intérêts des bilans environnementaux, il n'est nul besoin de monétiser les impacts pour mettre en évidence l'existence de flux à l'origine de ces impacts.

Notons que si ces impacts environnementaux de la culture du colza ne sont pas encore pris en compte, les instituts techniques tels que le CETIOM²⁴ travaillent cependant depuis des années pour définir des itinéraires techniques qui les minimisent.

Des avantages par rapport au gazole et un bilan nuancé

Plusieurs points sont favorables par comparaison au gazole.

L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

L'énergie fournie par la combustion du seul carburant ester méthylique de colza est près de deux

fois supérieure (1,9) à l'énergie fossile nécessaire à sa fabrication, compte tenu de toutes les étapes de culture, de transport et de transformation (graines et huile). Ceci s'explique encore par la photosynthèse chlorophyllienne, qui utilise l'énergie solaire (renouvelable) et ne consomme donc pas d'énergie fossile.

On trouve aujourd'hui en France des données d'efficacité énergétique largement supérieures, notamment le chiffre de 2,99²⁵. Il a été obtenu en imputant seulement une fraction des énergies fossiles consommées au diester, l'autre fraction allant aux tourteaux et glycérine co-produits. La répartition entre ces énergies a été effectuée selon les masses des co-produits, ce qui est discuté par certains auteurs (Sadones, 2006) qui y voient une façon d'améliorer artificiellement l'efficacité énergétique de la filière diester. Selon EDEN²⁶, une imputation selon le pouvoir calorifique des co-produits serait plus justifiée, et nous partageons ce point de vue : elle conduirait au chiffre de 2,23.

Notons au passage que cette imputation massique entre les co-produits est aussi utilisée pour les émissions de gaz à effet de serre, ce qui induit encore leur minoration. Ajoutons pour comparer, qu'aux États-Unis, les publications donnent une efficacité énergétique de 1,67 seulement pour le diester²⁷.

MOINS DE REJET D'OXYDE DE SOUFRE

La filière ester rejette six fois moins d'oxydes de soufre que la filière gazole dont la principale origine est l'utilisation des combustibles fossiles en raffinerie pétrolière. Cette réduction des émissions d'oxydes de soufre contribue à la diminution de « l'acidification » de l'atmosphère (pluies acides).

MOINS D'ÉMISSIONS D'HYDROCARBURES NON MÉTHANQUES

La principale contribution à ces émissions réside dans les étapes de production des carburants et dans les étapes de combustion pour les particules. La présence d'oxygène dans les esters permet une meilleure combustion qui entraîne une réduction d'environ 15 % de ces émissions sur l'ensemble du cycle de vie.

MAIS LES MESURES SONT DIVERGENTES POUR LES OXYDES D'AZOTE (NOX)

Selon certains, les essais réalisés avec le mélange à 30 % de diester montrent que les filières diester

20. Service central des enquêtes et études statistiques du ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

21. Institut français de l'environnement.

22. Cf. http://www.ademe.fr/hdocs/actualite/manifestations/Documents/interv_ossset.pdf

23. Cf. par exemple les méthodes fondées sur les coûts de purification de l'eau pour la rendre à nouveau potable (Amigues, 2003).

24. Centre technique interprofessionnel des oléagineux métropolitains.

25. Rapport ADEME/DIREM, op. cité.

26. EDEN : Énergie Développement et Environnement (www.eden-enr.org).

27. Source : <http://www.french-american.org/upload/flb/63/8> (Worldwatch Institute, 2006).

28. École des Mines de Paris.

et gazole pur ne présentent pas de différence significative en matière d'émissions (EMC²⁸, 1996). Mais, selon les essais de l'UTAC, réalisés sur voitures, la présence de diester de colza à 20 % dans le gazole accroît légèrement les émissions d'oxydes d'azote (Club des Villes, 1996). Ces oxydes d'azote proviennent de l'oxydation de l'azote de l'air et leur augmentation viendrait de la température de combustion localement plus élevée, du fait de la teneur en oxygène du diester. Ces gaz ont un effet irritant respiratoire.

Les besoins grandissants en transports : quelles conséquences pour le futur ?

Nous souhaitons aller plus loin en nous interrogeant sur le rôle que pourront jouer dans le futur les agrocarburants en général et sur les conséquences envisageables dans le domaine des transports. En effet, le taux de croissance escompté entre 2000 et 2020, pour le seul transport des marchandises est autour de 50 %, augmentant encore la demande en carburants (Conseil de l'Union européenne, 2007). Ce dernier se « félicite du développement dynamique du marché des biocarburants », mais « avertit que ce développement ne doit pas avoir de conséquences indésirables en termes d'environnement, de changement climatique, d'économie ou de société, et il demande par conséquent à la Commission de présenter une proposition relative à la certification des biocarburants en fonction de critères de durabilité et de leur contribution à la réduction des émissions globales de GES ».

Les surfaces agricoles mondiales sont limitées

En l'état actuel de nos techniques, les consommations françaises d'énergie fossile liées aux transports (17 %), ne pourront être totalement remplacées par des agrocarburants, car les surfaces agricoles nationales n'y suffiraient pas. En effet, L. Vilain (FNE²⁹) a calculé, à partir des chiffres du rapport ADEME-DIREM, que pour substituer l'intégralité du pétrole utilisé en France pour les transports (soit 50 Mtep³⁰) par du diester, il faudrait y consacrer 232 % de la surface agricole utile française (AgroEnvironnement Infos, 2005).³¹ On est donc dans une impasse : on ne pourra remplacer tout notre carburant fossile utilisé pour les transports par des agrocarburants, même si on y consacrait toutes les terres à finalité

alimentaire ! L'importation d'agrocarburants des pays tropicaux (huile de palme, éthanol ex-canne à sucre) devrait donc se développer, malgré le transport qu'elle nécessite et la déforestation qu'elle risque d'entraîner.

À l'échelle de l'**Union européenne**, F. Jacquet *et al.* (2007) ont calculé que pour atteindre le taux-cible d'incorporation des biocarburants de 5,75 % à l'horizon 2010, sur la base d'une production uniquement domestique, les besoins en terre seraient d'environ 13 millions d'hectares, soit environ 20 % des surfaces arables actuelles. Cela ne conduirait qu'à une réduction de 1 % des émissions de GES (en utilisant les chiffres d'Écobilan, 2002) sachant que les émissions de GES liées aux changements d'usage des sols n'ont pas été considérées (Jacquet *et al.*, 2007).

Nous sommes donc bien confrontés à une faible efficacité des agrocarburants actuels. Le procédé de liquéfaction de la biomasse entière de végétaux (pyrolyse thermochimique) fait miroiter quelques espoirs autour de l'idée de « carburants de 2^e génération ». Plus efficace, il permet en effet une plus forte **production d'énergie par hectare** grâce à la transformation de la totalité de la plante. Cependant, nous en sommes seulement au stade expérimental. D'ores et déjà, si l'on compare la quantité de gaz carbonique captée par un hectare de colza avec celle captée par les végétaux en C4 (miscanthus, sorgho,...), le colza perdra beaucoup de ses atouts... Prendre en considération le « **manque-à-capter** » du colza, par rapport à d'autres végétaux, permettra alors des stratégies raisonnées plus globalement en matière de productions énergétique **et** alimentaire. Mais nous n'en sommes pas là, et certaines usines de production de diester viennent tout juste d'être construites.

Selon le Bureau de la biomasse, des biocarburants, des bioénergies et des biomatériaux (B4B) du ministère de l'Agriculture et de la Pêche, alors que la production de diester s'est élevée en France à 370 000 tonnes en 2005, venant de 300 000 ha de colza, pour représenter 1 % du marché, il est prévu en 2010 de transformer 1,6 millions d'hectares d'oléagineux, au détriment des exportations (figure 3)³². En 2005, Sourié et Tréguer ont montré par modélisation économique que la compétition entre colza ester et colza alimentaire devrait survenir dès 2007 en France pour l'utilisation des terres. Et c'est effectivement le cas. Notons que si le prix du colza augmente beaucoup, il pourra

29. France-Nature-Environnement.

30. Millions de tonnes-équivalent-pétrole.

31. Si l'on prenait de l'éthanol ex-betterave, 80 % de la surface agricole utile devrait y être consacrée, ce qui demeure infaisable (la culture de colza permet de produire 1,37 t brute/ha de carburant, tandis que la culture de betterave permet d'en produire 5,78 t brute/ha).

32. In. <http://www.french-american.org/upload/flb/63/12>

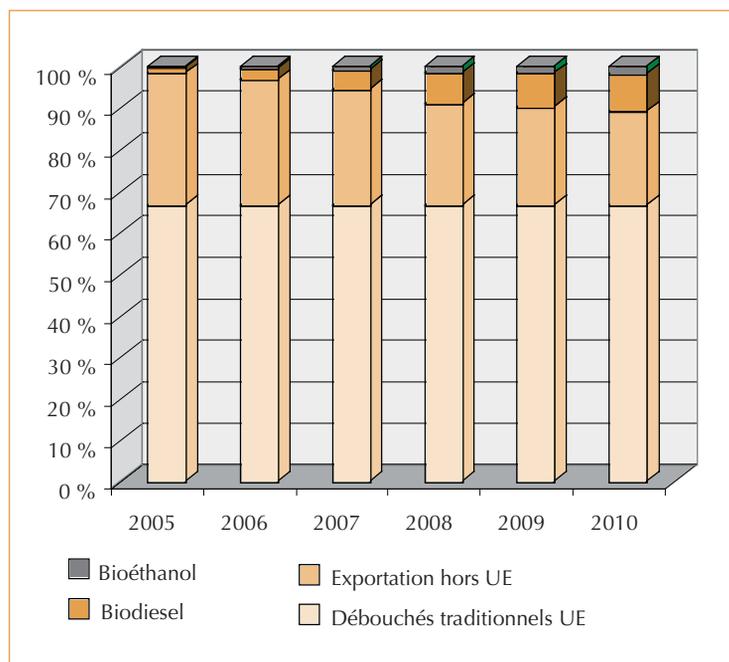
menacer la compétitivité relative du diester par rapport au gazole, le poste matière première agricole constituant en effet 90 % du coût de production du diester (Jacquet *et al.*, op. cité).

La réduction des exportations alimentaires des pays développés et l'augmentation de leurs importations à des fins énergétiques, font qu'il y a tout lieu de penser que les prix agricoles mondiaux vont augmenter, ce qui est d'ailleurs en train de se produire. Avec Michel Griffon, nous pensons que ce peut être une chance pour les 2,5 milliards d'agriculteurs pauvres dans le monde qui pourront bénéficier d'un effet de richesse³³. Mais ce sera aussi un problème pour les 200 millions de personnes sous-alimentées vivant en zone urbaine. Selon les perspectives démographiques, la population mondiale devrait atteindre un maximum de 9 milliards de personnes, avant de régresser à compter de 2050. Pour nourrir cette humanité en croissance, il faudra aussi augmenter la production agricole. Or, 75 % des terres cultivables sont déjà utilisées en Asie, 87 % en Afrique du Nord et de l'Ouest, 53 % en Russie, 44 % en Europe, en Amérique du Nord et au Japon. En revanche, il existe d'importantes marges de manœuvre en Amérique latine (19 %) et en Afrique sub-saharienne (22 %), mais ce serait au prix de la déforestation de l'Amazonie et du bassin du Congo. Il est clair que l'agriculture mondiale ne pourra assurer à la fois l'alimentation, la production en carburant et la préservation de la biodiversité. Des arbitrages seront nécessaires et l'intervention des États s'avérera indispensable pour que l'agriculture s'adapte au marché ainsi qu'aux changements climatiques à venir, tout en répondant prioritairement, nous l'espérons, aux besoins alimentaires humains.

Conclusions et perspectives

Pour le bilan environnemental du diester

En première conclusion, nous pouvons souligner l'aspect relatif des bénéfices environnementaux du diester et rappeler que le bilan environnemental du diester est nuancé. Certains avantages par rapport au gazole nous semblent toutefois suffisants pour justifier son développement, sans qu'il soit nécessaire de taire les inconvénients. Il est probable que c'est la compétition entre les différentes filières des agrocarburants – ester, éthanol, huile brute – qui explique la tendance à une certaine minoration des problèmes. Nous le regrettons, car ceci ne va pas forcément dans



▲ Figure 3 – Affections prévisionnelles des terres françaises en grandes cultures (source MAP-B4B).

le sens d'un traitement approprié par les médias, ni par les instances politiques elles-mêmes, qui doivent pourtant prendre des décisions engageant notre avenir à tous.

Il reste que la croissance des transports, même si ceux-ci sont alimentés en énergie renouvelable plutôt qu'en énergie fossile, apparaît comme bien peu soutenable à l'échelle de l'environnement global, comme nous l'avons montré. Une course à la terre entre les « quatre F » est ainsi redoutée³⁴. Il faudrait deux planètes pour remplir les estomacs, remplir les réservoirs et préserver l'avenir de la biodiversité³⁵. Alors, comment freiner cette fuite en avant ?

Le potentiel de réduction de nos consommations énergétiques doit être réalisé

Selon nous, à partir de notre expérience des bilans énergétiques d'exploitations agricoles, il est possible d'atténuer cette demande forte vis-à-vis des terres agricoles en **redonnant un lien territorial à l'alimentation, humaine et animale**.

1. Nous réduirions notablement nos consommations énergétiques liées aux transports de marchandises, tout en revitalisant les économies de

³³ Interview parue dans *Le Monde Économie* (2007).

³⁴ Food (alimentation humaine) ; Feed (aliments du bétail) ; Fiber (textile) et Fuel (carburants) (*Le Monde*, 2007).

³⁵ M. Griffon, cité dans *Le Monde* (2007).

36. Je ne pense pas néanmoins qu'il faille supprimer toute alimentation carnée, car nous avons besoin d'animaux pour leurs divers produits, pour les productions végétales, pour entretenir les zones pentues et pour notre diversité alimentaire. C'est l'excès de consommation de viande qui est ici en question, comme les excès dans la concentration des animaux.

37. De plus, l'huile végétale brute de colza a une efficacité énergétique de 3,8 (Eden, 2006).

proximité, si nous nous contentions de produits locaux et de saison pour notre alimentation. Mais ceci semble cependant d'autant plus inaccessible que les forces liées à la mondialisation nous propulsent dans la direction opposée, du moins tant que les transports restent économiquement peu coûteux.

2. De même, il s'agirait de (ré-)intégrer localement les productions animales et les productions végétales : nos animaux d'élevage devraient être nourris avec les produits et sous-produits des productions végétales **locales**, et leurs déjections devraient être valorisées localement en tant que fertilisant organique des cultures. En effet, c'est dans le cas d'exploitations mixtes que nous obtenons les meilleurs résultats énergétiques pour les deux types de productions (Risoud et Chopinet, 1999 ; Risoud *et al.*, 2002). Cet équilibre harmonieux entre production animale et production végétale aurait en outre l'intérêt de limiter certains problèmes environnementaux liés aux surconcentrations animales des élevages hors-sol, ceux-ci – les mal-nommés – requérant l'usage de terres autre part, souvent dans des lointains pays en voie de développement, pour l'alimentation des animaux.

3. À travers cette territorialisation de l'alimentation humaine et animale se joue l'enjeu des protéines végétales. La dépendance de l'Europe vis-à-vis de l'Amérique est le fruit d'accords anciens (Kennedy Round, Produits de Substitution aux Céréales, 1962) qui ont été perpétués en 1992 par les accords de Blair House. De ce fait, 75 % des protéines végétales sont importées en Europe, représentant la production de près de 15 millions d'hectares (Mouillet, 2003). Néanmoins, notons au passage qu'aujourd'hui, la filière diester pro-

duit du tourteau de colza assez riche en protéines qui est utilisable dans l'alimentation animale. Mais dans l'ensemble, la rentabilité économique de la culture de protéagineux pour l'alimentation animale reste faible en Europe.

Concernant l'alimentation humaine, sachant qu'il faut environ 7 fois moins d'énergie pour produire une même quantité de protéines végétales (lentilles, haricots secs, soja...) que de protéines animales (viande), et que celles-là requièrent beaucoup moins de surface pour être produites ; nous pourrions agir indirectement, mais favorablement, sur la situation planétaire tout simplement en substituant dans nos régimes alimentaires une partie des protéines animales par des protéines végétales³⁶.

4. Toujours pour réduire les transports, des actions politiques doivent émerger. Une taxe sur les émissions de CO₂ pourrait pousser à des choix plus territorialisés en matière de développement agricole et industriel. L'autorisation par la dernière Loi d'orientation agricole pour les agriculteurs de produire à la ferme leur propre carburant (huile végétale pure) pour le substituer au fioul de leurs tracteurs va ainsi tout à fait dans ce sens.³⁷

Pour conclure, les défis auxquels nous allons être confrontés avec la raréfaction du pétrole résident en sa substitution par des énergies renouvelables, mais aussi en la réduction des consommations énergétiques globales. Ils peuvent être des facteurs d'évolution de nos systèmes de production et de consommation vers une certaine sobriété énergétique, un rééquilibrage entre pays comme entre individus étant à envisager, les plus riches devant rapidement cesser tout gaspillage, au nom de notre avenir à tous, qui lui, n'est pas monnayable. □

Résumé

Constatant l'engouement pour les agrocarburants et les espoirs parfois irréalistes qu'ils suscitent, l'auteur reprend point par point les résultats du bilan environnemental du diester de colza, après avoir défini cette méthode. On aboutit ainsi à un tableau plus nuancé, où les incertitudes sont fortes, particulièrement pour l'impact sur l'effet de serre. De là une discussion est conduite sur les enjeux pour l'agriculture mondiale, en concluant sur les actions à envisager pour réduire les transports.

Abstract

Facing an unrealistic fascination for agrofuel by common people, the author examines one by one the results of the Life Cycle Assessment of rape seed biodiesel, after defining this method. A more finely-shaded view is established, in which uncertainties are high, especially regarding effect on global warming. Consequently, a discussion on the issues for the world agriculture is provided, with some possible actions aiming at the reduction of transport.

Bibliographie

- AMIGUES, J.-P., ARNAUD, F., BONNIEUX, F., 2003, *Évaluation des dommages dans le domaine de l'eau. Contribution à la constitution d'une base de données française*, Rapport de contrat pour le MEDD, 38 p. + annexes, <http://www.rennes.inra.fr/economie/pdf/evalbonn.pdf>
- AUGEREAU, J.-F., 1996, Les biocarburants issus du colza sont légèrement moins polluants ?, *Le Monde*, 10 février 1996.
- CHEVALLIER, M., 2006, Vivre sans pétrole ?, in *L'état de l'économie*, 2006, Hors-série d'Alternatives économiques, n° 68, p. 86-87.
- Club des villes, 1996, *Diester. Écobilan et bilan technique du diester*, Documents extraits de la conférence de presse du 19 mars 1996, École des Mines de Paris.
- Conseil de l'Union européenne, 2007, *Conclusions du Conseil concernant une stratégie européenne en matière d'énergie pour le secteur des transports*, juin 2007, 6 p.
- DUPONT, G., 2007, La bataille des biocarburants, *Le Monde*, 15 mai 2007, p. 2.
- ÉCOBILAN S.A., 1992, *Écobilan du diester de colza. Méthodologie générale*, Projet ONIDOL, synthèse, 25 p.
- ÉCOBILAN, Pricewaterhouse Coopers, 2002, *Bilans énergétiques et gaz à effet de serre des filières de production de biocarburants*, Étude mandatée par l'ADEME et la DIREM, 132 p.
- École des Mines de Paris, 1996, *Documents extraits de la Conférence de presse sur le Diester*, Paris, 19 mars 1996, www.inrao.de/France/F_MATERE/energie/huile/ecobila1.htm
- GRIFFON, M., 2007, Une compétition entre cultures alimentaires et énergétiques, *Le Monde Économie*, 3 avril 2007, p. 3.
- INRA, CEMAGREF, 2005, *Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter les impacts environnementaux*, Expertise scientifique collective, 64 p.
- JACQUET, F., BAMIÈRE, L., BUREAU, J.-C., GUINDÉ, L., GUYOMARD, H., MILLET, G., TRÉGUER, D., 2007, *Les enjeux du développement des biocarburants dans l'Union Européenne*, INRA, Journée du département SAE2, Paris, 14 juin 2007, 6 p.
- JOLLIET, O., SAADÉ, M., CRETTEZ, P., 2005, *Analyse de cycle de vie, comprendre et réaliser un écobilan*, Presse Polytechnique Universitaire Romane, 256 p.
- LESNES, C., 2006, L'huile de friture, essence du futur ?, *Le Monde*, 11 février 2006.
- MOUILLET, Y., 2003, Désintensification et autonomie en protéines, *Courrier de l'environnement*, INRA, n° 24, p. 125-128.
- PROLEA, *Diester, le diesel vert*, disponible sur <http://www.prolea.com>
- RISOUD, B., CHOPINET, B., 1999, Efficacité énergétique et diversité des systèmes de production agricole. Application à des exploitations agricoles bourguignonnes, *Ingénieries-EAT*, n° 20, déc. 1999, p. 17 à 25.
- RISOUD, B. (dir.) et al., 2002, *Analyse énergétique d'exploitations agricoles et pouvoir de réchauffement global. Méthode et résultats sur 140 fermes françaises*, Rapport d'étude pour l'ADEME, 102 p. + annexes.
- SADONES, P., 2006, *Les agrocarburants. Synthèse des travaux d'EDEN*, www.espoir-rural.fr
- SOURIE, J.-C., TREGUER, D., 2005, Le développement des biocarburants en France : une analyse de la compétition entre colza ester et colza alimentaire à l'horizon 2010, *OCL*, vol. 12, n° 2, p. 94-97.
- VILAIN, L., 2005, *AgroEnvironnement Info*, n° 36, printemps 2005.
- Worldwatch Institute, 2006, *Biofuels for transportation. Global potential and implications for sustainable agriculture and energy in the 21th century*, Table 10-1, p. 127, <http://www.french-american.org/>