

## L'impact des biocarburants sur l'effet de serre

Oléagineux, Corps Gras, Lipides. Volume 9, Numéro 5, 296-8, Septembre - Octobre 2002, La filière

**Auteur(s)** : Etienne POITRAT, ADEME (Agence de l'Environnement et de Maîtrise de l'énergie), 27, rue Louis-Vicat, 75015 Paris.

**Résumé** : Selon les statistiques de l'Observatoire de l'Énergie [1], la France a consommé 267 Mtep (tonnes équivalent pétrole) d'énergie primaire en 2001, ou 269 Mtep avec correction climatique. Cette consommation comprend 145,6 Mtep sous forme d'énergie fossile (tableau 1). Les émissions corrigées du seul CO<sub>2</sub> correspondant à l'énergie primaire consommée ont été entre août 2001 et juillet 2002, de 109 Mt de carbone par an [2]. Les énergies renouvelables (EnR) totales utilisées en France sont d'environ 28 Mtep/an, dont 16,1 tep sont produits par les grands barrages hydro-électriques. Les autres EnR sont les bioénergies (11,9 Mtep/an) et les énergies restantes, sont la géothermie, le solaire, l'éolien et la petite hydraulique [3]. En Europe, la France occupe la 5e place avec 11,5 % d'énergie renouvelable consommée après la Suède (26,7 %), l'Autriche (23,3 %), la Finlande (20,9 %) et le Portugal (16,9 %) [4]. D'autre part, la réserve mondiale prouvée des énergies fossiles représente au rythme actuel de consommation, qui est de 77 % de l'énergie totale consommée (tableau 2), environ 45 ans pour le pétrole, 60 ans pour le gaz et 220 à 250 ans pour le charbon. Afin de réduire les émissions de carbone fossile issues de la combustion des 77 % des énergies fossiles utilisées, il est nécessaire de réduire les consommations d'énergie par des économies et l'amélioration des rendements, de développer les énergies renouvelables et les technologies de séquestration du carbone. En France, les transports dépendent à plus de 95 % des hydrocarbures, non renouvelables, dont l'utilisation a une part déterminante (24 %) dans l'émission des gaz à effet de serre. Le transport routier représente 81 % de la consommation énergétique du secteur. L'effet de serre se manifeste par un réchauffement de la température de l'air (+ 0,5 °C/100 ans) et des océans (+ 0,3 °C/30 ans), avec une augmentation de la fonte des glaciers, une augmentation du niveau des océans (1 à 2 mm/an) et une augmentation des phénomènes climatiques atypiques. Est-ce un phénomène régulier dans le temps ou est-ce un phénomène réversible, ou encore un phénomène périodique dans l'histoire de la terre ? En tous cas, les conséquences observées méritent une attention particulière, s'agissant à la fois d'un enjeu énergétique avec une répercussion au plan climatique.

### ARTICLE

#### Les émissions de gaz à effet de serre

En 1995, la part des différents gaz émis par les pays développés qui consomment 2/3 de l'énergie primaire mondiale est la suivante : CO<sub>2</sub> (82 %), CH<sub>4</sub> (12 %), N<sub>2</sub>O (4 %), autres (2 %) (source CCNUCC, septembre 1998) [6]. Le gaz carbonique reste prépondérant pour ce qui concerne les émissions d'origine énergétique.

En 1990 ; les émissions totales de gaz à effet de serre représentaient en France 144 MteC/an (tonnes équivalent carbone).

En décembre 1997, l'adhésion au protocole de Kyoto a signifié pour notre pays un engagement de stabilité de l'émission de ces gaz entre 2008-2012 sur la base des émissions de 1990. Or l'augmentation de notre consommation d'énergie indique une dérive tendancielle qui devrait aboutir à une émission supplémentaire de + 16 MtC/an (tonnes de carbone) en 2010. Des actions pour restreindre ces émissions en 2010 sont donc à mettre en place et sont reprises par différents programmes nationaux contre l'effet de serre ayant pour objectif le respect du protocole de Kyoto [7].

### **La contribution des biocarburants**

Une récente étude [8] demandée par l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie) et la DIREM (Direction des Ressources Énergétiques et Minérales) à la Société Ecobilan (Pricewaterhouse Coopers) indique les résultats suivants pour 2005 (*tableau 3*) :

La différence entre le carburant minéral de référence et son substitut végétal compatible, généralement utilisé ou utilisable en mélange, génère un gain énergétique et un gain de gaz à effet de serre appréciables pour l'ensemble de chaque filière :

Par exemple :

- l'éthanol de betterave par rapport à l'essence : 52,3 g.eqCO<sub>2</sub>/MJ ;
- l'EMHV de colza par rapport au gazole : 55,6 g.eqCO<sub>2</sub>/MJ.

Ce gain peut être exprimé de la même manière par la réduction correspondante des émissions des gaz à effet de serre en équivalent CO<sub>2</sub> par tonne de biocarburant. L'éthanol est comparé ci-dessous à l'essence et les esters sont comparés au gazole (*tableau 4*).

En 2010, la Commission Européenne propose un objectif d'incorporation de 5,75 % des biocarburants aux carburants routiers contre 1 % aujourd'hui. Les quantités possibles envisagées sont indiquées dans le *tableau 6* ci-dessous. Les émissions de carbone évitées seraient ainsi de 1,11 Mteq carbone, soit près de 7 % de l'effort d'économie à prévoir pour la France suite au protocole de Kyoto (16 Mteq C).

### **Bilan du carbone avec la plante entière : l'exemple du colza**

Le bilan décrit ci-dessus est effectué avec l'huile et son dérivé ester utilisé comme carburant et substitut du gazole. Il ne prend pas en compte le carbone fixé par le reste de la plante (tiges, feuilles, racines...) et par le coproduit tourteaux (*tableau 7*). Ces produits connexes contribuent aussi au cycle périodique du carbone, représentent des flux, une fixation temporaire du carbone, une source énergétique, chimique ou alimentaire et le phénomène est renouvelable.

Une partie de ce flux de carbone immobilisé par la plante est en outre, comme dans toute culture agricole et forestière, séquestrée dans le complexe argilo-humique du sol.

Ces résultats sont bien sûr relatifs au contexte pédo-climatique qui est spécifique aux parcelles observées et ne sont pas extrapolables sans un travail de modélisation important.

D'autre part, l'ITCF et l'Inra ont montré que des gains de 100 à 300 kg de carbone/ha/an étaient obtenus selon les techniques de simplification de travail du sol et de mise en place de la culture et leur durée de mise en œuvre.

### **La valorisation économique de l'effet de serre évité**

Le gain en effet de serre peut être traduit en terme monétaire comme une externalité économique, conformément au principe des permis négociables avec deux hypothèses de coût, la première correspond au marché indicatif actuel du carbone, et la deuxième au prix d'objectif du Plan National de Lutte contre le Changement Climatique :

Coût par t de CO<sub>2</sub> économisée :

**1<sup>re</sup> hypothèse** : 5,5 euros/t - **2<sup>e</sup> hypothèse** : 20 euros/t

Coût par t de carbone économisée :

**1<sup>re</sup> hypothèse** : 20 euros/t - **2<sup>e</sup> hypothèse** : 75 euros/t

La valeur du gain obtenu avec l'ester par rapport au gazole et par tonne d'ester serait alors en 2005 de :

5,5 euros/t de CO<sub>2</sub> x 2,5 t CO<sub>2</sub>/t d'ester = 13,75 euros/t d'ester, soit 18,84 euros/ha avec une production de 1,37 t d'ester/ha,

ou 20 euros/t de CO<sub>2</sub> x 2,5 t CO<sub>2</sub>/t d'ester = 50 euros/t d'ester, soit 68,5 euros/ha avec le même rendement.

### **CONCLUSION**

Conformément aux objectifs de la Communauté Européenne et de nombreux pays dans le monde, il est important de développer les énergies renouvelables pour :

- devenir moins dépendant des énergies fossiles qui représentent 77 % de l'énergie totale mondiale consommée,
- assurer un mode de développement durable pour le futur,
- maîtriser le réchauffement de l'atmosphère pour éviter les changements climatiques qui ont des conséquences importantes dans certaines régions et pour leurs populations.

La production de biocarburants, éthanol ou esters, et particulièrement d'ester méthylique d'huile de colza génère un avantage en matière d'effet de serre par rapport aux carburants issus du pétrole et par rapport au GNV (Gaz Naturel Véhicule). Cet avantage, traduit en terme économique, selon le coût d'achat de droits d'émission ou de permis négociables au plan international, aboutit à des équivalences monétaires importantes à prendre en compte en terme de coûts et dans le cadre de la révision de la PAC (Politique Agricole Commune).

## REFERENCES

1. DGEMP, Observatoire de l'énergie (août 2002). Énergie et Matières Premières.
2. CPDP, Bulletin Mensuel (août 2002). Statistique énergie, p. 30.
3. MIES (Mission Interministérielle de l'Effet de serre), Rapport provisoire sur les mesures prises dans le cadre du PNLCC (septembre 2002).
4. ADEME, Exposition « Énergies et Énergies Renouvelables » (2002).
5. Conseil mondial de l'énergie (mai 2000). L'énergie pour le monde de demain, annexe 2, p. 150.
6. Idem à 5. P 59. CCNUCC, « Seconde compilation et synthèse des deuxièmes communications nationales », FCCC/CP/1998/Add.1, septembre 1998.
7. MIES (Mission Inter-ministérielle de l'Effet de serre), Rapport sur la préparation d'un nouveau programme de lutte contre le risque de changement climatique (2000).
8. Écobilan, Etude pour l'ADEME et la DIREM (septembre 2002) « Bilans énergétiques et gaz à effet de serre des filières de production de biocarburants en France », note de synthèse provisoire.
9. Inra Chalons/Grignon, Base de données « Écobilan colza » (1997).
10. TRINSOUTROT I (1999). Thèse sur l'influence de la qualité biochimique et de la teneur en azote des résidus de colza (*Brassica napus* L.) sur les transformations du carbone et de l'azote au cours de leur décomposition dans le sol.

## Illustrations

Tableau 1. Consommation française d'énergie primaire corrigée du climat en 2001.

Énergie primaire	Mtep	%
Charbon	11,9	4,4
Pétrole	96,5	35,9
Gaz	37,2	13,8
Électricité primaire (1)	111,2	41,3
EnR thermique (2)	12,2	4,5
Total	269	100

(1) Autre que le charbon, pétrole et gaz. (2) Hors hydraulique, éolien et photovoltaïque.

Tableau 2. Part de l'énergie consommée sur la planète en 1990 [5].

Pétrole :	34 %	}	Combustibles fossiles : 77 %
Charbon :	24 %		
Gaz naturel :	19 %		
Nucléaire :	5 %	}	18 %
Hydraulique :			
Biomasse :			

Tableau 3. Bilan des gaz à effet de serre des filières biocarburants complètes en 2005 avec hypothèse de combustion totale.

Émissions de GES par MJ disponible g.eq CO <sub>2</sub> /MJ	Essence	Éthanol de blé	Éthanol de betterave	MTBE (1)	ETBE (2) blé	ETBE (2) betterave
		85,9	34,4	33,6	88,9	70,5
	Gazole	Huile de colza	Huile de tournesol		EMHV (3) colza	EMHV (3) tournesol
		79,3	17,8	13,2		23,7

(1) Méthyl tertio Butyl Ether. (2) Ethyl tertio Butyl Ether. (3) Ester Méthylque d'huile végétale.

Tableau 4. Gain des émissions des gaz à effet de serre (GES) pour quatre filières de biocarburants en 2005 et 2009.

	Versus	teq CO <sub>2</sub> /t en 2005	teq CO <sub>2</sub> /t en 2009
Éthanol de betterave	Essence	2,748	3,108
Éthanol de blé	Essence	2,728	3,130
EMHV de colza	Gazole	2,502	2,667
EMHV de tournesol	Gazole	2,645	2,783

Tableau 5. Quantités de biocarburants produites en France en 2001 et gains de GES correspondants.

2001	Quantités produites (t)	teq CO <sub>2</sub> évitées	teq C évitées
Éthanol	90 513	247 800	67 582
EMHV de colza	310 700	777 370	212 010
Total	-	1 025 170	279 592

Tableau 6. Hypothèse des quantités de biocarburants produits en France en 2009-2010 et gains de GES correspondants.

2009-2010	Quantités (t)	teq CO <sub>2</sub> évitées	teq C évitées
Éthanol	770 000	2 404 450	655 760
EMHV de colza	620 000 (1)	1 653 540	450 970
Total		4 057 990	1 106 730

(1) Hypothèse probable, inférieure à 5,75 %.

Tableau 7. Bilan du carbone avec la plante entière de colza [9][10].

	MS obtenue (t/ha/an)	Coefficients	Carbone fixé (t/ha)	CO <sub>2</sub> fixé (t/ha)
Tourteaux	1,66	0,18	0,3	1,1
Feuilles, tiges, siliques	13,42	0,447 (10)	6 (9)	22
Racines	0,98	0,44 (10)	0,43 (9)	1,58
Total*	16,06		6,73	24,68

\* Le bilan est présenté sans l'huile extraite qui sert par ailleurs à obtenir le biocarburant.