

**Auteur : Alexandre Proy**

**Evaluation des prix de revient des biocarburants en France :  
*prise en compte des externalités et comparaison avec le prix de  
revient du gazole et de l'essence sans plomb 95***

**Major : Finance**

**Tuteur du projet de fin d'études : Christophe Bouteiller**

**Format choisi : Mémoire de recherche**

**REIMS MANAGEMENT SCHOOL**

**TEMA**

**2004-2005**

**PROJET DE FIN D'ETUDES**

L'école Tema n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans le Projet de Fin d'Etudes. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.

---



Introduction .....	6
<b>1 Le contexte et le marché des biocarburants .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1 Les énergies substituables aux produits pétroliers ....</b>	<b>9</b>
1.1.1 La pile à hydrogène.....	9
1.1.2 L'électricité .....	10
1.1.2.1 Un prix variable selon la technologie utilisée.....	10
1.1.2.2 Les voitures électriques.....	12
1.1.3 Les biocarburants.....	13
1.1.3.1 La filière éthanol.....	14
1.1.3.2 Le biodiesel.....	18
<b>1.2 Le marché des biocarburants .....</b>	<b>21</b>
1.2.1 Le marché des biocarburants en France.....	21
1.2.1.1 L'organisation du marché de l'éthanol.....	21
1.2.1.2 Le marché du biodiesel.....	23
1.2.2 L'estimation du volume de production pour 2010.....	24
1.2.3 Les acteurs étrangers .....	25
<b>1.3 L'impact de la réglementation .....</b>	<b>27</b>
1.3.1 Les souhaits de la Commission Européenne.....	27
1.3.2 La directive « Promotion des biocarburants » 2003/30/CE .....	28
1.3.3 La directive « fiscale » 2003/96/CE.....	29
1.3.4 La défiscalisation en France .....	30
1.3.5 Les incitations chez nos voisins européens.....	33
1.3.6 Les conséquences de la réglementation .....	34
<b>2 La prise en compte des externalités dans le prix de revient des biocarburants .....</b>	<b>37</b>
<b>2.1 Les externalités de nature environnementale .....</b>	<b>39</b>
2.1.1 L'objectif de réduction des émissions de Gaz à Effet de Serre .....	39
2.1.2 Le secteur des transports : le plus concerné. ....	40
2.1.3 Le bilan des gaz à effet de serre.....	42
2.1.4 L'impact de la production de biocarburants sur la biosphère .....	44
2.1.5 La bourse de carbone en Europe.....	44
2.1.6 Le coût des externalités environnementales des carburants.....	46
<b>2.2 La valorisation de l'indépendance énergétique.....</b>	<b>48</b>
2.2.1 L'objectif premier : la réduction de la dépendance énergétique.....	48
2.2.1.1 En Europe.....	48
2.2.1.2 En France .....	49
2.2.2 Le cours du pétrole, un élément décisif.....	49
2.2.3 Les réserves pétrolières .....	51
2.2.4 L'hostilité des pétroliers .....	51
2.2.5 La hausse de la consommation de produits pétroliers.....	52
2.2.6 La comparaison des bilans énergétiques.....	53
2.2.7 La valorisation de l'indépendance énergétique .....	54
<b>2.3 La valorisation des enjeux économiques .....</b>	<b>55</b>
2.3.1 Une protection contre les importations : une nécessité. ....	55
2.3.2 Les emplois, un impact non négligeable. ....	56
2.3.3 Les revenus fiscaux supplémentaires.....	57

2.3.4	La réduction des importations d'aliments pour animaux.....	58
2.3.5	Valorisation des externalités économiques.....	60
<b>3</b>	<b>Le prix de revient des biocarburants comparé et agrégé.....</b>	<b>62</b>
<b>3.1</b>	<b><i>L'importance du secteur agricole sur le prix de revient.....</i></b>	<b>62</b>
3.1.1	L'évaluation de la surface agricole utile.....	62
3.1.2	L'intérêt pour l'exploitant agricole.....	64
3.1.3	L'évaluation du coût d'opportunité pour l'exploitant agricole.....	66
<b>3.2</b>	<b><i>Le prix de revient des carburants.....</i></b>	<b>69</b>
3.2.1	Le prix de revient des Huiles Végétales Pures .....	69
3.2.1.1	<i>Le débat sur les Huiles Végétales Pures.....</i>	<i>69</i>
3.2.1.2	<i>Le prix de revient des HVP.....</i>	<i>70</i>
3.2.2	Le prix de revient de l'éthanol.....	72
3.2.3	Le prix de revient du biodiesel.....	75
3.2.4	Le prix de revient des énergies fossiles.....	78
3.2.4.1	<i>Le prix de revient du gazole.....</i>	<i>80</i>
3.2.4.2	<i>Le prix de revient du sans plomb 95.....</i>	<i>81</i>
<b>3.3</b>	<b><i>La prise en compte des externalités et la comparaison des prix de revient entre les produits.....</i></b>	<b>82</b>
3.3.1	La comparaison sans les externalités.....	82
3.3.2	La comparaison des prix de revient agrégés.....	83
	<b>Conclusion .....</b>	<b>85</b>
	Liste des tableaux et graphiques.....	4
	Bibliographie.....	87
	Annexe 1.....	89
	Annexe 2.....	90
	Annexe 3.....	91
	Annexe 4.....	92
	Annexe 5.....	93

## Liste des tableaux et graphiques

Tableau 1.1.2.1.a/ Production électrique en 2003 en France.....	11
Tableau 1.1.2.1.b/ Comparaison du coût de revient entre les différentes filières électrique (chiffres 2001).....	12
Tableau 1.1.3.1.2/ Gain en indice d'octane avec un additif.....	16
Tableau 1.2.1.1.b/ Consommation d'éthanol/ETBE en France.....	22
Tableau 1.2.2/ Données permettant de calculer les échelles de conversion.....	24
Tableau 1.3.1/ Taux d'incorporation de biocarburant dans les carburants.....	28
Tableau 1.3.4.a/ Présentation de la TIC* en 2004.....	30
Tableau 1.3.5/ Présentation des dispositifs de six pays au 1 <sup>er</sup> janvier 2004 pour le développement des biocarburants.....	33
Tableau 2.1.6.a/ Coût potentiel des dommages liés à l'effet de serre pour la filière éthanol.....	46
Tableau 2.1.6.b/ Coût potentiel des dommages liés à l'effet de pour la filière biodiesel.....	46
Tableau 2.1.6.c/ Coût de l'effet de serre par litre.....	47
Tableau 2.1.6.d/ Représentation des coûts externes environnementaux pour les différentes filières.....	48
Tableau 2.2.3/ Evolution de la consommation finale de produits pétroliers en France.....	52
Tableau 2.2.4.a/ Comparaison des bilans énergétiques pour la filière éthanol.....	53
Tableau 2.2.4.b/ Comparaison des bilans énergétiques pour la filière biodiesel.....	53
Tableau 2.3.4.a/ Production de co-produits destinés à alimenter les animaux.....	59
Tableau 2.3.4.b/ Solde commercial théorique des tourteaux en 2010.....	59
Tableau 2.3.5/ Récapitulatif des externalités économiques liés à la production de biocarburants en France.....	60
Tableau 3.1.1.a/ Rendement énergétique par type de biocarburant.....	63
Tableau 3.1.1.b/ Superficie nécessaire selon les types de biocarburant.....	63
Tableau 3.1.3.a/ Aide octroyée selon le type de surface.....	66
Tableau 3.1.3.b/ Indicateurs de prix minimum pour la récolte 2004.....	67
Tableau 3.1.3.c/ Calcul des prix équivalents concernant la culture sur jachère.....	68
Tableau 3.1.3.d/ Calcul des prix équivalents concernant la culture hors jachère.....	68
Tableau 3.2.1.2/ Coût de revient final de l'Huile Végétale Pure.....	71
Tableau 3.2.2.a/ Estimation du coût de revient d'éthanol (2003).....	72
Tableau 3.2.2.c/ Coût de revient de l'éthanol.....	74
Tableau 3.2.2.d/ Comparaison des prix de revient courant et potentiel de l'éthanol en Amérique du Nord.....	75
Tableau 3.2.3.a/ Estimation du coût de production du biodiesel en Europe.....	76
Tableau 3.2.3.c/ Prix de revient du biodiesel.....	78
Tableau 3.2.4.a/ Prix moyen annuel des essences sans plomb 95 et du gazole sur le marché de Rotterdam.....	79
Tableau 3.1.1/ Comparaison des prix de revient entre les carburants renouvelables et fossiles.....	83
Tableau 3.3.2.a/ Coût social des carburants fossiles et renouvelables.....	84
Tableau 3.3.2.b/ Comparaison des revenus tirés des carburants.....	85
Graphique 1.1.3.1.1/ Schéma de production de l'éthanol.....	15
Graphique 1.1.3.2.1/ Schéma de production du biodiesel.....	19
Graphique 1.2.1.1.a/ Organisation du marché de l'Ethanol en France.....	22
Graphique 1.3.4.b/ Evolution des agréments et du seuil à respecter.....	32
Graphique 2/ Effet d'une externalité positive sur la demande.....	38
Graphique 2.1.2.a/ Consommation énergétique en 2002.....	40

Graphique 2.1.2.b/ Evolution des émissions de particules en France du secteur des transports routiers.....	41
Graphique 2.1.3.a/ Bilan des gaz à effet de serre pour la filière Ethanol.....	42
Graphique 2.1.3.b/ Bilan des gaz à effet de serre pour les filières Huile et EMHV.....	43
Graphique 2.2.2/ Evolution du prix du Pétrole Brent à Londres (en \$/baril).....	50
Graphique 3.1.2/ Evolution des prix moyens des matières premières pour la production d'éthanol.....	65
Graphique 3.2.2.b/ Corrélation entre éthanol et ressources agricoles.....	73
Graphique 3.2.3.b/ Cours des Huiles sur les marchés.....	77
Graphique 3.2.4.b/ Evolution de l'euro en dollar.....	80
Graphique 3.2.4.1/ Evolution du prix de revient du gazole.....	81
Graphique 3.2.4.2/ Evolution du prix de revient de l'essence sans plomb 95.....	82

## Introduction

L'épuisement probable des ressources fossiles à l'horizon de la fin de ce siècle est une idée partagée par la plupart et une question se pose alors : par quoi vont-elles être remplacées?

A cette question, est subitement sorti du lot un « or vert », catalogué en tant que « bio » carburant et maintenant favori de la compétition : « qui va remplacer le pétrole ». Un favori vite classé en tant que ressource idéale, à priori non polluante, peu coûteux et avec cela, équitable pour les participants à son développement.

Cependant, maintenant que nous sommes bien conditionnés à voir augmenter le prix de notre énergie, le sang de notre économie et le fruit de notre bien-être, nous pouvons peut-être prendre le temps de bien s'organiser !

En effet l'enjeu est de taille et le recul pris sur cette « nouvelle » forme d'énergie, nous amène maintenant à bien connaître ses tenants et ses aboutissants. Mais des questions subsistent et animent la curiosité : « quand le relais se fera-t-il ? », « quel sera l'intérêt économique à développer cette filière » et « dans quelle condition cela se fera-t-il ? ».

C'est pourquoi, au-delà d'une recherche académique, ce mémoire a été poussé par un intérêt personnel et professionnel associé au premier maillon de la chaîne, les agroressources.

Pour répondre à ces questions, ce mémoire de recherche a mis en avant la comparaison des prix de revient entre les énergies fossiles et renouvelables, afin de dévoiler le potentiel de développement de cet « or vert ». Le prix de revient constitue l'élément déterminant de son développement, puisque chaque acteur souhaitant participer à l'essor des biocarburants doit évidemment trouver un intérêt économique au moins aussi attractif que dans la filière concurrente, en l'occurrence les énergies fossiles.

La décomposition du prix de revient permettra d'une part de dévoiler quel est l'intérêt, s'il y a, pour les exploitants agricoles de participer au développement de cette filière et d'autre part d'analyser les variables explicatives des différents coûts de revient.

Etant donné que l'arrivée des biocarburants se fait à priori accompagnée d'enjeux environnementaux, énergétiques et économiques, il est apparu intéressant d'estimer les gains perçus et de les intégrer dans leur prix de revient. L'investigation menée a tenté de définir quel pouvait être le coût social, c'est-à-dire un coût où sont intégrés les effets externes des biocarburants. La recherche faite à ce sujet s'est largement inspirée des travaux réalisés par le cabinet de conseil PriceWaterhouseCoopers en 2002 et 2003 tant sur les biocarburants eux-mêmes que sur leurs externalités.

Ainsi dans une première partie, le contexte et le marché des biocarburants seront détaillés afin de bien cerner les positions prises par les principaux acteurs. L'implication de l'Etat sera analysée et bien entendu comparée avec nos voisins européens.

Ensuite, dans une deuxième partie, les enjeux relatifs à l'utilisation de biocarburants seront énumérés et monétarisés, pour rentrer dans le champ d'analyse du prix de revient des biocarburants.

Enfin, la dernière partie comparera les prix de revient entre les énergies renouvelables et leurs homologues fossiles avec et sans les coûts externes calculés auparavant. Différentes variables expliquant le prix de revient, tel que le cours du pétrole, seront analysées pour en cerner l'importance et l'influence.

Parallèlement à cette recherche, seront dévoilés les conflits d'intérêts entre les acteurs et les enjeux pour le secteur agricole qui trouve ici un nouveau débouché. Un débouché d'autant plus important que le Conseil national de la recherche des Etats-Unis estime que le taux de substitution des agroressources aux sources fossiles pourrait atteindre 50 % au milieu de ce siècle !



# **1 Le contexte et le marché des biocarburants**

Quelle énergie va pouvoir remplacer le pétrole dont l'avenir est de plus en plus incertain ? On imagine sans cesse de nouveaux procédés, parfois assez délirants, mais à travers un tour d'horizon des technologies les plus intéressantes, c'est-à-dire qui pourraient satisfaire au mieux les contraintes économiques et environnementales, les biocarburants se distinguent par leur facilité d'accès.

En effet, une analyse rapide et actuelle des solutions potentielles à ce problème d'envergure met en avant trois types de technologies, - la pile à combustible, solution pour l'instant beaucoup trop onéreuse promis à un bel avenir, - l'électricité dont les procédés, issus de ressources renouvelables, ne cessent d'attiser les convoitises et enfin, - les biocarburants qui sont sur les feux de la rampe.

## ***1.1 Les énergies substituables aux produits pétroliers***

### **1.1.1 La pile à hydrogène**

L'Homme s'est toujours fixé pour idéal, à mesure que les technologies évoluent, un monde propre où l'énergie primaire n'émettrait aucune particule polluante, le monde rêvé en quelque sorte.

Le constat actuel en est très éloigné, mais certains gouvernements, tels que les Etats-Unis ou l'Allemagne se penchent sur ce problème et posent leurs ambitions sur la pile à combustible.

Le concept n'est pas nouveau puisque c'est en 1839 que William Grove avait découvert le procédé, mais son invention n'avait pas suscité l'intérêt des investisseurs de cette époque étant donné que le charbon, puis le pétrole offraient de meilleures perspectives économiques.

Mais aujourd'hui la main passe du fait de l'épuisement des ressources fossiles et de la lutte contre l'effet de serre. Tout autant que pour l'électricité et les biocarburants, la pile à combustible possède des arguments forts pour

le développement de cette technologie qui ne rejette aucun élément, mis à part de l'eau, dans le cas où l'hydrogène est utilisé comme combustible.

Le coût pour l'instant très élevé de ce procédé constitue son principal rempart pour être commercialisé à grande échelle, car malgré les progrès de ces dernières années, **les coûts doivent être divisés par cent** (le prix du kilowatt est aujourd'hui de 6000 euros alors qu'il faudrait qu'il soit de l'ordre de 50 euros). Son adaptation aux transports lui imposera d'autres contraintes tels que l'autonomie, le volume, le poids et la sécurité pour l'utilisateur ; des détails sur lesquels des ingénieurs du secteur automobile travaillent.

Les premières voitures commercialisées avec ce système sont attendues courant de la prochaine décennie mais le calendrier prend chaque fois un peu plus de retard à mesure que des difficultés techniques apparaissent et leur coût devrait être encore bien trop élevé.

## **1.1.2 L'électricité**

### **1.1.2.1 Un prix variable selon la technologie utilisée.**

L'électricité ne constitue pas une source d'énergie primaire en soit et est intimement liée aux ressources utilisées pour sa fabrication, c'est pourquoi , avec les nouvelles normes européennes concernant la protection de l'environnement, les projets pour les cogénérations à base de biomasse et biogaz fleurissent. L'accent est par ailleurs mis sur les nouvelles technologies telles que la géothermie, les éoliennes, le photovoltaïque, qui, avec les centrales hydrauliques, souhaitent remplir l'objectif de l'Union européenne qui vise à porter à **21 % la part des énergies renouvelables dans la production d'électricité en 2010**.

**Le coût de production électrique en France**, qui est actuellement un des plus bas en Europe, ne sera **pas tellement impacté par la mise en place des « droits à polluer »** du fait de nos capacités importantes installées en nucléaire qui émettent très peu de CO<sub>2</sub>, mais il n'en demeure pas moins que

le prix final de l'électricité risque fort de croître au regard du développement des énergies renouvelables, dont la part est encore marginale.

Tableau 1.1.2.1.a/ Production électrique en 2003 en France

Ressources	En GWh	Part dans la production totale
Nucléaire	441 000	77,1%
Thermique	61 000	10,7%
Hydraulique	64 877	11,3%
Eolien	342	0,1%
Photovoltaïque	9,4	0,0%
Déchets urbains	3 285	0,6%
Bois	1 344	0,2%
Biogaz	416	0,1%

12,3 %  
d'énergie  
renouvelable

Source : élaboration personnelle, d'après les données de la DGMEP

On remarque que les énergies renouvelables, si l'on met l'énergie hydraulique de côté, ne représente qu'environ 1% de la production électrique en France.

Précisons que l'Etat français souhaite augmenter la part de ces énergies dans le panorama électrique de façon significative, puisque son ambition pour le secteur éolien, par exemple, est d'atteindre les 20 TWh en 2010, soit 58 fois plus qu'en 2003 !

Cependant, l'électricité, considérée comme une source d'énergie « verte », si elle en est, ne pourra pas se substituer au pétrole tant que son coût de revient ne côtoiera pas celui de son concurrent.

Mis à part, le récent projet de l'EPR dont le coût du kWh produit est de l'ordre de 3 centimes d'euro (pour un fonctionnement en base toute l'année et un taux d'actualisation de 8% réel, hors inflation) les investissements liés à la production d'énergies renouvelables tendent à faire croître le coût de revient moyen du kWh produit.

Tableau 1.1.2.1.b/ Comparaison du coût de revient entre les différentes filières électrique (chiffres 2001)

Ressources	En centimes d'euro par kWh
Turbine à Fuel	3 à 4,2
Nucléaire	3, 2
Eolien	4,5 à 7,5
Photovoltaïque	300 à 1000

Source : Elaboration personnelle

Au vu des coûts de revient entre les différentes filières, on comprend pourquoi l'accent est mis sur l'éolien, d'autant plus que la France est idéalement exposée aux vents atlantiques et méditerranéens.

### **1.1.2.2 Les voitures électriques.**

Les voitures « 100 % électriques » n'ont jamais prétendu égaler les performances d'un moteur thermique, et les avancées réalisées dans les moteurs électriques ne permettront sans doute pas une mise sur le marché significative, du fait, principalement, d'un manque de stockage électrique évident.

Par contre la combinaison thermique-électrique, qui réduit la consommation d'une berline aux alentours de 4 litres au 100 km, s'avère intéressante et fait l'objet d'importantes recherches de la part de grands constructeurs. Cependant, alors que les voitures hybrides ont été couronnées de succès lors de l'élection de la Toyota Prius comme « voiture de l'année 2005 », récompensée pour ses efforts dans la production d'une voiture hybride plus respectueuse de l'environnement, leurs prix de vente sont encore élevés et le nombre de véhicules vendus reste très marginal.

Les investissements colossaux faits dans ce domaine laissent pourtant prétendre une croissance rapide des ventes, mais cela n'encombrera pas la filière des biocarburants avec laquelle elle pourrait s'allier pour réduire les émissions de gaz à effet de serre.

### 1.1.3 Les biocarburants.

Leur principal atout réside dans leur facilité d'accès sur le marché de la carburation. En effet, leur incorporation directe dans les voitures actuelles leur permet de toucher un marché potentiel relativement important, quoique celui-ci tende à diminuer à mesure qu'augmentent les modifications des moteurs qui admettent une moindre quantité de biocarburants

Avant de présenter les volumes déjà commercialisés sur les différents marchés il serait bon de dresser le panel des produits considérés comme étant un biocarburant.

La directive 2003/30, article 1<sup>er</sup>, présente la définition des biocarburants : *«un combustible liquide ou gazeux utilisé pour le transport et produit à partir de la biomasse. »*

L'article 2 énumère les produits considérés comme tel :

- « a) «**bioéthanol**»: éthanol produit à partir de la biomasse et/ou de la fraction biodégradable des déchets et utilisé comme biocarburant;*
- b) «**biodiesel**»: ester méthylique de qualité diesel produit à partir d'une huile végétale ou animale à utiliser comme biocarburant;*
- c) «**biogaz**»: gaz combustible produit à partir de la biomasse et/ou de la fraction biodégradable des déchets, purifié jusqu'à obtention d'une qualité équivalente à celle du gaz naturel et utilisé comme biocarburant, ou gaz produit à partir du bois;*
- d) «**biométhanol**»: méthanol produit à partir de la biomasse, à utiliser comme biocarburant;*
- e) «**biodiméthyléther**»: diméthyléther produit à partir de la biomasse, utilisé comme biocarburant;*
- f) «**bio-ETBE** (éthyl-tertio-butyl-éther)»: ETBE produit à partir de bioéthanol. Le pourcentage en volume de biocarburant dans le bio-ETBE est de 47 %;*
- g) «**bio-MTBE** (méthyl-tertio-butyl-éther)»: un carburant produit à partir de biométhanol. Le pourcentage en volume de biocarburant dans le bio-MTBE est de 36 %;*
- h) «**biocarburants synthétiques**»: hydrocarbures synthétiques ou mélanges d'hydrocarbures synthétiques produits à partir de la biomasse;*

i) «**biohydrogène**»: hydrogène produit à partir de la biomasse et/ou de la fraction biodégradable des déchets et utilisé comme biocarburant.

j) «**huile végétale pure**»: huile produite à partir de plantes oléagineuses par pression, extraction ou procédés comparables, brute ou raffinée, mais sans modification chimique, dans les cas où son utilisation est compatible avec le type de moteur concerné et les exigences correspondantes en matière d'émissions. »

Pour la clarté de la recherche, les filières du bio-éthanol, du biodiesel et de l'huile végétale pure ont été le centre d'intérêt de la problématique, étant donné leurs enjeux mais aussi leur potentiel de développement.

### 1.1.3.1 La filière éthanol.

#### 1.1.3.1.1 L'éthanol

**L'éthanol peut être produit à partir de différentes matières végétales**, les amylacés (blé, triticales), les saccharigènes (topinambour, betterave) et les lignocellulosiques (paille, taillis..).

L'intérêt de ces végétaux réside en leur teneur en sucre (amidon, saccharose, cellulose) dont on extrait les sucres simples fermentescibles, à partir desquels on obtient de l'éthanol ou alcool éthylique ( $C_2H_5OH$ ) qui se présente sous la forme d'un liquide inflammable et incolore. Ensuite l'éthanol doit être distillée pour être séparée de l'eau et des mélanges ayant permis sa transformation.

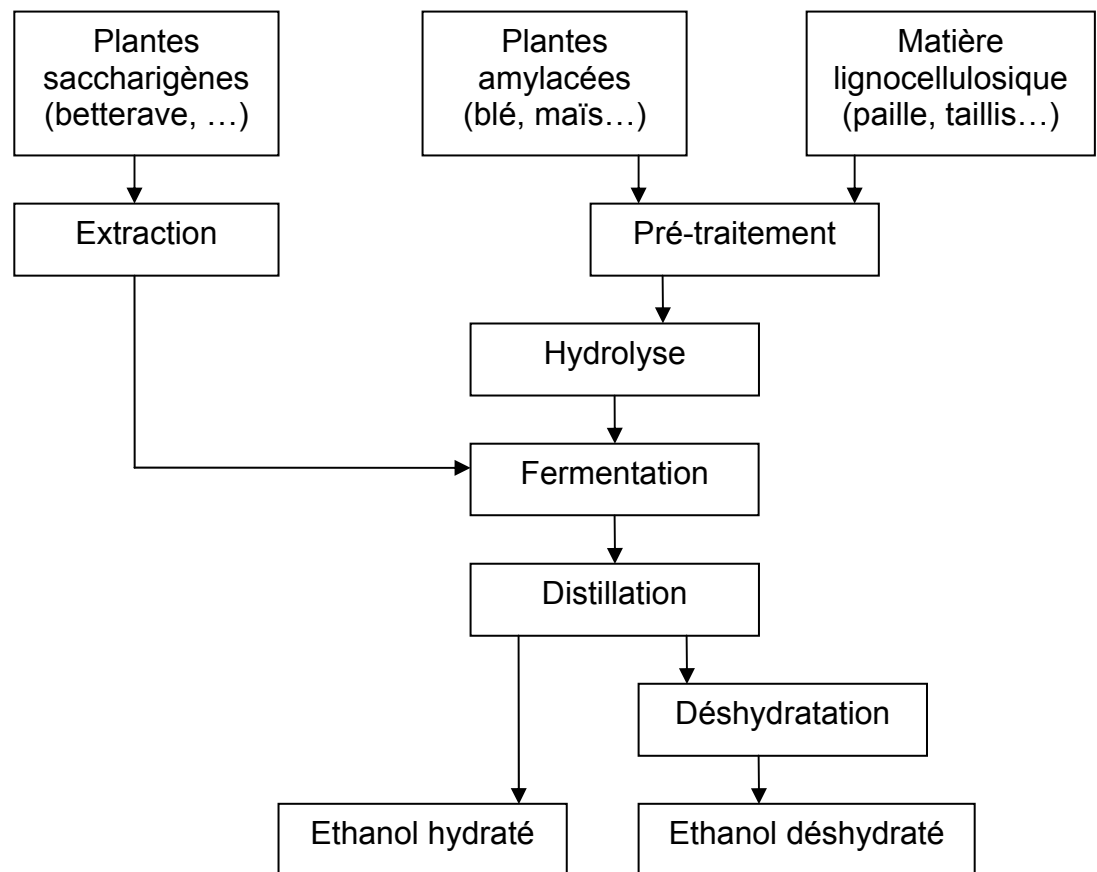
**L'amidon** qui constitue une réserve d'aliments pour les plantes, est présent dans le tubercule (pomme de terre) ou bien dans la graine (blé). C'est également un glucide de type polymère qui peut facilement être hydrolysé en glucose par des acides dilués et des enzymes, les amylases.

**Le saccharose** ou sucre ordinaire que l'on extrait en particulier de la canne à sucre et de la betterave, est un disaccharide, c'est-à-dire une chaîne formée d'une molécule de glucose et d'une molécule de fructose. L'extraction

du sucre est simplifié mais le coût de la matière première en Europe (la betterave est soumise à un prix minimum fixé avec les industries sucrières) rend le prix de l'alcool peu compétitif.

**La cellulose** qui est le principal constituant des parois des cellules végétales est le composant organique le plus abondant de la biosphère. Cependant ses propriétés chimiques rendent difficile l'extraction de molécules, réalisable à l'aide d'acides et d'enzymes, limitant pour l'instant son développement, mais promettant un bel avenir du fait de son moindre coût en matière première.

Graphique 1.1.3.1.1/ Schéma de production de l'éthanol



Source : élaboration personnelle

L'éthanol hydraté est moins cher à produire et peut être directement incorporé dans les moteurs (essence ou diesel), qui dans ce cas doivent être

légèrement modifiés, ou mieux encore, directement conçus à cet effet. Il s'agit de la solution retenue au Brésil pour les véhicules 100 % éthanol.

#### ***1.1.3.1.2 L'ETBE (Ethyl Tertio Butyl Ether)***

Ce produit est un mélange d'éthanol (47 %) et d'isobutylène (53 %), ce qui en fait un « demi biocarburant ». L'isobutylène est fabriqué à partir de gaz naturel liquide ou à partir d'opérations de raffinage.

L'ETBE présente l'intérêt essentiel de posséder un indice d'octane élevé et peut être mélangé à l'essence dans des proportions allant jusqu'à 20 %.

L'indice d'octane caractérise la résistance au cliquetis du carburant c'est pourquoi, précédemment, le plomb était utilisé car il est un moyen d'obtenir un indice suffisant.

Tableau 1.1.3.1.2/ Gain en indice d'octane avec un additif.

Type de constituant	% dans un litre d'Eurosuper	Gain de MON*
Ethanol	5	0,7
ETBE	11	1,4
MTBE	11	1,5

\*MON : Motor Octone Number  
Source : rapport Levy (1993)

L'ETBE participe, dans les mêmes proportions, autant que l'éthanol à augmenter l'indice d'octane.

Il se veut être le remplaceant du MTBE (Methyl Tertio Butyl Ether) obtenu à partir de méthanol et d'isobutène, aujourd'hui interdit aux Etats-Unis en raison de sa nocivité vis-à-vis des nappes phréatiques et de la couche d'ozone. Sa diffusion en France a largement été influencée par les pétroliers qui ne souhaitent pas une intégration directe de l'éthanol pour des raisons techniques (voir partie 2.2.4)



### ***1.1.3.1.3 Les limites techniques***

#### **1.1.3.1.3.1 Pour le réseau de distribution**

La présence d'eau dans les citernes est une problématique pour l'utilisation mais surtout pour le transport de l'éthanol. La teneur en eau ne doit pas excéder 3000 ppm car il pourrait se produire un effet de démixtion (séparation du mélange de l'éthanol et de l'essence). Le réseau de distribution de ce produit doit donc être totalement sec. Aux Etats-Unis, afin d'éviter ce problème, le mélange est souvent effectué le plus en aval possible, c'est à dire à la pompe à essence même, alors que les brésiliens, au contraire, préparent le mélange directement au dépôt.

#### **1.1.3.1.3.2 Pour les moteurs**

L'éthanol anhydre (déshydraté) considéré comme additif à l'essence peut être mélangé jusqu'à hauteur de 15 % et la plupart des constructeurs semblent accepter de garantir leurs modèles pour ce type de carburant. Au-delà, des adaptations techniques sont nécessaires, à l'image de certains véhicules conçus ou modifiés à cet effet qui peuvent contenir jusqu'à 85 % d'éthanol et au moins 15 % d'essence (carburant E-85). Ce pourcentage d'essence est nécessaire pour démarrer le véhicule parce que l'éthanol pur s'enflamme difficilement par temps froid et il serait difficile de rouler « 100 % vert » dans notre région septentrionale. Il est impossible d'utiliser le carburant E-85 dans les moteurs à essences ordinaires; toutefois, on peut utiliser, au besoin, de l'essence dans les moteurs conçus pour le carburant E-85.

La fixation de l'indice de volatilité de l'essence à 60 k Pa pendant la période d'été, constitue une mesure paradoxale avec la volonté de l'Europe à développer les biocarburants, car l'addition directe de 5 % d'éthanol dans l'essence augmente la tension de vapeur du mélange d'environ 7 k Pa. Ce seuil est étroitement lié avec les souhaits des industries pétrolières qui

souhaitent le voir encore baisser pour empêcher l'incorporation de l'éthanol dans les essences.

Une volatilité (ou pression de vapeur) trop élevée peut s'avérer problématique pour le démarrage à chaud et crée une élévation des émissions de composés organiques volatils (COV) mais malgré cette élévation, les émissions de gaz à effet de serre tendent à diminuer avec l'utilisation de biocarburants (voir partie 2.1.3.)

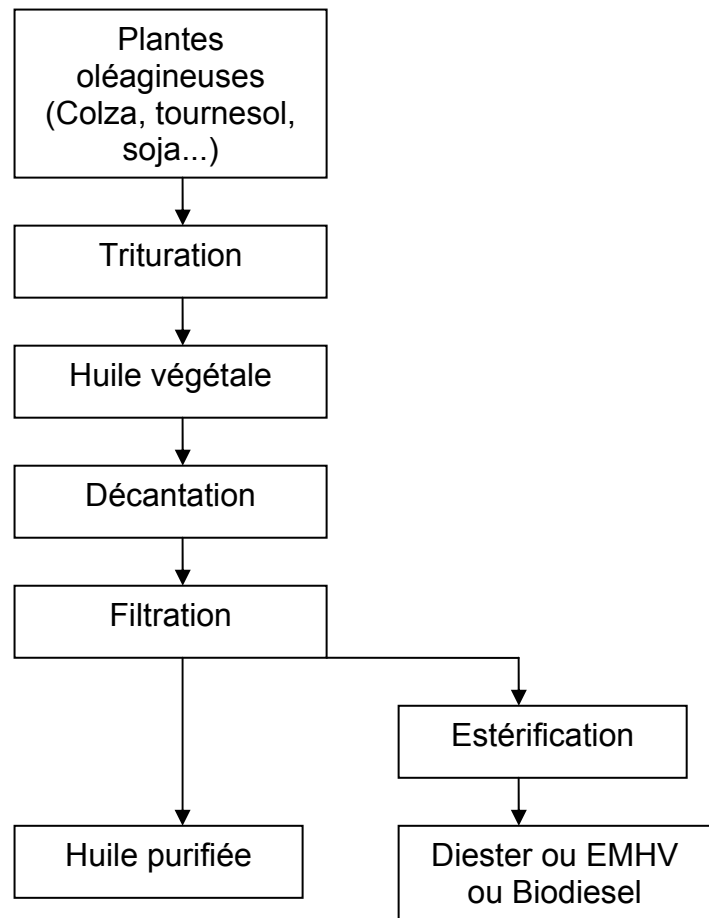
### **1.1.3.2 Le biodiesel**

#### ***1.1.3.2.1 Le procédé de production***

Tout d'abord il convient d'éclaircir la terminologie utilisée.

**Le biodiesel, terme utilisé à travers l'Europe, représente le diester (autrement appelé EMHV, Esters Méthyliques d'Huiles Végétales) qui est une contraction de Diesel et d'ester-** mais aussi une marque déposée par SOFIPROTEOL, l'établissement financier de la filière française des huiles et protéines végétales. Ces trois termes désignent donc le même carburant.

Graphique 1.1.3.2.1. / Schéma de production du biodiesel



Source : élaboration personnelle

Pour passer de l'huile végétale au biodiesel, on remplace le glycérol (à l'origine de sa viscosité) par un autre composé alcoolique (éthanol ou méthanol) dans un procédé chimique de transestérification, qui nécessite une installation spécialisée.

La réaction se produit à température modérée (50°C environ) et donne pour :  
**1 tonne d'Huile + 100 kg de méthanol = 1 tonne de DIESTER + 100 kg de glycérine**

L'avantage de l'huile sur le biodiesel est sa simplicité de production qui ne nécessite pas l'emploi de produits chimiques et son moindre coût, mais les propriétés physico-chimiques (annexe 1) du diester font de lui un carburant plus efficace que l'huile végétale pure.

### ***1.1.3.2.2 Les limites techniques***

Concernant l'huile végétale, le controversé rapport Levy en 1993 affirmait que le faible pouvoir calorifique, la haute viscosité et le faible indice de cétane, ne permettaient pas une incorporation directe d'huile végétale dans le carburant. Cependant, bons nombres d'expériences ont été réalisées depuis 10 ans et indiquent que le taux d'incorporation directe d'huile végétale peut être mené jusqu'à 50 % en été et à 20 % en hiver sans aucune modification, mais un antifigeant ou une résistance chauffante doit être intégré du fait de la viscosité qui peut poser des problèmes de démarrage à froid. Pour optimiser le fonctionnement, on peut mettre en place un kit de bicarburation (un réservoir supplémentaire garde du gasoil pour démarrer et pour s'arrêter).

Ces limites ne sont pas les mêmes sur tous les véhicules et dépend fortement du type d'injecteur.

Sur les moteurs diesel à injection directe, pour atteindre un taux de 100 %, un kit de bicarburation est pratiquement obligatoire, accompagné d'une résistance électrique pour préchauffer l'huile, surtout dans nos régions du nord.

Sur les moteurs diesel à injection indirecte, il suffit d'augmenter le tarage des injecteurs à 180 bars (minimum), d'ajouter une résistance électrique et une pompe de pré-gavage pour soulager la pompe à injection.

Le diester se rapproche plus des caractéristiques du gasoil et son niveau d'incorporation peut atteindre les 30 % sans aucune modification technique et les études menées n'ont décelées aucun problème lié à l'utilisation de ce type de carburant. Une étude menée par l'IFP atteste que l'incorporation d'EMHV en remplacement du soufre permettait d'améliorer significativement le pouvoir lubrifiant du gazole sur les moteurs à partir d'un taux minimal d'incorporation de 2 %.

Jacques de Bohan, l'ancien président de la coopérative Champagne Céréales, a notamment témoigné en faveur du diester puisque sa 406 a parcouru 200 000 km en trois ans avec un diester à 50 % « sans aucun problème à la clé ».

De même sorte que pour l'éthanol, certains moteurs ont été conçus pour fonctionner avec de l'huile estérifiée, voire de l'huile végétale pure.

## **1.2 Le marché des biocarburants**

### **1.2.1 Le marché des biocarburants en France**

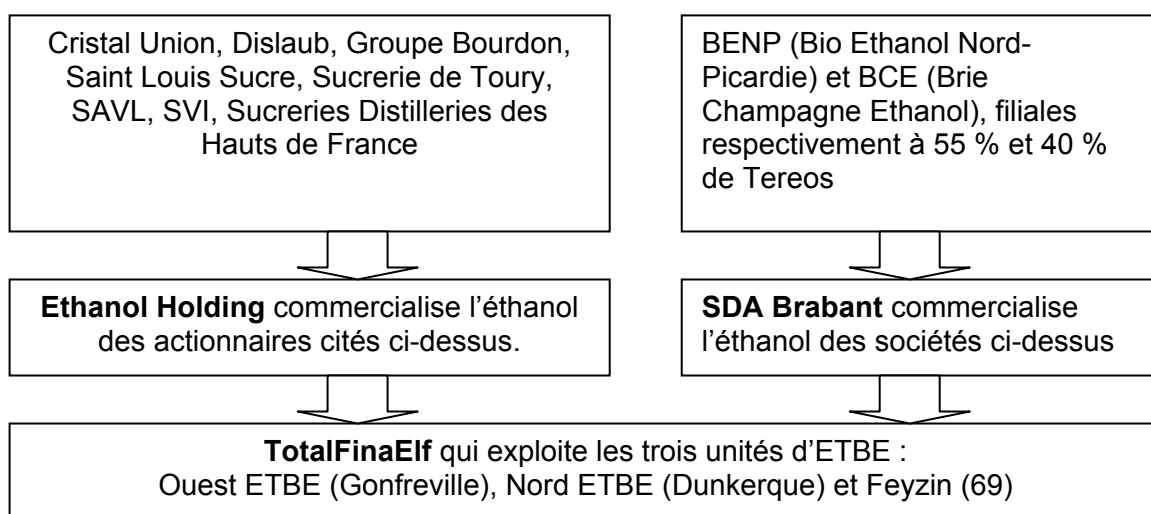
#### **1.2.1.1 L'organisation du marché de l'éthanol**

Pour l'éthanol, il convient de distinguer les deux marchés existants aujourd'hui en France, celui des alcools utilisés comme carburant qui peut être d'origine végétale ou minérale et dont la production est pratiquement limitée au volume d'ETBE bénéficiant d'une exonération de taxe, et celui des alcools propres à la consommation.

Le fait que la production d'alcool agricole comme composant de biocarburant soit régi par le volume d'ETBE, donc par le niveau de défiscalisation, limite considérablement les échanges intercommunautaires, mais ce scénario tend à changer au fur et à mesure que l'incorporation directe de l'éthanol se développe.

La quasi-totalité de la production française de bioéthanol est exclusivement destinée à la production d'ETBE dans les trois unités de production agréées. **L'intégralité de la production française d'ETBE est commercialisée par la seule société TotalFinaElf, et représente dès lors le seul acheteur sur le territoire français.**

Graphique 1.2.1.1.a/ Organisation du marché de l'Ethanol en France



Source : élaboration personnelle

Début 2003, le groupe Total, en partenariat avec les producteurs d'éthanol, les céréaliers et les betteraviers, envisageait d'implanter une nouvelle usine à la Mède (13), avec une demande d'agrément fiscal pour une quantité d'ETBE de 140.000 tonnes incorporant 830.000 hectolitres de bioéthanol. Cet agrément a été refusé car la rentabilité du projet était faible, à cause, selon les céréaliers, les betteraviers et les producteurs d'éthanol, d'un prix trop élevé pour l'isobutylène, qui est mélangé à l'éthanol pour obtenir l'ETBE. C'est pourquoi, ces derniers estiment que le développement de la filière ne sera possible que **si elle parvient à acquérir une certaine autonomie par rapport aux pétroliers, en incorporant directement l'éthanol à l'essence** par exemple.

Tableau 1.2.1.1.b/ Consommation d'éthanol/ETBE en France

Consommation (en milliers de t/an)	1992	1995	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Ethanol	3	38	99	92	93	91	91	78
ETBE	7	81	208	193	197	192	192	164

Source : Ministère de l'Agriculture/Douanes

La consommation d'éthanol a cru régulièrement de 1992 à 1998 avec la mise en route progressive des unités de production d'ETBE, pour se stabiliser depuis autour de **1,2 million d'hectolitres**, soit, en volume, environ 0,7 % de la consommation nationale en essences.

Le chiffre d'affaire est de 55 millions d'euros pour la filière éthanol (se rapportant pour l'essentiel à la production issue de betteraves, l'approvisionnement en blé restant encore limité).

### **1.2.1.2 Le marché du biodiesel**

La demande en diester a fortement augmenté ces dernières années étant donné la « diésélisation » croissante du parc automobile (voir tableau 2.2.3), et arrangeant par la même occasion les compagnies pétrolières.

Les volumes concernant l'huile végétale ne sont pas significatifs étant donné leur développement marginal face au Diester du à un manque législatif majeur (voir partie 3.2.1.1.)

La production française d'EMHV, qui représente **4 millions d'hectolitres** en 2003, est répartie entre cinq sites dont un situé en Allemagne qui bénéficie aussi d'un agrément lui permettant de mettre sur le marché français 10.000 tonnes d'EMHV par an, auxquelles est appliqué le taux réduit de TIPP. La majorité des EMHV est produit et commercialisé par Diester Industries avec près de 290 000 tonnes d'agréments sur 332 500 tonnes en 2003. 33 000 tonnes ont été attribuées à la société Novaol – France qui exploite une unité à Verdun.

Le principal client est le groupe Total (pour 60 à 65 %), mais la demande d'autres groupes comme BP et Shell augmente rapidement.

Le chiffre d'affaires réalisé par la filière Diester est de l'ordre de 300 millions d'euros (dont un quart correspond à la vente des coproduits tourteaux et glycérine).

## 1.2.2 L'estimation du volume de production pour 2010.

Avant d'estimer le volume de production pour 2010, il convient de présenter les conversions utilisées afin de faire rendre compte des résultats sous différentes échelles (hectolitre, tonne, tonne équivalent pétrole).

Tableau 1.2.2./ Données permettant de calculer les échelles de conversion.

	EMHV	Ethanol
Densité (kg/l)	0,88	0,8
PCI (kj/l)	<b>32 700</b> (source écobilan ADEME) 37 000 (source SOFIPROTEOL)	<b>21 150</b> (source écobilan ADEME) 26 800 (source DIREM/ IFP)

Source : élaboration personnelle

Etant donné qu'une tonne équivalent pétrole est égal à 42 GJ nous pouvons en conclure que

**→ 1 tonne d'EMHV = 11,36 hl = 0,86 tep**  
**→ 1 tonne d'éthanol = 12,50 hl = 0,62 tep**

Pour information, une tonne de gazole est égale à 1 tep et une tonne d'essence est égale à 1, 048 tep.

Ainsi, en 2003, la production française se répartissait comme suit :  
4 millions d'hectolitres de biodiesel → 352 000 tonnes → 303 000 tep  
1,2 million d'hectolitres d'éthanol → 96 000 tonnes → 60 000 tep

D'après le tableau 2.2.3., la consommation de produits pétroliers pour les transports s'élèvent à 42,9 Mtep en 2001 dont 14,2 Mtep pour l'essence et 28,7 Mtep pour le gazole. En y appliquant un rythme de croissance sensiblement comparable à la dernière décennie, on atteint un volume total de 53,2 Mtep en 2010 (dont 40,85 pour le gazole et 12,39 Mtep pour l'essence).

Le postulat de base considère que les volumes de production augmenteront de la même manière pour les filières éthanol et biodiesel et qu'elles se répartiront équitablement. Ainsi, pour respecter le souhait de la Commission



européenne (incorporation de 5,75 % en 2010 en valeur énergétique) **il faudrait produire en 2010, 3,06 Mtep de biocarburant dont 2,35 Mtep pour le diester et 0,71 pour l'éthanol.**

### **1.2.3 Les acteurs étrangers**

Alors que la production française est la même depuis 1998, la production espagnole est deux fois plus importante (2 200 000 hectolitres) et des projets très avancés existent pour doubler la capacité de production existante pour la porter à plus de 4 millions d'hectolitres. Cependant, la situation à long terme ne laisse pas présager un avenir fleurissant aux biocarburants du fait de leur manque de compétitivité sur le prix des ressources agricoles.

De même, c'est surtout le prix élevé des oléagineux qui a conduit les industriels espagnols à limiter leur production de biodiesel à l'utilisation d'huiles végétales usées, d'un plus faible prix d'achat.

L'Allemagne compte disposer prochainement d'une capacité de production d'éthanol de 5,9 millions d'hectolitres, soit 5 fois le volume de la production française actuelle.

Pour la production de biodiesel à partir d'huile de colza, l'Allemagne n'est pas en reste puisque sa production atteignait 8 millions d'hectolitre en 2003, soit le double de la production française. Le biodiesel allemand est totalement défiscalisé, expliquant le développement de cette filière, qui a triplé sa production en trois ans.

Le Brésil, premier producteur de sucre avec un tiers de la production mondiale à partir de ses cultures cannières, domine le marché et joue incontestablement sur les prix.

En effet, avec **150 Mhl d'éthanol** en 2004 dont 92 % réservé au secteur de la carburation, le Brésil s'affiche comme le grand leader de la production d'éthanol. Ceci vient d'une volonté politique de réduire la dépendance énergétique, avec le lancement du programme Proalcool en 1975, permettant d'atteindre au milieu des années 80, une proportion de **95 % des**

## **immatriculations des véhicules neufs fonctionnant entièrement à l'alcool.**

Le programme est abandonné au début des années 90 faute d'approvisionnement car les industriels sucriers préfèrent se diriger vers l'exportation du sucre, plus rémunérateur.

Toutefois le gouvernement a décidé de rendre obligatoire l'incorporation de 25 % d'éthanol dans l'essence et a décidé d'accorder de nouvelles incitations fiscales pour l'achat de voitures bi-carburant et quelques 14 projets d'unité de transformation sont programmés dans la seule région de Sao Paulo.

Certains estiment qu'entre 1976 et 2000 le programme Proalcool aurait permis d'économiser 43 Mds de dollars en substituant l'alcool au pétrole.

Le Brésil fait également des efforts sur le diesel, qui représente 45 % des produits pétroliers consommés et qui fait paraître des émissions de gaz polluants bien au-dessus des normes.

Un programme « Biodiesel » a été lancé en 2002 mais sa production reste très marginale et se trouve bloquée par les lobbys de l'éthanol qui souhaite incorporer de l'éthanol au diesel, d'autant plus que l'huile de ricin apparaît deux fois plus cher à produire.

Les Etats-Unis quant à eux représentent un volume de **140 Mhl d'éthanol** et la croissance de son volume de production est étonnante (+ 28 % par rapport à 2003, contre 6 % pour le Brésil) en partie permis par l'interdiction du MTBE (dans 14 états dont la Californie).

Les autorités publiques fédérales ont décidé d'accorder une réduction de taxe de 0,14 dollar US par litre d'essence afin de compenser le surcoût du bioéthanol.

En matière de biodiesel, essentiellement produit à partir de soja, les Etats-Unis ont lancé de vastes programmes de recherches et voient leurs ventes fortement augmenté (la vente de biodiesel est passé de 193 000 hectolitres en 1999 à 950 000 hectolitres en 2003, d'après le *National Biodiesel Board*)

## **1.3 L'impact de la réglementation**

### **1.3.1 Les souhaits de la Commission Européenne**

Pour répondre principalement aux risques de changements climatiques et de dépendance énergétique, le Conseil a accepté dans sa résolution du 8 juin 1998 la stratégie et le plan d'action de la Commission européenne en faveur des sources d'énergie renouvelables et a demandé que des mesures spécifiques soient prises dans le domaine des biocarburants.

Puis, dans sa résolution du 18 juin 1998, le Parlement européen a préconisé de faire passer, sur une période de cinq ans, la part des biocarburants à 2 % du marché. Pour mettre en œuvre ce plan d'action, une série de mesures ont été prises telles que l'exonération fiscale, l'aide financière à l'industrie de transformation et la fixation d'un pourcentage obligatoire de biocarburants distribués par les compagnies pétrolières.

Au cours de l'année 2000, la Commission européenne a publié un Livre Blanc sur "*la politique européenne des transports à l'horizon 2010*" qui promeut directement l'utilisation des biocarburants comme carburants de substitution, eu égard à la nécessité imposée aux États membres de réduire leur dépendance vis-à-vis du pétrole (actuellement de 98 %). Toujours courant 2000, un Livre vert est publié, « *Vers une stratégie européenne de sécurité d'approvisionnement énergétique* », et propose une mobilisation des aides en faveur des énergies renouvelables, dont les biocarburants. Ce livre établit à **12 % la part des énergies renouvelables à respecter en 2010.**

Ces deux livres ont donné lieu à deux propositions de directive adoptées en novembre 2001 par la Commission européenne dans une desquelles est fixé le taux d'incorporation minimale dans l'essence et le diesel à respecter comme le précise le tableau suivant :

Tableau1.3.1. : Taux d'incorporation de biocarburant dans les carburants (en fonction de la teneur énergétique)

2005	2
2006	2,75
2007	3,5
2008	4,25
2009	5
2010	5,75

Source : Commission Européenne

### 1.3.2 La directive « Promotion des biocarburants » 2003/30/CE

Tout d'abord il est important de rappeler que chaque état membre possède la liberté de respecter ou non le taux minimum d'incorporation. En effet l'article 3 de la directive 2003/30/CE adoptée le 8 mai 2003 annonce que « *les États membres devraient veiller à ce qu'un pourcentage minimal des biocarburants et autres carburants renouvelables soit mise en vente sur leur marché et ils fixent, à cet effet, des objectifs nationaux indicatifs* », ce qui a pour effet d'accroître les disparités intracommunautaires.

Alors que dans ses propositions initiales, la Commission européenne avait retenu le principe d'obligation de substitution essentiellement pour des raisons d'efficacité et d'équité, la majorité des Etats membres qui ne produisent pas actuellement de biocarburant (9 sur 15), notamment le Royaume-Uni, le Danemark et les Pays-Bas se sont opposés à l'obligation d'incorporation.

Ainsi, l'article 4 alinéa 1 tente de mettre en place un système alternatif pour ces pays et informe que « *les États membres adressent à la Commission un rapport sur (...) la part des biocarburants, purs ou mélangés, et autres carburants renouvelables mis sur le marché. Le cas échéant, les États membres signalent les conditions exceptionnelles (...) qui ont affecté la commercialisation des biocarburant*».

Cette situation n'est pas la plus optimale puisque les investisseurs se retrouvent sans visibilité quant aux besoins en capacité de production.

**L'obligation de substitution avec un échéancier précis, aurait permis de donner des perspectives claires aux différents acteurs des filières de production des biocarburants pour prendre les décisions d'investissement nécessaires à la mise en place des nouvelles capacités de production, comme il a été le cas aux Etats-Unis et au Brésil.**

Dans l'article 3 alinéa 4, la directive établit que « *les États membres (...) pourraient encourager en priorité les carburants dont le bilan environnemental global et la rentabilité sont excellents, tout en prenant en compte la compétitivité et la sécurité des approvisionnements* » ce qui impliquera nécessairement une concurrence entre les filières.

### **1.3.3 La directive « fiscale » 2003/96/CE**

La directive 2003/96/CE adoptée le 27 octobre 2003, est de nature fiscale et a pour objet de faciliter la mise en oeuvre par les Etats membres des exonérations totales ou partielles des taxes spécifiques frappant la consommation des biocarburants, afin d'en faciliter la pénétration sur le marché. Elle approfondit la directive 92/81/CEE du Conseil du 19 octobre 1992 concernant l'harmonisation des structures des droits d'accises sur les huiles minérales qui permettaient aux Etats membres d'appliquer des exonérations ou réductions totales ou partielles du droit d'accise aux produits destinés au développement technologique de produits moins polluants, dans le cadre de projets pilotes.

L'article 16 de la directive 2003/96/CE établit que l'exonération ou **la réduction de la taxation est autorisée si elle n'induit pas de surcompensation** et est octroyée dans le cadre d'un régime d'autorisation désormais renouvelable, pour au moins une année et pour six ans au maximum. Mais il ne semble qu'aucun des pays (voir tableau 1.3.5.) ayant fait l'objet d'une étude rapportée par le Député Alain Marleix n'ait « *adopté de mécanisme automatique pour éviter que la réduction fiscale n'entraîne une*

*surcompensation du surcoût de production des biocarburants par rapport aux carburants classiques ».*

Un système d'agrément est mis en place en 1997 pour des unités de production d'ETBE et d'EMHV, permettant à leur exploitant de bénéficier de la réduction de la TIC (ex- TIPP). L'agrément est accordé pour un site et un volume précis de production, à l'issue d'une procédure d'appel à candidatures. Il est valable trois à neuf ans selon, notamment, le montant des investissements réalisés. Pour s'assurer du respect de cette disposition, le producteur doit déposer auprès d'un établissement financier une caution égale à 20% du montant total de l'exonération de TIPP dont il bénéficie. Si la quantité annuelle autorisée à un producteur est réduite, la fraction de la caution ainsi libérée reste acquise à l'Etat. La Commission européenne précise que les unités agréées ne devront percevoir aucune aide au titre de leur activité de production de biocarburants, et qu'aucune production ne pourra être sous-traitée.

### 1.3.4 La défiscalisation en France

Tableau 1.3.4.a/ Présentation de la TIC\* en 2004

Produit	Réduction de TIC	TIC en €/hl	Fiscalité en €/GJ	Volume agréé (en tonnes)	Dépense fiscale <sup>1</sup> (en millions d'€)
Supercarburant		63,96	19,98		
Super sans plomb		58,92	18,40		
<b>ETBE</b>	<b>38</b>	<b>20,92</b>	<b>7,77</b>	<b>199 000</b>	<b>101</b>
<b>Ethanol</b>	<b>37</b>	<b>21,92</b>	<b>10,19</b>	<b>12 000</b>	<b>5,5</b>
Gazole		41,69	11,79		
<b>EMHV</b>	<b>33</b>	<b>8,69</b>	<b>2,65</b>	<b>387 500</b>	<b>145</b>

\*Lors du vote de la loi de finances rectificative pour 2003, le bénéfice de l'exonération partielle de TIPP à l'éthanol directement incorporé a ouvert une voie permettant cette incorporation. **La TIPP (taxe intérieure sur les produits pétroliers) est donc devenue la TIC (taxe intérieure de consommation)** depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2004, puisqu'elle s'applique désormais aux biocarburants et non plus exclusivement aux produits pétroliers.

<sup>1</sup> La dépense fiscale est égale à la réduction de la TIC multiplié par le volume agréé. Rappelons que seule la composante alcool de l'ETBE bénéficie de la réduction de TIC.

Source : élaboration personnelle

Il apparaît que **le volume produit d'ETBE et mis à la consommation, est plus faible que le volume agréé** ; en 2003, 75 % des agréments ont été utilisés, soit un volume de 78 000 tonnes d'éthanol transformé en ETBE sur 103 000 tonnes autorisées. Cette surcapacité de production s'explique en grande partie à cause du bilan énergétique qui diffère avec le premier enjeu du développement des biocarburants : l'environnement.

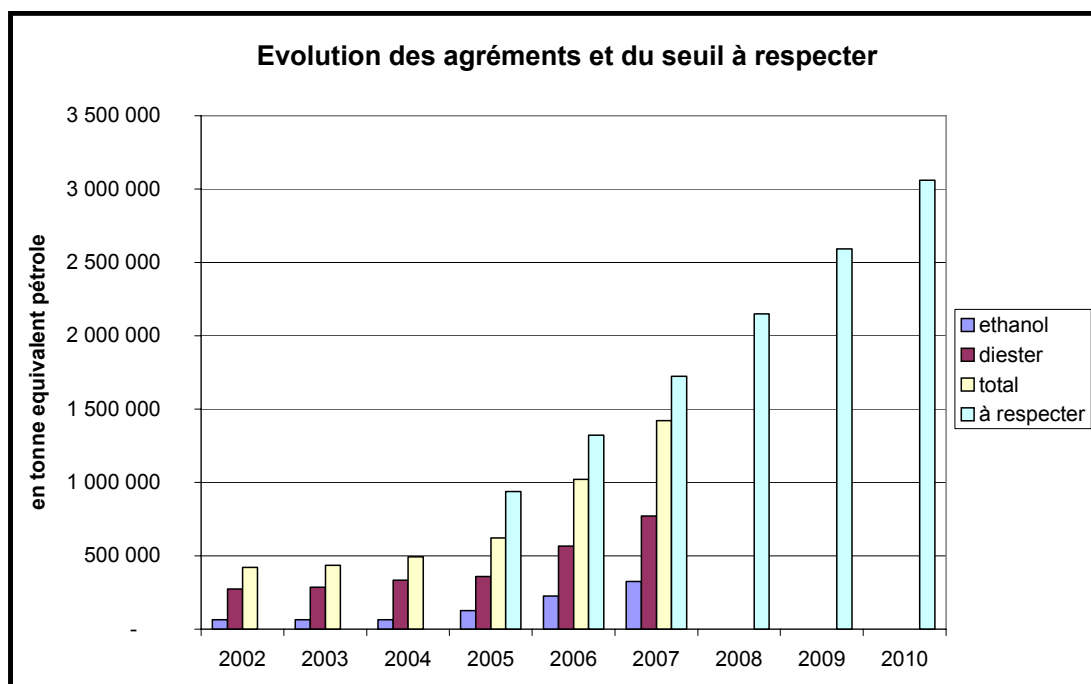
La différence entre les volumes produits et les volumes permis a donc été rétribuée **pour le développement d'une incorporation directe de l'éthanol dans l'essence**. Ainsi, 12 000 tonnes ont été attribuées pour l'année 2004, en se basant sur la différence faite sur 2002 (taux de réalisation de 88% soit une utilisation de 91 000 tonnes d'éthanol sur 103 000 tonnes permis). Cet axe de développement laisse présager une progression rapide des agréments pour l'incorporation directe de l'éthanol dans l'essence.

Concernant l'EMHV, le passage de 35 à 33 euros par hectolitre de la réduction de la TIC, entre 2003 et 2004, était une contrepartie de l'accroissement du volume de l'agrément de 332.500 à 387.500 tonnes, la dépense fiscale devant rester constante.

Le 22 octobre 2004 les parlementaires ont adoptés dans la loi de finances deux amendements favorables aux biocarburants. L'un augmente les agréments de 130 000 tonnes (100 000 pour l'éthanol et 30 000 pour le biodiesel) et permet le « *transfert d'une partie d'un agrément délivré à une unité de production au profit d'une autre unité agréée d'un même opérateur* » (J.O n° 304 du 31 décembre 2004). L'autre pénalise les distributeurs qui ne respecteraient pas le calendrier d'incorporation de biocarburants.

Le premier ministre Jean-Pierre Raffarin a annoncé début février 2005 une augmentation des agréments de 800 000 tonnes pour 2007. La répartition s'est naturellement faite en faveur de la filière du biodiesel, étant donné son besoin beaucoup plus conséquent, avec 480 000 tonnes d'agréments contre 320 000 tonnes pour l'éthanol.

Graphique 1.3.4.b/



Source : élaboration personnelle

Les données de ce tableau ont été ramenées en tonne équivalent pétrole étant donné que le seuil d'incorporation est calculée sur la base de la teneur énergétique.

Le graphique précédent montre que les efforts du gouvernement visent à atteindre les niveaux d'incorporation fixés par l'Europe. **Pour effectivement respecter ce niveau en 2007 il faudrait une augmentation des agréments de 300 000 tep.**



### 1.3.5 Les incitations chez nos voisins européens

Tableau 1.3.5./ Présentation des dispositifs de six pays au 1<sup>er</sup> janvier 2004 pour le développement des biocarburants

		Montant de la réduction (en euros par hectolitre)	Quantités concernées (en tonnes)	Pertes de recettes de l'Etat pour (en millions d'euros)	Autres dispositifs nationaux
Allemagne	Ethanol	65,4	Sans limitation	130 (estimation)	La réduction inclut une exemption de taxe carbone.
	Biodiesel	47		300	
Espagne	Ethanol	37,16	Sans limitation	150 (il n'est pas envisagé qu'elles puissent dépasser 600)	Dégrèvement de 10 % de l'impôt sur les sociétés au titre des activités favorisant l'environnement.
	Biodiesel	26,98			
Finlande	Ethanol	30	Sans limitation	3 (pour le groupe public Fortum)	
Italie	Biodiesel	38	300 000	130 maximum (moins de 80 en 2001)	Cofinancement pour la mise en place de transports publics fonctionnant au bioéthanol ou à l'EMHV.
Royaume-Uni <sup>1</sup>	Ethanol	30	Sans limitation		
	Biodiesel	30			
Suède <sup>2</sup>	Ethanol	52	176 000 maximum	100 maximum	La réduction inclut une exemption de taxe sur le carbone (qui représente 44 % de la taxation de l'essence et 78 % de la taxation du diesel).
	Biodiesel	36,2	70 000 maximum		

<sup>1</sup> La réduction est de 200 livres par mètre cube ; le taux de change utilisé est de 1 livre pour 1,5 euro.

<sup>2</sup> Le taux de change utilisé est de 9,2 couronnes pour 1 euro.

Source : d'après l'enquête menée par la DREE à la demande du Député Alain Marleix pour son rapport d'information sur les biocarburants.

La France, l'Italie et la Suède sont les seuls pays d'Europe à contingenter les quantités de ces produits bénéficiant d'avantages fiscaux.

L'Allemagne est de loin le pays qui privilégie le plus la voie des carburants renouvelables puisqu'elle a décidé d'appliquer une exonération totale sur ces produits.

### **1.3.6 Les conséquences de la réglementation**

Il n'existe pas d'exemple de filières qui aient su s'imposer sans bénéficier d'un appui gouvernemental et la défiscalisation est à l'heure actuelle le moyen le plus utilisé pour réduire l'écart entre les produits fossiles et renouvelables chez le pompiste. Il apparaît cependant qu'en France, les efforts réalisés ne sont pas éloquentes au regard des efforts fournis par nos voisins européens.

En effet, le taux de défiscalisation applicable en France est de 37 €/hl pour une incorporation d'éthanol et de 38 €/hl pour l'ETBE, alors qu'il est de 39,6 €/hl en Espagne, de 65,5 €/hl en Allemagne et de 51 €/hl en Suède.

De plus, on a pu observé une réduction du taux de défiscalisation pour le biodiesel (maintenant 33 €/hl) alors que la défiscalisation est totale en Allemagne, là où le niveau de taxes sur le gazole est plus élevé qu'en France.

Ces différences au sein même de l'UE introduisent des distorsions de concurrence, impliquant naturellement un **risque de défiscalisation compétitive**. Avec une défiscalisation totale, l'Allemagne se trouve donc en meilleure position pour développer sa filière et rafler avec ça une grande partie de nos ressources oléagineuses. C'est pourquoi la Commission européenne doit veiller à ce que l'aide fiscale ne soit pas supérieure à la différence entre le coût de revient des énergies renouvelables et le prix de marché des carburants classiques.

L'autre idée est l'obligation d'incorporation de biocarburant dans les carburants fossiles.

Cette solution qui supprimerait les risques de distorsion aurait aussi **l'avantage d'être neutre au niveau des recettes** de l'Etat car le surcoût résultant de l'incorporation qui représenterait moins de 1 centime d'euro pour un taux d'incorporation de 2 % serait transféré aux utilisateurs de carburants (source : rapport Marleix). Pour faire respecter le seuil minimum d'incorporation, les pétroliers pourraient avoir à payer des amendes ou à acheter des certificats verts qui correspondraient à une certaine quantité de biocarburants. Ce mécanisme a notamment déjà connu un succès, au Royaume-Uni et aux Pays-Bas, pour la production d'électricité à partir de sources d'énergies renouvelables.

\*  
\*       \*  
\*

Les procédés respectant l'environnement se voient de plus en plus couronnés de succès mais le coût, d'un moteur à hydrogène, par exemple, qui serait de l'ordre de 30 000 \$ en 2012 contre 3 000 \$ pour un moteur thermique classique freinera d'autant cette technologie.

Cependant, les enjeux apportés par les voitures hybrides, électriques ou à hydrogènes seront tels, que la coexistence sur le marché automobile entre ces différentes technologies devrait se produire.

L'avantage distinct des carburants renouvelables réside dans leur capacité à **être mis en place rapidement**. En effet, l'intégration de biocarburants peut être directe alors que le renouvellement du parc automobile est de 10 à 15 ans en moyenne pour les voitures légères.

A l'image de la croissance de la production mondiale d'éthanol, on s'aperçoit qu'un effort est fait pour permettre la diffusion de biocarburants. D'ailleurs, l'émergence de ce marché se confirme par des investissements dans des outils logistiques (terminal portuaire dédié à l'alcool à Santos au Brésil, pipeline...) et par le New-York Board Of Trade (NYBOT) qui a lancé en mai 2004 un contrat à terme et un contrat à option sur l'éthanol.

Le biodiesel est plus en recul du fait d'un coût un peu plus élevé par rapport à l'éthanol mais **sa production en Europe devrait fortement croître**, notamment en France où près de 70 % des demandes d'immatriculation concernent des véhicules diesel.

Les mesures prises par les gouvernements pour atteindre les objectifs fixés par Bruxelles sont très disparates, et les aides compensatoires révèlent en fait des distorsions commerciales intracommunautaires. De plus, l'incorporation n'est pas obligatoire et dépend donc du bon vouloir de nos gouvernements. Cela est d'autant plus contraignant pour les investisseurs qui souhaite un échéancier précis, afin d'établir des perspectives claires, comme il a été le cas aux Etats-Unis et au Brésil.

## **2 La prise en compte des externalités dans le prix de revient des biocarburants**

Le concept d'externalité (ou effet externe) a tout d'abord été développé par Marshall en 1890 et se fondait uniquement dans un contexte industriel.

Il avançait l'idée que les agencements entre les industries sur un territoire précis permettaient de bénéficier d'effets positifs telle que la proximité entre elles.

L'originalité de ce concept des coûts externes découle principalement du fait que leur nature soit non marchande et qu'ils profitent à l'ensemble des industries, et sont donc considérés comme une externalité positive.

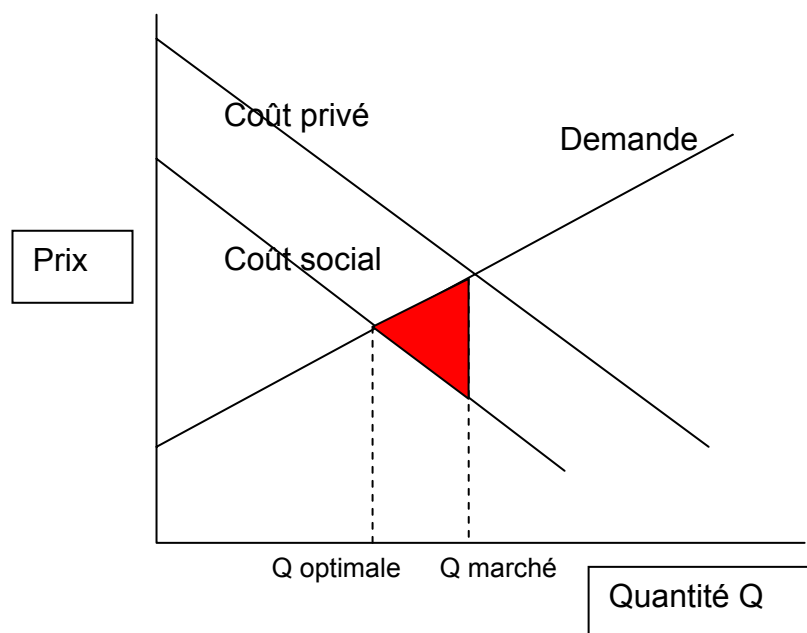
Par la suite, ce concept a été élargi par Pigou en 1920 en y développant le concept d'externalité négative. Il explique par ailleurs qu'« un effet externe existe lorsqu'il apparaît une différence entre coût privé et coût social, l'effet externe est nécessairement associé à un coût externe, élément du coût social ». PIGOU proposa de taxer celui qui émet une externalité négative afin d'internaliser celle-ci dans le coût de revient, mais cette solution sera critiquée plus tard par Ronald COASE (1969) qui considère que les individus peuvent résoudre ce problème par eux-mêmes par simple négociation.

Selon Weber (1997), « le terme d'externalité désigne des bénéfices ou des coûts qui, bien qu'ils s'ajoutent aux bénéfices et aux coûts propres à une activité donnée, ne sont pas reflétés dans les prix du marché et touchent des agents économiques tiers, sans que ces derniers soient légalement tenus de payer ou en droit de recevoir un dédommagement ».

Ainsi nous retiendrons que les externalités représentent un effet ou une conséquence sur un agent extérieur à un échange économique sans que ce dernier ne puisse intervenir. L'impact peut soit lui être fait à son détriment, dans quel cas il verra une dépréciation de son bien-être, ou bien en sa faveur, ce qui participera à une augmentation de sa richesse.

Bien que les biocarburants se distinguent par leur caractère renouvelable, ils ne prétendent pas non plus offrir une externalité positive concernant son effet sur l'environnement. Cependant il peut compenser ce « coût », par d'autres enjeux qui pèseront peut-être dans la balance, telle que l'indépendance énergétique ou l'augmentation des recettes fiscales.

Graphique 2 : Effet d'une externalité positive sur la demande



Source : élaboration personnelle

L'intégration de ces coûts externes dans le prix de revient des carburants permettra d'évaluer le coût social de leur utilisation, c'est-à-dire un prix neutre n'affectant pas le bien-être de chacun. Si ces coûts sont effectivement intégrés au coût de revient final, il peut y avoir une incidence sur la demande comme le démontre le graphique 2. En effet, une baisse du prix amènera sans aucun doute une augmentation de la demande.

C'est pourquoi, la prise en compte de ces externalités dans le prix de revient des biocarburants relève de l'utilité publique. Mais leur production doit cependant se réaliser sur notre territoire pour qu'elles soient pleinement valorisées.

## **2.1 Les externalités de nature environnementale**

### **2.1.1 L'objectif de réduction des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES)**

Les premières catastrophes écologiques dues à la suractivité de l'homme et la dégradation des indicateurs mesurant la viabilité de notre planète firent prendre conscience aux gouvernements de la gravité de la situation. C'est ainsi que les dirigeants tentèrent de mettre en œuvre tout d'abord 27 principes de développement durable lors du sommet de la terre à Rio en 1992. Seulement, le bilan décennal dressé à Johannesburg en 2002 se révéla catastrophique d'autant plus que le protocole de Kyoto, qui fait suite à Rio et qui vise à réduire les Gaz à Effet de Serre, n'est toujours pas ratifié par les Etats-Unis.

Le protocole de Kyoto, adopté en 1997, oblige les pays industrialisés qui se sont engagés, à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre d'ici 2012. Moins 8% pour l'Union européenne, moins 7% pour les Etats-Unis, ou encore moins 6% pour le Japon et le Canada... en moyenne, moins 5,2% par rapport à 1990. Cependant sa mise en application ne peut être faite qu'après ratification des pays, **ce qui aurait du être fait à la Haye en 2000**. En 2001, à Bonn, le Protocole fut ratifié mais avec de nombreuses concessions et sans la participation des Etats-Unis, de la Russie et de l'Australie, bloquant sa mise en application car l'ensemble des pays l'ayant ratifié doivent émettre au total au moins 55% des émissions de CO<sub>2</sub> de 1990.

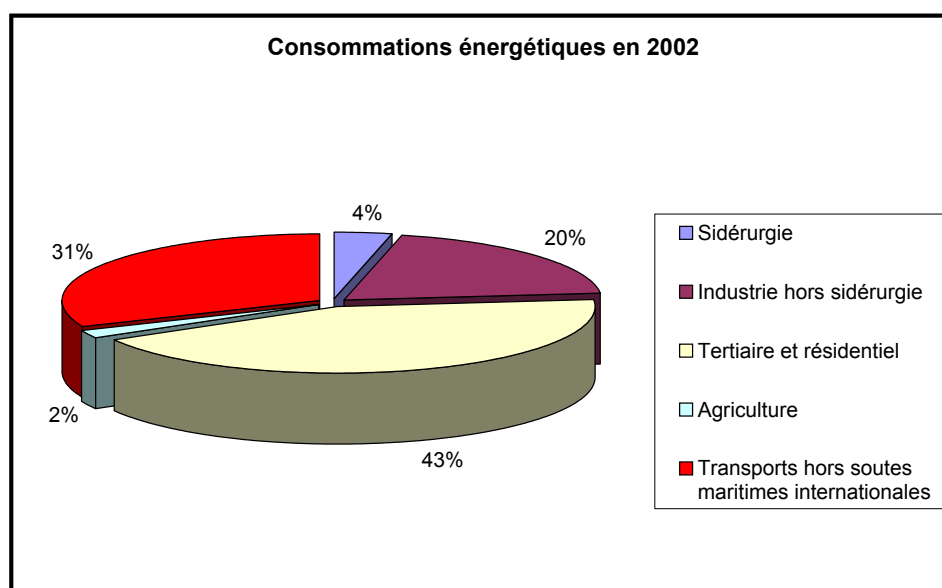
La ratification russe en octobre 2004 a permis à cet accord international, d'entrer en vigueur le 16 février 2005. La Russie émet 17 % des gaz à effet de serre. Pourtant, elle est autorisée à émettre 20 % des gaz à effet de serre, puisque le protocole se base sur les émissions mesurées en 1990, c'est-à-dire avant le fort ralentissement de l'activité industrielle russe !

## 2.1.2 Le secteur des transports : le plus concerné.

Un des enjeux majeurs du développement des biocarburants est la réduction des Gaz à Effet de Serre (GES), enjeu incontestable prouvé par nombres d'études qui conduisent à reconnaître un effet positif à la substitution des biocarburants au pétrole.

Cet enjeu est d'autant plus important que la part des énergies consommées par le secteur des transports représente environ 31% (graphique 2.1.2), **secteur où la potentialité de substitution des biocarburants aux énergies fossiles sera la plus élevée**, et qui fera l'objet des principales recherches.

Graphique 2.1.2.a



Source : DAEI/SES

On remarque que malgré l'amélioration de l'efficacité énergétique des moteurs qui tendent à consommer moins, la consommation énergétique issue du secteur des transports a néanmoins progressé de 9% entre 1997 et 2002. Ce phénomène est notamment dû à un accroissement du parc automobile.

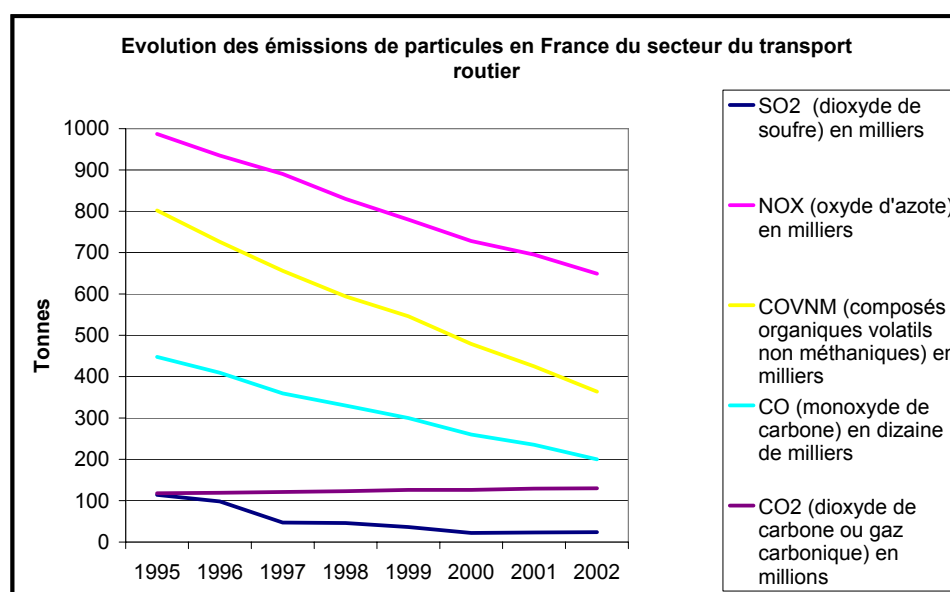
Au risque de ne pas pouvoir respecter le Protocole de Kyoto, s'ajoute le risque de non-respect des nouvelles normes environnementales



européennes (Programme Auto Oil) qui prévoient une baisse des émissions de particules polluantes en ville. En effet, depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2005, les 25 Etats membres de l'Union européenne doivent respecter certaines valeurs limites dans les agglomérations de plus de 250 000 habitants, pour les particules PM 10 - fines poussières d'un diamètre inférieur à 10 microns, (soit 1/100 de millimètre), qui se déposent sur les poumons.

**Cette mesure constitue, plus encore que le Protocole de Kyoto, un facteur de développement des biocarburants** car les élus locaux ont peu de solutions face à ce problème : augmentation de la fréquentation des transports en commun, mise en place de transport « écologique » type tramway, ou la substitution des bioressources aux énergies fossiles à l'image de certaines villes qui fournissent en biodiesel des flottes captives.

Graphique 2.1.2.b



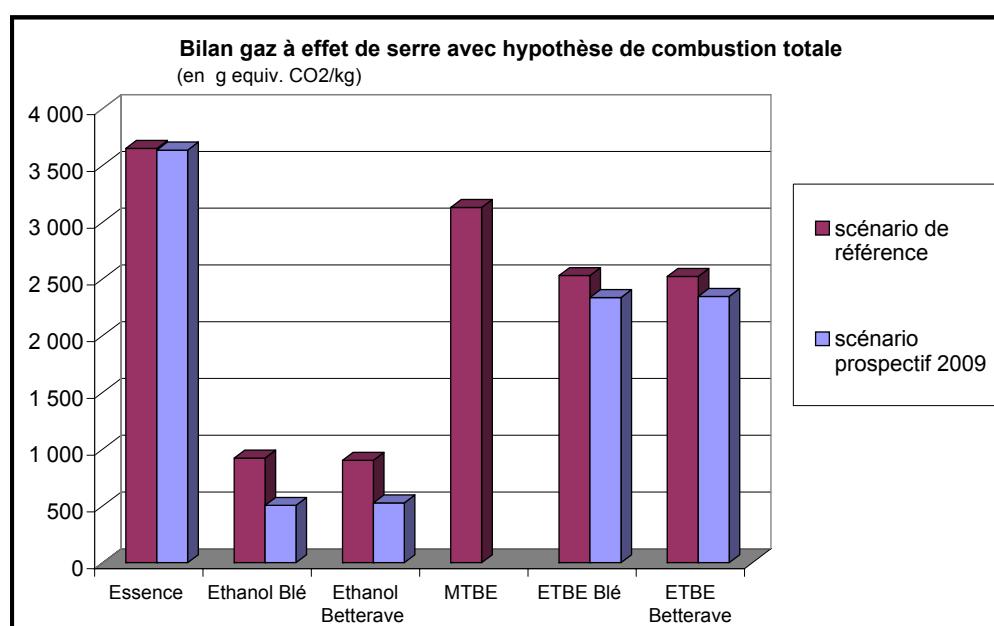
Source : CITEPA série Coralie format SECTEN

L'augmentation des énergies consommées pour le transport est cependant compensée par la baisse des émissions de polluants permis par la généralisation des pots catalytiques et par des améliorations sur les moteurs. Cependant l'émission **de dioxyde de carbone a progressé de 16% entre 1990 et 2002, et représente actuellement 38 % des émissions totales de CO<sub>2</sub> en France.**

### 2.1.3 Le bilan des gaz à effet de serre.

Une étude menée par PriceWaterhouseCoopers, à la demande de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) et de la Direction des Ressources Energétiques et Minérales (DIREM), a dressé le bilan énergétique des filières des biocarburants. Cette étude, réalisée en 2002, prend en compte les émissions du berceau de production au dépôt de distribution, c'est-à-dire des activités de production (agricole) de transformation (industrielle) et de transport jusqu'au dépôt de distribution. Rappelons que ces résultats ne comprennent pas le CO<sub>2</sub> émis dans l'atmosphère lors de la combustion des biocarburants. En effet, le carbone émis avait été prélevé au préalable dans l'atmosphère par la plante lors de sa croissance.

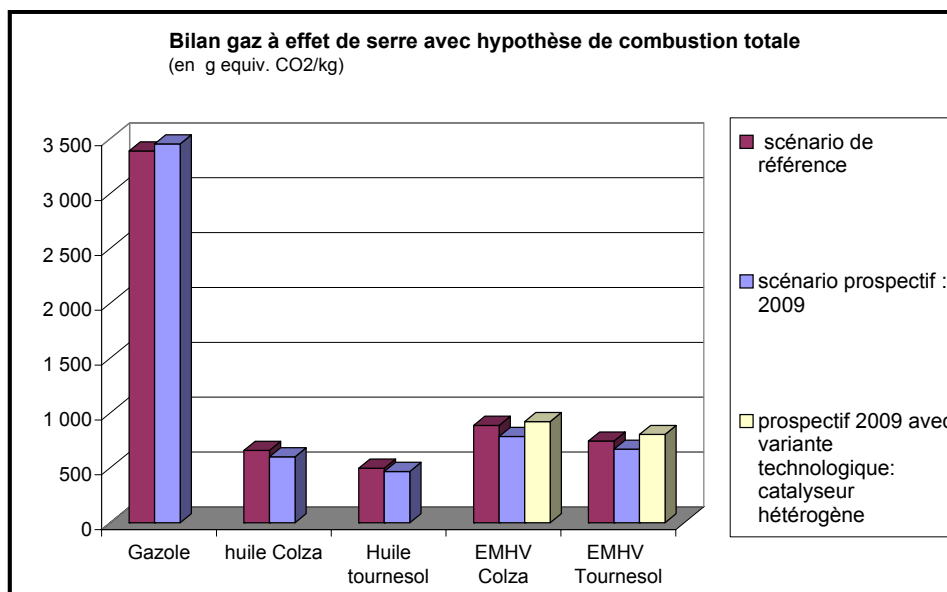
Graphique 2.1.3.a/ Pour la filière Ethanol



Source : PricewaterhouseCoopers/IFP : Bilan énergétique et gaz à effet de serre des filières de production des biocarburants en France (2002)

Ces résultats démontrent un net avantage pour la filière éthanol à base de blé et de betterave avec **4 fois moins** de rejets par rapport à la filière essence et 2,7 fois moins par rapport à l'ETBE. On constate cependant que la **quasi-totalité des émissions produites par la filière éthanol est due à l'activité de transformation du produit (80% des émissions totales)**.

Graphique 2.1.3.b/ Pour les filières Huile et EMHV



Source : PricewaterhouseCoopers/IFP : Bilan énergétique et gaz à effet de serre des filières de production des biocarburants en France (2002)

Les huiles végétales pures ont un net avantage sur la filière gazole et rejettent **6 fois moins** de gaz à effet de serre. La filière de l'EMHV fait également apparaître un bon bilan puisqu'elle celle-ci émet **4,2 fois moins** que la filière gazole.

Contrairement à sa filière conjointe, **le biodiesel trouve la plus grande partie de ses émissions dans l'étape de la culture (70 % pour l'huile et 40% pour l'EMHV.)**

**Les évolutions prospectives font apparaître une baisse des émissions beaucoup plus importante pour la filière éthanol (- 45 % entre 2002 et 2009) que pour la filière biodiesel (- 9 % entre 2002 et 2009).** Deux facteurs présumés sont à l'origine de cette baisse : une maîtrise plus significative des rejets dans le domaine industriel et une meilleure utilisation des intrants et des produits phytosanitaires.

#### **2.1.4 L'impact de la production de biocarburants sur la biosphère**

Les atouts environnementaux des biocarburants ne doivent cependant pas faire oublier les conséquences de sa production sur les sols et les nappes phréatiques.

En effet les indicateurs font paraître un indice de nitrate trop important dans les cours d'eau mais aussi dans certaines nappes phréatiques. D'après l'Institut français de l'environnement (IFEN), des pesticides sont présents dans 80 % des stations d'eau de surface et dans 57 % de celles d'eau souterraine.

Cependant, force est de constater que grâce à une connaissance plus approfondie des plantes et de la chimie diffusée dans les parcelles, ces nouvelles pratiques ont permis une baisse significative des intrants et des produits phytosanitaires tout en améliorant les rendements.

Ainsi, par exemple, on a pu constater, que les doses d'azote ont diminué de 30 % depuis 1978, pour la culture betteravière. Pour le colza, l'application de la charte environnement « pour la production de colza énergétique sur jachère » a entraîné une diminution de 20 % en moyenne de l'utilisation des divers intrants entre 1992 et 1997. La pratique de cette culture permet également le maintien d'une couverture hivernale, limitant le lessivage des nitrates contenus dans le sol<sup>1</sup>.

#### **2.1.5 La bourse de carbone en Europe**

L'arrivée prochaine de la bourse de carbone en Europe va relancer le débat quant à la rentabilité des biocarburants par rapport aux produits d'origine pétrolière. En effet les quotas de droit à polluer affecteront le coût de revient des produits, très faiblement au début car le Plan National d'Allocations français est très peu restrictif envers les industries.

Même si pour l'instant ces restrictions ne concernent pas tous les secteurs d'activités, la tendance à venir est la prise en compte des externalités dans le

<sup>1</sup> rapport publié par l'Assemblée nationale, 20 février 1997, rédigé par M. Robert Galley au nom de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques

bilan financier. Ainsi, lorsque les raffineries achèteront des quotas de droit à polluer (qui s'échangeaient 8,5 € la tonne de CO<sub>2</sub> en décembre 2004 sur un marché de gré à gré destiné à anticiper le marché officiel de l'UE) à des entreprises « dépollueuses », c'est-à-dire qui émettent moins de CO<sub>2</sub> que ce qu'elles ne sont autorisées, **l'écart de rentabilité entre les carburants fossiles et renouvelables s'amenuisera, voire augmentera en faveur des biocarburants si les réserves en pétrole se dégradent d'autant.**

Ce nouveau marché aura d'autant plus d'impacts lorsqu'il sera contrôlé et que les usines non respectueuses des normes paieront des amendes d'une valeur de 40 € la tonne de CO<sub>2</sub> aujourd'hui, et de 100 € en 2008.

Cette obligation pose néanmoins le problème de compétitivité des industries européennes face à celles outre-atlantiques. En effet, cette bourse qui fut, rappelons-le, une idée américaine ne va pas concerner l'ensemble des entreprises puisque les Etats-Unis ont décidé de ne pas ratifier le protocole de Kyoto, mis à part, citons-les, quelques entreprises telles que Dupont, Ford, IBM, ou American Electric Power.

Ce problème est d'autant plus marqué en Europe où les différences des Plan Nationaux d'Allocations impactent différemment un même secteur d'activité d'un pays à un autre. Un autre impact, qui accentuera la concurrence, est le prix de l'électricité qui viendra à augmenter selon les sources d'énergie primaire, c'est-à-dire qui servent à produire de l'énergie secondaire (électricité, chaleur..) utilisées par les pays. Dans ce domaine, **la France aura un net avantage étant donné que 75% de sa production est d'origine nucléaire** (qui n'émet pratiquement aucun gaz carbonique).

C'est pourquoi le monde financier vire petit à petit au vert, et se rend compte que l'écologie devient désormais plus une opportunité qu'un obstacle alors qu'il y a à peine dix ans, ce dernier défendait une énergie bon marché basée sur le pétrole et le charbon, tandis que l'industrie s'opposait à toute tentative de réglementation par les gouvernements.

## 2.1.6 Le coût des externalités environnementales des carburants.

Pour évaluer le coût social des biocarburants, il faut donc ajouter les coûts externes de son effet sur l'environnement. Tout les résultats ont été rapportés en valeur énergétique (€ par Giga Joule), ce qui permet une comparaison plus homogène.

Il apparaît d'après une étude menée par PriceWaterhouseCoopers, sur l'évaluation des externalités, que les coûts des dommages liés à l'effet de serre sont évalués à 46 \$ (39 €) par tonne de carbone, **soit 13,44 € la tonne de gaz carbonique** (donnée de septembre 2003 – euro/dol à 1,15). Les données concernant les filières ETBE et Huiles Végétales Pures ne sont qu'indicatives et ne rentreront pas dans le périmètre de recherche final.

Voici la présentation des coûts potentiels des dommages liés à l'effet de serre :

Tableau 2.1.6.a/ Pour la filière éthanol

	essence	Ethanol blé	Ethanol betterave	ETBE blé	ETBE betterave
g eq.CO2/MJ*	85.9	34.4	33.6	70.5	70.3
€/Giga Joule	1,15	0,46	0,45	0,95	0,94

Source : élaboration personnelle,

\* données présentées dans la synthèse : Bilans énergétiques et gaz à effet de serre des filières de production de biocarburants en France, réalisée par PriceWaterhouseCoopers

Tableau 2.1.6.b/ Pour la filière biodiesel

	Gazole	Huile Colza	Huile tournesol	EMHV Colza	EMHV Tournesol
g eq.CO2/MJ*	79,30	17,80	13,20	23,70	20,10
€/Giga Joule	1,07	0,24	0,18	0,32	0,27

\*données présentées dans la synthèse : Bilans énergétiques et gaz à effet de serre des filières de production de biocarburants en France, réalisée par PriceWaterhouseCoopers

Source : élaboration personnelle

Ces données sont à comparer avec celles réalisées par le cabinet de conseil dans leur étude sur les « externalités environnementales des filières Diesel et Diester », où il faisait état d'un coût de 1,07 €/1000 MJ pour le Gazole et de 0,32 €/1000 MJ pour le EMHV de Colza.

La conversion de ce coût par litre de carburant peut néanmoins se révéler très intéressante :

Tableau 2.1.6.c/ Coût de l'effet de serre par litre

	Gazole	EMHV Colza	Essence	Ethanol Blé
PCI (kJ/l)*	35 300	32 700	31 900	21 150
€/litre	0,038	0,010	0,037	0,010

Source : élaboration personnelle

\* données tirées de l'écobilan réalisé par l'ADEME

Le tableau 2.1.5.c fait très bien ressortir l'avantage des biocarburants sur leurs homologues fossiles, puisque cette externalité négative coûterait environ 4 fois moins chère pour les biocarburants.

A cela vient s'ajouter d'autres coûts pris en compte dans l'étude du cabinet de conseil tels que la pollution photochimique, les dommages aux bâtiments ou la toxicité sur l'Homme. Au total, 0,57 € par GJ se rajoute au Diesel et 0,65 € par GJ au Diester. Le coût plus élevé pour le Diester s'explique par les pollutions dues aux activités agricoles.

D'après l'«évaluation des externalités éthanol et ETBE de betteraves en France», réalisée par PriceWaterhouseCoopers en mars 2003, les coûts d'environ 3,40 € par GJ ont été retenus pour l'essence et 1,93 € par GJ pour l'éthanol. Ces différences avec les filières Diester et Diesel s'expliquent notamment par un rendement énergétique plus faible et par un fort pourcentage d'aromatiques pour l'essence et d'une forte proportion d'oxygène dans l'éthanol.

Tableau 2.1.6.d/ Représentation des coûts externes environnementaux pour les différentes filières.

En €/ Gigajoules	Gazole	EMHV Colza	Essence	Ethanol Blé
Effets de serre	1,07	0,32	1,15	0,46
Autres coûts	0,57 <sup>1</sup>	0,65 <sup>1</sup>	3,40 <sup>2</sup>	1,93 <sup>2</sup>
Coût total	1,64	0,97	4,55	2,39

<sup>1</sup> « externalités environnementales des filières Diesel et Diester » réalisée par PriceWaterhouseCoopers (sept. 2003)

<sup>2</sup> « évaluation des externalités éthanol et ETBE de betteraves en France », réalisée par PriceWaterhouseCoopers (mars 2003)

Source : élaboration personnelle

On s'aperçoit que c'est principalement, l'effet de serre qui joue en faveur des biocarburants, car ces résultats ne comprennent pas le CO<sub>2</sub> émis dans l'atmosphère lors de la combustion de ces derniers. On considère que le gaz émis avait été préalablement prélevé par la plante.

## ***2.2 La valorisation de l'indépendance énergétique.***

### **2.2.1 L'objectif premier : la réduction de la dépendance énergétique**

#### **2.2.1.1 En Europe**

Selon les estimations de la Commission européenne la dépendance énergétique externe de l'Union européenne est en croissance continue. A l'heure actuelle, l'UE couvre ses besoins énergétiques à 50% à partir des produits importés et faute de mesures appropriées, cette dépendance pourrait atteindre, d'ici 20 à 30 ans, 70%. Cette dépendance externe est pratiquement totale vis-à-vis du pétrole dans le secteur du transport, puisque celle-ci atteint 98%. Ce risque est notifié dans le « Livre Blanc » de la Commission Européenne

L'Europe a notamment abordé ce problème en élaborant une stratégie de sécurité d'approvisionnement énergétique visant à réduire les risques liés à



cette dépendance externe. Elle a aussi mis en œuvre différents programmes tel que le Programme « Énergie intelligente pour l'Europe » (2003-2006) qui assure la continuité de l'action européenne telle qu'elle a été développée dans le programme-cadre sur l'énergie (1998-2002).

Ce nouveau programme vise à soutenir financièrement les initiatives locales, régionales et nationales dans le domaine des énergies renouvelables, de l'efficacité énergétique, des aspects énergétiques du transport et de la promotion internationale.

### **2.2.1.2 En France**

Les mêmes tendances sont observées au niveau national et d'après le « Scénario énergétique tendanciel à 2030 pour la France » de la DGMEP, il apparaît que la dépendance énergétique française passera de 50 à 60 % en 2030.

Etant donné la grande proportion du pétrole dans les importations totales en France, et compte tenu des perspectives délicates qui règnent autour du pétrole (raréfaction et augmentation du prix), cette dépendance énergétique pourrait gravement affecté la balance commerciale française à moyen terme. C'est pourquoi le prix du pétrole reste l'élément clé de notre moteur économique.

### **2.2.2 Le cours du pétrole, un élément décisif**

Les récents pics du prix du pétrole, (56 \$ le baril pour le Brent à Londres le 1<sup>er</sup> avril 2005 par exemple), et la forte volatilité (7% entre 90 et 2004), ont inquiété nos économies capitalistes, et avec cela, relancé le débat sur notre dépendance énergétique et sur le développement des énergies renouvelables.

Graphique 2.2.2/ Evolution du prix du Pétrole Brent à Londres (en \$/baril)



Source : bourse.lesechos.fr en date du 6 avril 2005

En effet, l'augmentation du prix du pétrole ces dernières années a lourdement impacté des gros consommateurs en énergie et **cette hausse se répercute notamment sur le prix des intrants dans l'agriculture et sur tous les processus de fabrication des carburants renouvelables**. Ce qui indique qu'il faut concentrer les efforts sur un processus de fabrication des biocarburants de plus en plus indépendant énergétiquement parlant.

L'instabilité du cours du pétrole est surenchérie par la variation de l'euro face au dollar qui, pour l'instant, est relativement atténué du fait de la baisse du dollar face à l'euro mais qui peut en revanche s'aggraver si le scénario monétaire s'inverse.

C'est pourquoi, l'enjeu majeur pour la France est de trouver un système permettant une nette diminution ces prochaines décennies, de notre dépendance énergétique, d'autant plus que d'après un récent rapport de l'IFP, le cours du pétrole risque de ne pas retrouver ses niveaux d'antan.

### **2.2.3 Les réserves pétrolières**

Dans le cadre d'une analyse du marché pétrolier, il est important de rappeler les réserves pétrolières prouvées, élément clé du prix du baril mais aussi de la cotation des compagnies pétrolières sur les différents marchés.

D'après BP Statistical Review of World Energy June 2004 (annexe 5), les réserves de pétrole, c'est-à-dire, la quantité de pétrole que les experts sont certains de pouvoir extraire de façon économique, s'élèvent à 1147,7 milliards de barils (un baril = 42 gallons, soit 159 litres environ) fin 2003, ce qui représente, en année de consommation (base 2003), 41 années de réserve.

Cependant, les récentes découvertes de gisements en Afrique, en Amérique centrale et en Eurasie, ainsi que le développement de nouvelles techniques d'extraction offrent un regain d'optimisme pour les pétroliers. En effet, les prévisions de la fin de l'ère pétrolière varient entre 50 et 70 ans, selon les experts.

### **2.2.4 L'hostilité des pétroliers**

En effet, les pétroliers français n'encouragent pas l'intégration d'éthanol dans l'essence et préféreraient nettement que l'accent soit mis sur le biodiesel, prétextant la « *diésélisation* » du parc automobile (voir tableau 2.2.3), mais la réalité se trouve surtout dans les sous capacités de raffinage du diesel, dont le diester contribue à combler le manque. Pour illustrer ce constat, le groupe Total déclare avoir acheté en 2002, plus de 70 % des 310 000 tonnes de diester agréées en France (c'est-à-dire bénéficiant d'une réduction de TIPP) et a commercialisé trois dosages à 5 %, 10 % et 30 % d'incorporation de biodiesel fabriqué à partir d'huile de colza.

Concernant la filière éthanol, c'est l'indice d'octane qui a été à la base de nouveaux débats conditionnant le développement des biocarburants (le seuil de l'indice est compris entre 95 et 98 et une augmentation de 1 point de cet indice entraîne une réduction de 1% de la consommation). En effet, pour

relever cet indice, les pétroliers ajoutent un additif, précédemment le MTBE, qui ce fait remplacé petit à petit par l'ETBE, additif comprenant de l'éthanol. **Ce produit a été imposé par les pétroliers français qui prônait la transformation de l'éthanol en ETBE** lorsque la filière bioéthanol a été créée en 1992, en avançant des arguments techniques, mais qui recouvrent surtout des intérêts économiques.

De ce fait, les pétroliers verrouillent stratégiquement le développement des carburants renouvelables en France.

## 2.2.5 La hausse de la consommation de produits pétroliers.

L'augmentation du prix du pétrole est à mettre en parallèle avec la hausse de consommation des produits pétroliers comme le démontre le tableau suivant.

Tableau 2.2.3/ Evolution de la consommation finale de produits pétroliers en France

*Unité : million de tep*

	1973	1979	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	évolution 2001/2000
Supercarburant et essence auto	16,5	18,6	18,8	19,1	16,4	15,7	15,3	15,2	15,1	14,4	14,2	-1,5%
Gazole	6,6	9,2	10,9	17,5	22,9	23,5	24,6	25,7	26,7	27,4	28,7	4,8%
Carburacteur et essence aviation	2,0	2,6	2,7	4,0	4,8	5,1	5,3	5,6	6,1	6,3	6,2	-1,9%
Fioul lourd	4,6	4,0	2,0	2,2	1,9	1,9	2,1	2,4	2,4	2,4	2,1	-15,3%
Divers <sup>2</sup>	1,4	1,2	1,0	0,9	0,9	0,8	0,9	1,1	1,1	1,0	0,8	-8,1%
<b>Total produits pétroliers</b>	<b>31,0</b>	<b>35,6</b>	<b>35,5</b>	<b>43,6</b>	<b>46,9</b>	<b>47,1</b>	<b>48,2</b>	<b>50,0</b>	<b>51,4</b>	<b>51,5</b>	<b>52,0</b>	<b>1,0%</b>
Electricité <sup>3</sup>	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,0%
<b>Consommation finale</b>	<b>31,6</b>	<b>36,2</b>	<b>36,1</b>	<b>44,3</b>	<b>47,6</b>	<b>47,9</b>	<b>49,0</b>	<b>50,9</b>	<b>52,3</b>	<b>52,4</b>	<b>52,9</b>	<b>1,0%</b>

Sources : CPDP, Observatoire de l'Energie (Bilans de l'énergie, modifiés par l'adjonction des soutes maritimes internationales)

Ce tableau illustre parfaitement d'une part, la situation énergétique qui est fortement influencée par la « diésélisation » du parc automobile (+ 319 % entre 1973 et 2001) et d'autre part, la consommation totale de produits pétroliers qui a progressé de 67 % en l'espace d'une trentaine d'années.

La consommation des supercarburants et essence auto, compte tenu de leur plus forte taxation, a diminué de 13 % depuis ces trente dernières années. Une taxation qui fait d'ailleurs l'objet d'âpres débats, puisque l'avantage comparatif du diesel se renforce d'autant plus grâce à sa plus faible consommation due à son pouvoir calorifique plus élevé.

Les différences de rendement énergétique entre les carburants sont des éléments importants à prendre à compte dans leur évaluation. En effet, cet élément, défini par le pouvoir calorifique (tableau 2.1.6.c), va influencer sur la compétitivité de chacun.

## 2.2.6 La comparaison des bilans énergétiques

Le bilan énergétique représente la différence entre l'énergie restituée par le carburant (pouvoir calorifique) et l'énergie mobilisée pour fabriquer ce même carburant.

Voici les résultats des différentes filières

Tableau : 2.2.4.a/ Pour la filière éthanol

	Essence	Ethanol Blé	Ethanol Betterave	MTBE	ETBE Blé	ETBE Betterave
Energie non renouvelable mobilisée (MJ/kg)	48.7	13.1	13.1	46.4	35.1	35.1
Energie restituée / Energie non renouvelable mobilisée	0.875	<b>2.05</b>	<b>2.05</b>	0.76	1.02	1.02

Source : PricewaterhouseCoopers/IFP : Bilan énergétique et gaz à effet de serre des filières de production des biocarburants en France (2002)

Tableau : 2.2.4.b/ Pour la filière biodiesel

	Gazole	Huile Colza	Huile Tournesol	EMHV Colza	EMHV Tournesol
Energie non renouvelable mobilisée (MJ/kg)	46.7	7.95	6.88	12.5	11.7
Energie restituée / Energie non renouvelable mobilisée	0.917	4.68	<b>5.48</b>	2.99	3.16

Source : PricewaterhouseCoopers/IFP : Bilan énergétique et gaz à effet de serre des filières de production des biocarburants en France (2002)

Ces tableaux font très bien ressortir l'avantage des carburants renouvelables sur leurs homologues fossiles. La différence qui oppose la filière des huiles (bilan à 4.68 pour l'huile de colza) à celle de l'éthanol (2,05) s'explique par une plus forte mobilisation d'énergie lors de sa production et par un pouvoir calorifique plus faible.

Le bilan énergétique est d'autant plus important qu'il permet de valoriser au mieux notre indépendance énergétique. En effet, on s'aperçoit ici que la production de biocarburant permet des économies importantes d'énergie fossile notamment de pétrole puisque avec un même volume d'énergie fossile, on produit 2 fois plus d'éthanol que d'essence et près de 3 fois plus de diester que de gazole.

Ces résultats, tout comme l'écobilan environnemental, peuvent néanmoins croître avec les progrès que les industriels mettent en place. On pourra encore améliorer le bilan énergétique en agissant sur les énergies mobilisées pour la production de carburants renouvelables, en le remplaçant petit à petit par une source d'énergie non polluante. Cela permettrait également d'accroître l'autonomie de la filière et de découdre l'influence du prix de pétrole sur les biocarburants.

### **2.2.7 La valorisation de l'indépendance énergétique**

La substitution des biocarburants aux produits pétroliers permet sans aucun doute un gain en matière d'indépendance énergétique, qui se traduit par une baisse du risque (souvenons nous des crises pétrolières des années 70) et par des économies réalisées (fuite des devises). C'est pourquoi l'intégration de ce « coût externe » valorisera les biocarburants.

L'étude menée par le cabinet de conseil PriceWaterhouseCoopers sur les « externalités économiques et sociales des filières Diesel et Diester » rapporte un coût positif de 0,59 € par GJ de diester soit une valorisation de 0,02 € par litre.

Celle menée sur l'«évaluation des externalités éthanol et ETBE de betteraves en France», fait paraître un coût de 0,56 € par GJ pour la substitution de l'éthanol à l'essence soit une valorisation de 0,012 € par litre.

## **2.3 La valorisation des enjeux économiques**

### **2.3.1 Une protection contre les importations : une nécessité.**

Dans l'état actuel des choses, l'Europe fait déjà apparaître des barrières douanières très basses par rapport aux Etats-Unis ou au Brésil, pénalisant la production de biocarburants sur notre territoire.

En effet, dans l'UE, un droit de douanes nul s'applique aux importations de graines oléagineuses à hauteur de 5,1 % de leur valeur pour les importations d'huile de colza ou de tournesol destinée à un usage autre que la fabrication de produits pour l'alimentation humaine, et de 6,5 % de sa valeur pour l'EMHV.

Concernant l'éthanol, les droits sont de 19,2 € par hectolitre pour l'alcool non dénaturé et de 10,24 € par hectolitre pour l'alcool dénaturé (impropre à la consommation humaine).

**Ces droits ont connu depuis 1995 une baisse de 36% suite aux accords de l'Uruguay Round du GATT**

De plus, suite à la convention de Lomé-Cotonou (relations entre l'Union européenne et les états africains, caraïbes et pacifique (ACP)), plus de 175 pays bénéficient pour leurs exportations d'alcool d'un accès à droit nul ou réduit à 15%. Cela concerne généralement les importations en provenance des Pays les moins avancés (PMA) ou des pays bénéficiant d'un régime spécial au titre de la lutte contre la production et le trafic de drogue (par exemple le Pakistan dont les exportations vers l'UE sont passées **de 119 000 tonnes en 2002 à 650 000 tonnes en 2003**).

Ces dispositions ont donc fait paraître par la suite le constat suivant : **les exportations à droit nul vers l'UE sont passées de 256 000 hl en 1995 à 993 000 en 2002 (x 4) et celles acquittant des droits sont passées de 25 000 hl en 1995 à 268 000 hl en 2002 (x 10).**

Cette protection douanière, qui paraît bien insuffisante, a une réelle influence sur la production autochtone d'éthanol principalement, car, nous le verrons, l'huile est moins menacée. Ainsi il sera tenu de prendre en compte les offres ultra compétitives du Brésil (les importations étaient de 54 000 hl d'alcool en 2002 alors que la moyenne annuelle était de 2 100 hl entre 1997 et 2001) ou des Etats-Unis qui sont d'autant plus compétitif avec un dollar faible. En effet ce risque d'importation ne menace pas seulement les emplois potentiels de la filière éthanol, puisqu'il concerne également les emplois existants aujourd'hui dans la filière alcool, ce qui a déjà provoqué la fermeture de 65 distilleries depuis six ans au niveau de l'Union européenne.

### **2.3.2 Les emplois, un impact non négligeable.**

L'émergence de la filière des biocarburants aura sans nul doute un impact très positif sur le marché de l'emploi car cette activité est génératrice de demande en main d'oeuvre, notamment en zone rurale.

Malgré la difficulté à évaluer le nombre d'emplois potentiels, les différentes études menées aboutissent à des résultats relativement similaires. En effet il apparaît dans un communiqué de la Commission Européenne de novembre 2001 à l'égard du Conseil et du Parlement, qu'une augmentation de 1% du niveau d'incorporation de biocarburant dans les énergies fossiles permettrait la création de 45 000 à 75 000 emplois en Europe.

Une étude réalisée par PriceWaterhouseCoopers en 2003, dresse un tableau favorable aux biocarburants. En effet, les chiffres avancés prétendent une création ou un maintien de 10,5 emplois par ktep (kilo tonne équiv. pétrole) pour la filière des esters et de 9 emplois par ktep pour l'éthanol.

Les nouveaux agréments de 800 000 tonnes supplémentaires communiqués le 2 février 2005 par Jean-Pierre Raffarin conduiront donc d'après cette étude à une création ou un maintien total de 5040 emplois pour la filière biodiesel et de 3420 emplois pour celle de l'éthanol.



**Cette étude fait notamment apparaître une valorisation des emplois de 7,4 € par hectolitre d'éthanol et de 13 € à 16 € par hectolitre de biodiesel.** Ces chiffres ont tenté de comparer le coût des emplois créés ou maintenus au coût d'indemnisation du chômage et des coûts sociaux.

Pour justifier cette étude, la comparaison avec l'expérience espagnole est assez intéressante. Il a été permis de créer ou maintenir 5000 emplois pour la mise en production de 280 000 tonnes d'éthanol en 2003, ce qui correspond à 19 emplois pour 1000 tonnes d'éthanol, soit le double prévu par l'étude du cabinet d'études.

Il apparaît, toujours selon l'étude menée par PriceWaterhouseCoopers, que la répartition des emplois se fait largement au profit du secteur agricole (près de 55% pour les deux filières). Ce qui n'est pas le cas de la valeur ajoutée qui se cloisonne au niveau industriel.

**En effet, que ce soit dans le secteur du biodiesel ou de l'éthanol, la valeur ajoutée restituée au secteur agricole ne représente qu'une petite partie, respectivement 30 et 25%, à la différence de la filière courte des Huiles Végétales Pures qui restitue près de 80 % de la valeur ajoutée.**

Ces créations d'emplois représenteront ainsi un moyen efficace pour lutter contre la désertification rurale.

Pour valoriser la production de biocarburant sur notre territoire, un coût externe, calculé sur la base des recherches de PriceWaterhouseCoopers, peut être inclus en tant qu'externalité. Ce coût positif est de 3,56 € par GJ pour le biodiesel (0,12 € par litre) et de 3,51 € par GJ pour l'éthanol (0,07 € par litre.)

### **2.3.3 Les revenus fiscaux supplémentaires**

En effet, la production de biocarburant sur le territoire français pourrait permettre l'attribution de recettes fiscales qui sauraient valoriser ces filières.

Concernant la filière du biodiesel, ces recettes seraient d'après le rapport Marleix, de l'ordre de 42,7 millions d'euros en 2003, soit 10,35 € par hectolitres, dont près de 32 millions d'euros d'impôt sur les sociétés, 3,3 millions d'euros d'impôts sur le revenu et 5,3 millions de taxe professionnelle. Concernant la filière éthanol, celle-ci rapporterait 5,5 € par hectolitre contre 0,9 € par hectolitre d'essence.

Cela revient à valoriser la filière biodiesel de 3,15 € par GJ (0,10 € par litre) et la filière éthanol de 2,60 € par GJ (soit 0,05 € par litre)

À l'horizon 2010, et avec les hypothèses de calcul de l'année 2003 et ceux effectués dans la partie 1.2.2., ces recettes s'accroissent avec l'augmentation de production, pour atteindre au total près de 400 millions d'euros de recettes fiscales en 2010 (320 millions d'euros pour la filière biodiesel et 70 millions d'euros pour la filière éthanol)

### **2.3.4 La réduction des importations d'aliments pour animaux.**

Le développement des biocarburants permettrait également d'abaisser voir d'abolir notre dépendance en matière d'aliments pour bétail qui a fortement progressé depuis l'interdiction de l'utilisation des farines animales, suite à la crise de la vache folle. Cet argument ne peut être valable que si les capacités de production sont installées en France ou en Europe, **mais ne sera pas intégrer dans le calcul du coût social étant donné qu'il concerne un secteur économique précis et non l'ensemble de la population.**

D'après les Huileries de France, l'importation de tourteaux en France représentait en 2002 environ **5 400 000 tonnes**, dont 4 500 000 tonnes de soja (voir annexe 4).

Pour illustrer ce cas, prenons les données suivantes, issues du « bilan micro et macro-économique des biocarburants et les perspectives de réduction des coûts » de JC Sourie, JC Hautcolas et P. Bonnafous.

1 hl d'ester = 0,223 t de colza ; 0,125 t de tourteaux ; 0,011 t de glycérine
1 hl d'éthanol = 0,285 t de blé ; 0,119 t de drêches
1 hl d'éthanol = 1 t de betterave ; 0,065 t de pulpes

L'atteinte des objectifs européens en 2010 (l'équivalent de 3,06 Mtep de biocarburant) permettrait la production suivante :

Tableau 2.3.4.a/ Production de co-produits destinés à alimenter les animaux

Biocarburant	Production de biocarburant pour 2010 en hectolitre	Volume des co-produits en tonnes
Ester colza	31 040 000	3 877 594 de tourteaux ( + 341 230 de glycérine)
Ethanol betterave	4 300 000	279 133 de pulpes
Ethanol blé	10 020 000	1 192 400 de drêches
Total	45 360 000	= 5 346 127

Source : élaboration personnelle

Le résultat démontre ici que les co-produits (hormis la glycérine) pourraient largement combler le déficit commercial en matière d'aliments pour bétail et avec cela calmer les ardeurs des écologistes, mécontents de voir arrimer des cargos de soja transgénique.

Tableau 2.3.4.b/ Solde commercial théorique des tourteaux en 2010 (en milliers de tonne)

Volume estimé de tourteaux importés en 2010*	6737
- Production estimée en 2010	- 5 346
Balance commercial	= - 1391

\*L'estimation des volumes importés s'est basée sur une croissance des importations de 25% (variation calculée entre 1996 et 2002)

Source : élaboration personnelle

En se basant sur l'hypothèse d'une incorporation de 5,75% de biocarburant en 2010, on s'aperçoit que les importations se réduisent considérablement puisqu'elles passent de 5 400 000 tonnes en 2002 à 708 000 en 2010.

Les tourteaux de colza se négociaient en mars 2005 à 134 € la tonne départ usine en France, et ceux de soja aux alentours de 250 € la tonne. Cette hausse de la production permettrait une baisse du prix de vente et une plus grande indépendance (76 % en 2002 contre 16 % estimée en 2010).

Cependant, cela ne favorisera pas le marché de la glycérine dont le prix risque fort de chuter si un tel niveau de production est atteint. En effet, l'effet volume ramènera le prix de la glycérine près de zéro (d'après l'International Energy Agency) alors qu'il varie actuellement entre 500 et 1000 \$ la tonne selon la qualité, ce qui impactera d'autant le prix de revient du biodiesel (voir partie 3.2.3.).

### 2.3.5 Valorisation des externalités économiques

Les créations d'emplois et l'augmentation des revenus fiscaux sont bien utiles à l'ensemble de la société et rentrent bien dans le champ d'action des externalités.

Tableau 2.3.5/ Récapitulatif des externalités économiques liés à la production de biocarburants en France

En €/gigajoules	Gazole	Diester	Essence	Ethanol
Création d'emploi	0	3,56	0,03	3,51
Revenus fiscaux	0	3,15	0,27	2,60
Total	0	6,71	0,30	6,11

Source : élaboration personnelle à partir des résultats obtenus par PriceWaterhouseCoopers

Ce tableau reflète des gains très appréciables qui, convertit au litre, équivaut à une valorisation de 0,22 € pour le biodiesel et de 0,13 € pour l'éthanol.

\*  
\*            \*

Les multiples études réalisées tant en France qu'à l'Étranger sur les biocarburants confirment un bilan environnemental bien moins néfaste que pour leurs homologues fossiles. Par ailleurs la mise en vigueur de lois visant

à réduire les émissions de GES et l'arrivée progressive des quotas de droits à polluer vont peut-être permettre aux biocarburants de trouver de nouvelles sources de financement.

Au regard des constats énergétiques et économiques il apparaît une forte valorisation de ces enjeux si leur production se réalise sur notre sol. En effet, l'indépendance énergétique, la création d'emplois et les revenus fiscaux représentent des externalités très importantes dans l'estimation du coût social des biocarburants. Celles-ci représentent au total un gain de 7,30 € par GJ pour le biodiesel (ou 0,23 € par litre) et de 6,67 € par GJ pour l'éthanol (0,14 € par litre).

Lorsqu'on y inclut les externalités environnementales la valorisation est de 0,20 € par litre pour le biodiesel et de 0,09 € par litre pour l'éthanol.

Ces chiffres mettent en perspective l'importance des enjeux du développement de ces filières sur notre territoire. Cependant il serait intéressant de comparer ces « gains » aux revenus tirés de la Taxe Intérieure de Consommation (ex-TIPP) sur le gazole et l'essence, pour savoir si le « manque à gagner » est réel ou non (voir partie 3.3.1).

### **3 Le prix de revient des biocarburants comparé et agrégé.**

Chaque acteur souhaitant participer au développement des biocarburants doit évidemment trouver un intérêt économique au moins aussi attractif que dans la filière concurrente fossile. On comparera donc les prix de revient entre les filières fossiles et renouvelables. Le prix de revient représente l'ensemble des coûts relatifs à leur production et permet de distinguer les avantages et les inconvénients de chaque filière tout en écartant les marges réalisées par les industriels pour une comparaison plus homogène.

Le calcul du prix de revient, s'il paraît simple au départ, est délicat si l'on veut se rapprocher au mieux de la réalité. C'est pourquoi la prise en compte des externalités, qui est liée aux enjeux du développement des biocarburants sur notre territoire, est un facteur important qui permet de mieux valoriser ce produit. L'approche par les coûts externes invite à mettre en avant des considérations d'efficacité économique : l'internalisation de ces coûts vise en effet la maximisation du bien être social.

Etant donné que le prix de revient des matières premières conditionne en grande partie celui des biocarburants, ce chapitre traitera en partie de l'importance du secteur agricole sur les prix.

#### ***3.1 L'importance du secteur agricole sur le prix de revient.***

##### **3.1.1 L'évaluation de la surface agricole utile**

Etant donné que, par le mécanisme du jeu de l'offre et de la demande, les prix des ressources agricoles dépendent de la superficie disponible, il paraît important de déterminer quelle sera la surface dédiée aux cultures énergétiques.

La situation très favorable de la France dans le domaine agricole pour la richesse et la superficie de ses terres arables fait espérer une production importante de ressources agricoles.

Voici, l'estimation des surfaces nécessaires pour la production de 3,06 Mtep de biocarburant en 2010 (5,75% de 53,2 Mtep de carburant), dont 2,35 Mtep pour le diester et 0,71 pour l'éthanol.

Un bilan dressé par l'ADEME, a évalué le rendement énergétique par hectare en 2010

Tableau 3.1.1.a/ Rendement énergétique par type de biocarburant

Biocarburant	Rendement énergétique (tep par hectare par an)
Ethanol de blé	1,78
Ethanol de betterave	4,3
EMHV Colza	1,34
EMHV Tournesol	1,02

Tableau réalisé par ADEME/DAB, Matthieu Orphelin et Etienne Poitrat, version du 3 septembre 2003.

Source : Etude « Bilan énergétique et effet de serre des filières de production des biocarburants en France » - 2002 - Ecobilan pour Minefi et ADEM

Tableau 3.1.1.b/ Superficie nécessaire selon les types de biocarburant

Cultures	Surface nécessaire (en hectare)	Biocarburant produit (en Tep)
Betterave*	50 000	213 000
Blé*	280 000	497 000
Colza	1 750 000	2 350 000
Total	2 080 000	3 060 000

\*La Confédération Générale des Planteurs de Betteraves (CGB) estime que la production d'éthanol sera produite dans un horizon proche à 70 % par du blé et 30 % par la betterave, à l'inverse de la situation actuelle.

Source : élaboration personnelle

Au regard des superficies nécessaires pour l'intégration de 5,75% de biocarburant en 2010, l'objectif de la Commission européenne se trouve être tout à fait réalisable, d'autant plus que la totalité du volume nécessaire pourrait être produit sur le territoire français, à la différence de certains pays qui sont obligés d'importer soit les matières premières (Espagne) soit les produits finis (Suède qui importe de l'éthanol brésilien).

La Superficie Agricole Utile en 2002 était de 29 Millions d'hectares, dont 62,4 % sont destinés aux terres arables, soit 18 millions d'hectares. **Les terres mobilisées pour ce premier palier représenteraient 11,5 % du total des terres arables.** Mais ce n'est pas tant la culture des ressources pour

l'éthanol qui poserait problème mais plutôt celle du colza pour laquelle il faudrait presque tripler la superficie.

### **3.1.2 L'intérêt pour l'exploitant agricole.**

Alors que la situation actuelle n'est pas très favorable aux agriculteurs, la création d'un nouveau débouché laisse espérer une nouvelle source de revenu. En effet, ces dernières décennies, une tendance très nette de l'évolution des prix s'est dessinée. Les prix à la consommation ont augmenté ainsi que les prix des intrants agricoles, mais les prix agricoles demeurent sous pression de l'aval. Les agriculteurs sont pris en tenaille entre l'amont et l'aval, et la valeur ajoutée leur échappe.

Etant donné la forte proportion du prix de la matière première dans le coût de revient des biocarburants, le prix de cette dernière demeurera une variable d'ajustement importante dont on essaiera de diminuer la volatilité pour assurer une certaine stabilité sur les prix de revient des biocarburants. C'est pourquoi les agriculteurs devront s'engager sur des volumes déterminés et leurs acheteurs, en face, devront assurer des prix stables établis en fonction de leurs coûts de production.

**Une fois encore on s'aperçoit que le secteur agricole n'a guère de réelle importance puisqu'il est soumis à la loi de l'offre et de la demande et se trouve tributaire des prix de marché.**

Actuellement les prix sur les marchés sont relativement déprimés et font paraître des niveaux assez bas rarement atteint (100 € /tonne de blé rendu Rouen et 200 € la tonne de colza Fob Moselle).

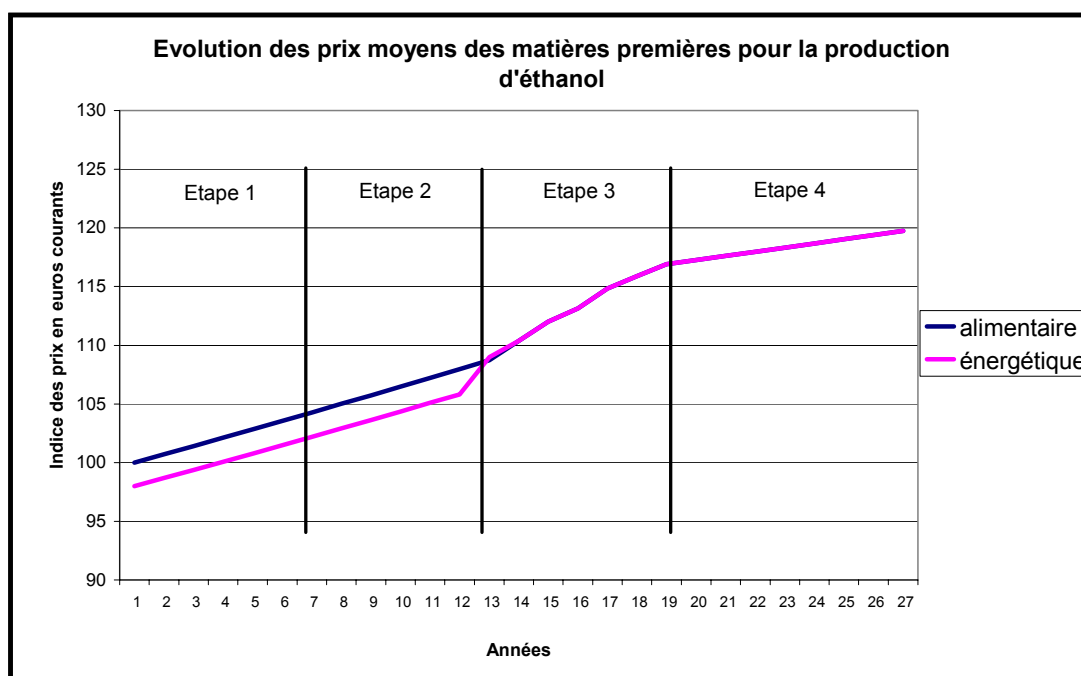
L'un des enjeux mis en avant par les partisans des biocarburants est la création d'un **nouveau débouché pour les agriculteurs**. En effet la surproduction actuelle serait alors résorbée par une demande plus abondante. Seulement, pour assurer une stabilité des prix pour le consommateur, des contrats conclus avec les industriels se fixeront sur un volume limité (Etape 1 du graphique 3.1.2.) et les besoins supplémentaires



seront satisfaits par une offre des marchés étrangers concurrents type Brésil ou Etats-Unis (Etape 2). Mais ces pays ne pourront pas satisfaire les besoins de toute une planète, et les négociants reviendront alors sur le marché national, où ils se disputeront les offres mises en concurrence. A terme nous devrions voir apparaître une augmentation du prix des ressources énergétiques qui évolueraient de paire avec les prix des ressources alimentaires (Etape 3). Cette situation est surtout valable pour le marché de l'éthanol qui subit une forte concurrence à l'inverse du marché du biodiesel, qui valorise le colza français grâce aux exportations vers l'Allemagne. Cette évolution, qui est en étroite relation avec les surfaces disponibles aux cultures énergétiques, se stabilisera une fois le seuil limite de surface cultivable atteint (Etape 4). Cette hypothèse est cependant jugée quelque peu optimiste par certains agriculteurs.

Voici un schéma de l'évolution potentielle des prix payés par les industriels pour le marché de l'éthanol :

Graphique 3.1.2/



Source : élaboration personnelle

Mais au regard de l'augmentation du prix des intrants et du prix actuel des agro-ressources, l'intérêt n'est pour l'instant pas phénoménal. Il n'y aura d'intérêt pour l'exploitant agricole, de toutes les façons, que si le prix des cultures énergétiques est supérieur au coût d'opportunité.

### 3.1.3 L'évaluation du coût d'opportunité pour l'exploitant agricole.

Le CDER<sup>2</sup> a estimé quels devaient être les prix équivalents nécessaires pour assurer un certain niveau de marge pour l'agriculteur, afin que ce dernier soit intéressé à produire des cultures à vocation non alimentaire. Ces résultats varient selon que la production soit en jachère ou non. Les rendements ont quelque peu été modifiés pour mieux correspondre à un niveau national et non pas régional.

Tout d'abord, il faut savoir que l'exploitant agricole a le choix, de cultiver soit sur jachère soit hors jachère, ce qui aura un impact manifeste sur sa marge puisque seule la culture hors jachère peut bénéficier d'une aide directe de 100 €, qui restera incluse dans leur marge brute, et de l'aide aux cultures énergétiques (ACE) de 45 €.

Tableau 3.1.3.a/ Aide octroyée selon le type de surface

2 surfaces distinctes	Jachère	Hors Jachère	
Aide couplée	0	<b>cultures</b>	<b>€/ ha</b>
		COP <sup>1</sup>	100
		COP énergétique	100 + 45*
		Betteraves	0
		Sem. Fourragère	0
Calcul Marge Brute	= Rdmt x PU <sup>2</sup> – CP <sup>3</sup>	= aide couplée + Rdmt x PU <sup>2</sup> - CP <sup>3</sup>	

\* la prime par hectare de 100 € correspond aux aides couplées et celle de 45 € est une aide communautaire aux cultures énergétiques (ACE) prévue pour les surfaces destinées à des productions à usage énergétique cultivées hors jachère, Toutefois,

cette aide est limitée à 1 500 000 hectares au niveau communautaire (enveloppe budgétaire de 67 millions d'euros) et ne concerne pas les betteraves.

<sup>1</sup> **COP Céréales Oléa-Protéagineux**

<sup>2</sup> **PU** : Prix Unitaire. Il représente le prix par tonne de la matière première payé à l'agriculteur.

<sup>3</sup> **CP** : Charges Proportionnelles (semence, traitement, engrais)

Source : élaboration personnelle largement inspirée par des recherches du CDER

Pour comparer la rentabilité des cultures entre elles voici un tableau indicatif des prix payés aux agriculteurs pour la récolte 2004. Les couleurs serviront à repérer la rentabilité des cultures correspondantes sur les tableaux 3.1.3.c et 3.1.3.d.

Tableau 3.1.3.b/ Indicateurs de prix minimum pour la récolte 2004 en € par tonne

	Hors jachère	Jachère
Blé éthanol	82	70
Betterave éthanol	18	-
Colza industriel	188	188
Tournesol oléique	185	160

Source : Champagne Céréales et CGB pour la betterave (mars 2005)

Les prix du blé éthanol pour les cultures en jachère sont plus bas puisqu'ils se basent sur l'historique des contrats conclus avec les industriels. Alors que les prix du colza énergétique garantissent 98 % du prix du colza alimentaire. Le cas de la betterave est assez particulier et dépend principalement des quotas qui ont été alloués aux exploitants aux yeux de l'historique de production. En effet les agriculteurs, à l'heure actuelle, ne peuvent pas entreprendre la culture de la betterave sans avoir un contrat préalable avec une sucrerie. Le marché sucrier en Europe va cependant connaître, ces prochaines années, un remaniement total de son organisation.

Tableau 3.1.3.c/ Calcul des prix équivalents concernant la culture **sur jachère**

Cultures jachères	Rdmt moyen potentiel T/ha	Aide couplée	Charges proportionnelles	Marge brute €/hectare				
				100	200	300	400	500
				Prix Unitaire nécessaire €/T				
Blé éthanol	8	-	410	64	84	89	101	114
Betterave éthanol	75	-	640	9,9	11,2	12,5	13,9	15,2
Colza industriel	3,4	-	370	138	168	197	226	256
Tournesol	2,6	-	220	123	162	200	238	277

Source : élaboration personnelle inspirée par des recherches du CDER

Concernant la culture sur jachère, on s'aperçoit très largement que le colza industriel offre la meilleure rentabilité avec une marge brute d'environ 270 € par hectare.

Tableau 3.1.3.d/ Calcul des prix équivalents concernant la culture **hors jachère**

Cultures hors jachères	Rdmt moyen potentiel T/ha	Aide couplée + ACE	Charges proportionnelles	Marge brute €/hectare				
				400	500	600	700	800
				Prix Unitaire nécessaire €/T				
Blé éthanol	8	145	410	83	96	108	121	133
Betterave éthanol	75	100	640	12,5	13,8	15,2	16,5	17,8
Colza industriel	3,4	145	370	184	213	243	272	301
Tournesol	2,6	145	220	182	221	260	298	336

Source : élaboration personnelle inspirée par des recherches du CDER

Sur les cultures hors jachères, l'écart s'amenuise, mais le colza reste la culture la plus rentable après la betterave dont le cultivateur ne contrôle pas le volume de production. De plus, des charges d'exploitation supplémentaires doivent être ajoutés à la culture de la betterave qui nécessite un soin particulier.

En effet, des charges d'exploitation différentes doivent être affectées aux cultures mais elles sont sensiblement les mêmes pour le colza et le blé. Cependant, force est de constater que l'écart entre les prix alimentaires et énergétiques ne favorisera pas la culture de produits énergétiques sur les cultures hors jachères.

Au final, on s'aperçoit que le coût d'opportunité varie d'un producteur à un autre du fait d'une prise en compte variable des autres charges d'exploitation et des subventions d'exploitation.

Mais il est clair que les écarts de valeur ajoutée entre les types de culture vont favoriser le développement de celles qui offrent la meilleure rentabilité, tel que le colza.

## **3.2 Le prix de revient des carburants**

### **3.2.1 Le prix de revient des Huiles Végétales Pures**

#### **3.2.1.1 Le débat sur les Huiles Végétales Pures**

Un autre débat au cœur du développement des biocarburants concerne l'utilisation des Huiles Végétales Pures (HVP). En effet, celles-ci, bien que reconnues comme un biocarburant par l'article 2 de la directive 2003/30, font l'objet de la Taxe Intérieure de Consommation (anciennement TIPP) à hauteur de 41,69 € par hectolitre. Cette filière qui offre un potentiel plus qu'intéressant tente de bénéficier de la défiscalisation déjà perçue par les filières éthanol, ETBE et biodiesel, mais en vain.

Cette filière est bloquée par deux articles du Code des douanes dont le premier stipule que « *tout produit destiné à être utilisé comme carburant ou comme combustible de chauffage est assujetti à la taxe intérieure de consommation au taux du carburant ou combustible dans lequel il est incorporé ou auquel il se substitue* » (article 265.3). Le second interdit « *l'utilisation comme carburant ou combustible de chauffage, la vente ou la mise en vente de produits dont l'utilisation et la vente pour cet usage n'ont pas été spécialement autorisées* » (article 265ter).

Cet article est cependant en contradiction avec le Règlement (CE) n° 2461/1999 de la Commission, du 19 novembre 1999 dont l'article 1<sup>er</sup> stipule que « *les terres mises en jachère dans le cadre du régime de soutien aux producteurs de certaines cultures arables, (...) peuvent être utilisées, (...), pour la production des matières premières, (...) destinées à des fins prévues à l'annexe III du présent règlement.* »

Et l'annexe III cite « *les produits (...) destinés à être utilisés directement dans les carburants ou à être transformés en vue d'une utilisation dans des carburants* », ce qui met la France hors la loi, car elle n'a pas transposé en droit français ce règlement.

Le peu d'effort consenti par le gouvernement pour cette filière a un effet retardateur sur nos voisins européens, d'autant plus que cela ralentit fortement les recherches faites à ce sujet. Outre-Rhin, les Huiles Végétales Pures bénéficient d'une défiscalisation totale, et 140 « pompes à huile » distribuent déjà ce carburant vert.

Un mouvement se dessine en faveur de l'utilisation des Huiles Végétales Pures, et attend impatiemment les autorisations du gouvernement pour enfin en faire un commerce légal, convaincu des bienfaits de ce dernier.

L'intérêt de cette filière « courte » est sa capacité d'intégration au sein d'une exploitation agricole, qui lui confèrera une autonomie en matière énergétique et pourquoi pas la réalisation d'économie, si le coût de revient est inférieur aux carburants fossiles payés par les exploitants agricoles. Elle permet néanmoins de lutter contre la désertification rurale et de distribuer une plus grande partie de la valeur ajoutée aux agriculteurs.

### **3.2.1.2 Le prix de revient des HVP**

Il faut savoir que l'utilisation des HVP se fait simplement et directement dans les moteurs Diesel à injection directe (c'est le cas de la majorité des tracteurs agricoles qui ne sont pas forcément garantis par les constructeurs dans le cas d'une utilisation des HVP). Le problème posé est sa viscosité à température ambiante, elle ne peut donc être utilisée que dans un moteur chaud. Un kit de bicarburation gère automatiquement ce détail technique (voir partie 1.1.3.2.2.).

En considérant un rendement de 34 quintaux hectare, et une production de 30 kg d'huile et de 70 kg de tourteaux avec 100 kg de colza, on obtient 1020 kg d'huile (soit environ 940 litres) et 2380 kg de tourteaux par hectare.

Etant donné que le prix du colza est actuellement de l'ordre de 188 € par tonne, le prix du litre d'huile végétale pure est de 0,68 centimes €, hors amortissement et valorisation des tourteaux.

Si l'on considère une base de 0,15 € le kg pour la vente des tourteaux le coût de revient serait alors de 0,30 € par litre d'HVP, soit environ 0,13 € moins cher que le prix du carburant hors taxe (fioul premier choix, prix mars 2005).

**L'élément clé du coût de revient des HVP est la valorisation des tourteaux qui permet de faire diminuer de moitié le coût de production des HVP.**

L'investissement est minime et représente environ 7000 € pour une presse Taby Type 40A (3280 €), une pompe de transvasement et filtration (650 €), 2 cuves de réception et décantation (1000 €) et deux kits de bicarburation (1000 € le kit par tracteur)

Tableau 3.2.1.2/ Coût de revient final de l'Huile Végétale Pure

Etape de production	En € par litre d'HVP
Prix de revient des ressources agricoles	0,30
Prix du colza	0,68
Valorisation des tourteaux	0,38
Charges et amortissement	0,02
Coût de revient final	0,32
Coût équivalent gazole	0,33

Source : élaboration personnelle

L'avantage économique des HVP sur son concurrent fossile lui accorde un potentiel de développement réel, d'autant plus que sa mise en place ne nécessite pas d'investissement majeur.

Seulement, l'exigence des moteurs et de leurs propriétaires envers les carburants laisse supposer un temps d'appréhension dont la filière des HVP pourra se servir pour parfaire son image. Parallèlement, le développement des moteurs conçus idéalement pour ce type de carburant devrait connaître une croissance rapide ces prochaines années.

### 3.2.2 Le prix de revient de l'éthanol

Des informations très intéressantes ont été tirées du livre d'information de l'IEA. Elles mettent en perspectives plusieurs facteurs influençant le prix de revient des biocarburants.

Tableau 3.2.2.a/ Estimation du coût de revient d'éthanol (2003) en dollars par litre

Pays	Allemagne				EU
	50 millions		200 millions		53 millions
Capacité installée (en litre)					
Type de ressources	Blé	Betterave	Blé	Betterave	Maïs
Coût de revient net de la matière première	0,21	0,28	0,21	0,28	0,14
Coût de la matière première	0,28	0,35	0,28	0,35	0,21
Valorisation des co-produits	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Charges salariales	0,04	0,04	0,01	0,01	0,03
Charges opérationnelles et coût de l'énergie	0,20	0,18	0,20	0,17	0,11
Amortissement par litre	0,10	0,10	0,06	0,06	0,04
Coût de revient final	0,55	0,59	0,48	0,52	0,32
Coût en litre equiv. essence	0,81	0,88	0,71	0,77	0,48

Source F.O. Lichts

Tout d'abord, il est aisé de constater que **la taille de l'unité de production** impacte assez fortement le coût de revient.

Une analyse de Whims en 2002 a démontré que la taille de l'unité de production a un impact majeur sur le coût de revient du produit final. Il a notamment calculé qu'un triplement de la taille de l'unité de production permettrait une réduction de 0,05 à 0,06 \$ par litre d'éthanol.

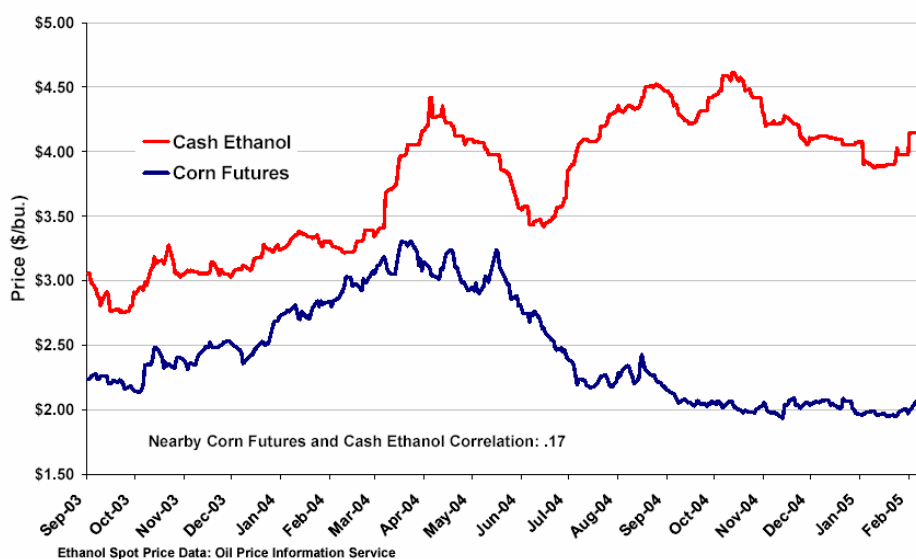
Cette étude estime également que les coûts de production d'éthanol en Europe sont supérieurs de 0,18 \$ par rapport à ceux observés aux Etats-Unis, en prenant en compte des prix agricoles de marché.



Cette analyse se confirme avec les données du tableau 3.2.2.a. qui fait apparaître une différence de 0,23 \$ par litre d'éthanol entre les Etats-Unis et l'Europe. Le Brésil a pour sa part un coût de production avoisinant les 0,17 \$, soit 0,38 \$ de moins qu'en Europe. Ceci est surtout dû à leur énorme avantage comparatif concernant la production de sucre à partir de canne à sucre.

Autre facteur important, **le prix des matières premières** qui pèse pour près de la moitié dans le coût de revient de l'éthanol. Cela crée une vraie corrélation entre le cours des ressources agricoles et le prix de l'éthanol. On constate que le prix du maïs aux EU est deux fois moins cher qu'en Europe ce qui vient effectivement se répercuter sur le prix de revient final.

Graphique 3.2.2.b/ Corrélation entre éthanol et ressources agricoles



Source : Chicago board of trade en mars 2005

**Les charges opérationnelles**, dans lesquels est intégré le **coût énergétique** (14% du coût de revient), impactent également fortement le prix de revient de l'éthanol. Une augmentation du prix du baril de pétrole relativisera donc la compétitivité de l'éthanol face à son homologue fossile.

Des informations recueillies auprès de Tereos ont permis de s'approcher au mieux du prix de revient de l'éthanol.

Tableau 3.2.2.c/ Coût de revient de l'éthanol blé en € par litre

Poste budgétaire	50 millions de litres	200 millions de litres
Coût de revient net	0,21	0,21
Coût de la matière première	0,33	0,33
Valorisation des co-produits	0,12	0,12
Coûts variables	0,03	0,02
Coûts fixes	0,09	0,06
Amortissement et frais financiers	0,10	0,12
Coût de revient final	0,43	0,41
Coût de revient final en litre équivalent essence	0,63	0,60

Source : élaboration personnelle (avec une base de 12 € le quintal de blé)

Ces chiffres sont comparables à ceux observés par FO Lichts (tableau 3.2.2.a) mais admettent une moindre différence concernant les économies d'échelle.

En effet les économies perçues sur les coûts fixes (-30%) et variables (-20%) se trouvent être amputées par une hausse de 20 % de l'amortissement et du coût de la dette.

A moyen terme (10 à 15 ans) une baisse du prix moyen de l'éthanol devrait être observée grâce à des effets d'échelle industrielle mais aussi grâce à des progrès en matière agricole, notamment permis par une meilleure localisation des cultures.

Les progrès techniques sont aussi à prendre à compte. En effet, une nouvelle forme de procédé de production à partir de cellulose fait espérer une baisse du prix de revient. Celle-ci s'avère plus compliqué car l'extraction des sucres requiert de lourds moyens chimiques (hydrolyse enzymatique), mais la cellulose, composant organique le plus abondant de la biosphère, permettrait une baisse significative du prix de revient des matières premières.

Tableau 3.2.2.d/ Comparaison des prix de revient courant et potentiel de l'éthanol en Amérique du Nord (en US \$ par litre équivalent essence)

	2002	2010	Post 2010
Ethanol à partir de maïs	0,43	0,40	0,37
Ethanol à partir de cellulose (peuplier)	0,53	0,43	0,27

Source :IEA basé sur les travaux de l'US National Renewable Energy Laboratory

Ces travaux ont pris comme référence un baril de pétrole à 24 \$ en 2002 et à 30 \$ en 2020.

Parallèlement au marché de la carburation, l'éthanol devrait étendre ses ventes dans des secteurs à plus haute valeur ajoutée tels que les secteurs de la cosmétique ou des produits d'entretien. En effet la raréfaction du pétrole pourrait bien laisser la place aux ressources renouvelables sur de nombreux marchés (voir annexe 2).

### 3.2.3 Le prix de revient du biodiesel

Le prix de revient du biodiesel est encore plus influencé par le prix des ressources agricoles que ne peut l'être celui de l'éthanol. En effet, les coûts de transformation ne représentent qu'une petite partie du prix de revient du biodiesel.

Tout comme l'éthanol, la taille de l'unité de production permet des économies d'échelle substantielles, comme le fait remarquer le tableau suivant :

Tableau 3.2.3.a/ Estimation du coût de production du biodiesel en Europe (en US \$ par litre équivalent diesel)

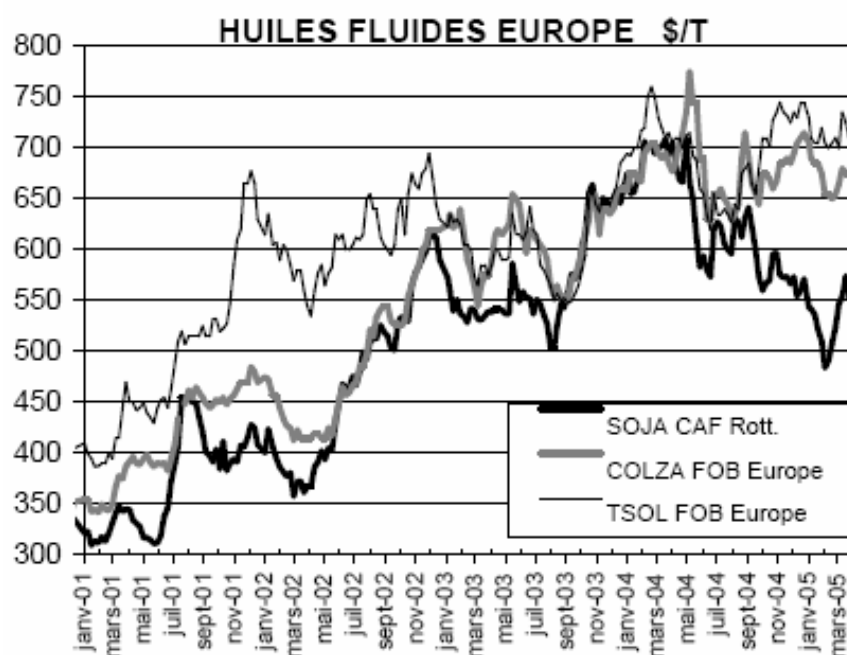
Scénario	Prix de l'huile de colza	Coût de transformation	Coût final
Petite unité, prix des matières premières élevé	0,60	0,20	0,80
Petite unité, prix des matières premières faible	0,30	0,20	0,50
Grande unité, prix des matières premières élevé	0,60	0,05	0,65
Grande unité, prix des matières premières faible	0,30	0,05	0,35

Source IEA (2003)

Ces données incluent la valorisation des co-produits tels que les tourteaux et la glycérine. La glycérine est un élément important dans le prix de revient du biodiesel puisqu'il participe à hauteur de 0,10 \$ par litre.

C'est en Europe que se fait principalement la production de biodiesel, et d'ailleurs, les prix de revient dans une grande unité de transformation aux Etats-Unis apparaissent relativement plus élevés. Pourtant leur ressource agricole (huile de soja) est disponible en plus grande quantité et fait paraître des prix moins élevés (graphique 3.2.3.b). Coltrain (2002) a estimé le coût de revient du biodiesel aux Etats-Unis variait entre 0,48 \$ et 0,73 \$ par litre équivalent diesel. Cette analyse se base sur un prix de l'huile de soja variant entre 0,38 \$ et 0,55 \$ par litre de biodiesel et un coût de transformation de 0,20 \$ à 0,28 \$ par litre. La valorisation de la glycérine est estimée à 0,10 \$ par litre.

Graphique 3.2.3.b/ Cours des Huiles sur les marchés



Source : Prolea (mars 2005)

Etant donné la forte influence du prix des huiles sur le prix de revient du biodiesel, les producteurs s'attachent à observer les cours de celles-ci.

Fin mars le prix d'une tonne d'huile de colza FOB Europe atteignait 660 \$ et le prix d'une tonne d'huile de soja à Chicago était coté 505 \$ la tonne.

Ainsi, on peut en déduire que l'huile de colza participe à hauteur de 0,58 \$ dans le prix de revient du biodiesel alors que l'huile de soja pour sa part ne coûte que 0,44 \$ par litre équivalent diesel.

Ce qui donne actuellement, d'après les informations données ci-dessus, **un prix de revient du biodiesel d'environ 0,63 \$ par litre équivalent diesel en Europe (pour le cas d'une grande unité), contre environ 0,68 \$ aux Etats-Unis**

D'après Prolea, la filière française des huiles et protéines végétales, d'autres données sont à prendre à compte. Tout d'abord un supplément de 23 € par tonne d'huile de logistique en amont et 30 € par tonne en aval. Ensuite, il convient de rajouter 30 € par tonne pour le raffinage de l'huile puis 116 € par tonne pour la transformer.

Tableau 3.2.3.c/ Prix de revient du biodiesel

Poste budgétaire	En € par litre
Coût de la Matière première	0,39
Dont huile de colza	0,46
Et valorisation des co-produits	0,07
Coût de production	0,14
Coût de logistique	0,05
Coût de revient	0,58
Coût de revient en litre équivalent diesel	0,67

Source : élaboration personnelle (avec une base de 512 € la tonne d'huile)

**Le prix de revient du biodiesel se situerait donc actuellement aux alentours de 0,67 € par litre équivalent diesel** soit 0,17 € de plus que l'étude réalisée par l'IEA (euro/dol à 1,30 en mars 2005).

A terme les gains espérés par les avancées technologiques sont très incertains, car les nouvelles technologies employées pour l'instant révèlent des coûts très élevés. De plus, s'il y a effectivement la réalisation d'économie, celle-ci se trouvera amputée par la baisse du prix de la glycérine.

Cependant, l'utilisation d'huiles usagées offre un potentiel d'évolution intéressant car étant donné que la fourniture en matière première occupe le premier poste budgétaire, celle-ci peut largement contribuer à baisser le prix de revient moyen du biodiesel. En effet, celle-ci peut être récupérée gratuitement voire payée par les industries pour s'en débarrasser. Des organisations de récupération d'huiles usagées devraient d'ailleurs se mettre en place. Le coût de revient de ce procédé reste cher étant donné les faibles quantités et le supplément de coût de traitement.

### 3.2.4 Le prix de revient des énergies fossiles

Pour définir le prix de revient des deux énergies fossiles potentiellement substituables aux biocarburants (essence sans plomb 95 et gazole), les

cours observés sur le marché de Rotterdam ont été pris comme référence. Ces cours ont été imputés par les marges de raffinage calculées par la DIREM (Direction des Ressources Energétiques et Minérales).

Les marges sur raffinage varient fortement (de 15 à 45 € par tonne) et se situent actuellement aux alentours de 22 € par tonne. Ces marges ne sont que des indicateurs relatifs que l'on ne peut directement comparer aux marges réellement calculées par chaque raffineur sur chaque site.

Sur le marché de Rotterdam le prix du gazole est de 540 \$ soit 420 € par tonne et le prix du sans plomb 95 est de 509 \$ soit 395 € par tonne.

Cependant, il est important de noter que nous observons des prix historiquement très haut comme le montre le tableau suivant :

Tableau 3.2.4.a/ Prix moyen annuel des essences sans plomb 95 et du gazole sur le marché de Rotterdam (en \$ par tonne)

Année	Sans plomb 95	Gazole
2002	240	225
2003	300	275
2004	400	375
2005 <sup>1</sup>	450	475
Cours au 4 avril 2005	509	542

<sup>1</sup> cours jusqu'au 4 avril 2005

Ce tableau reflète une augmentation constante du prix de ces produits mais montre également une hausse plus conséquente du prix du gazole qui finit par dépasser celui du sans plomb 95. Cette situation s'explique par la diésélisation du parc automobile déjà vue précédemment.

Cette situation est cependant compensée par une hausse du dollar par rapport à l'euro qui permet de relativiser cette hausse, mais un renversement de scénario affecterait gravement le prix de revient des carburants fossiles.

Graphique 3.2.4.b/ Evolution de l'euro en dollar



Source Prolea en mars 2005

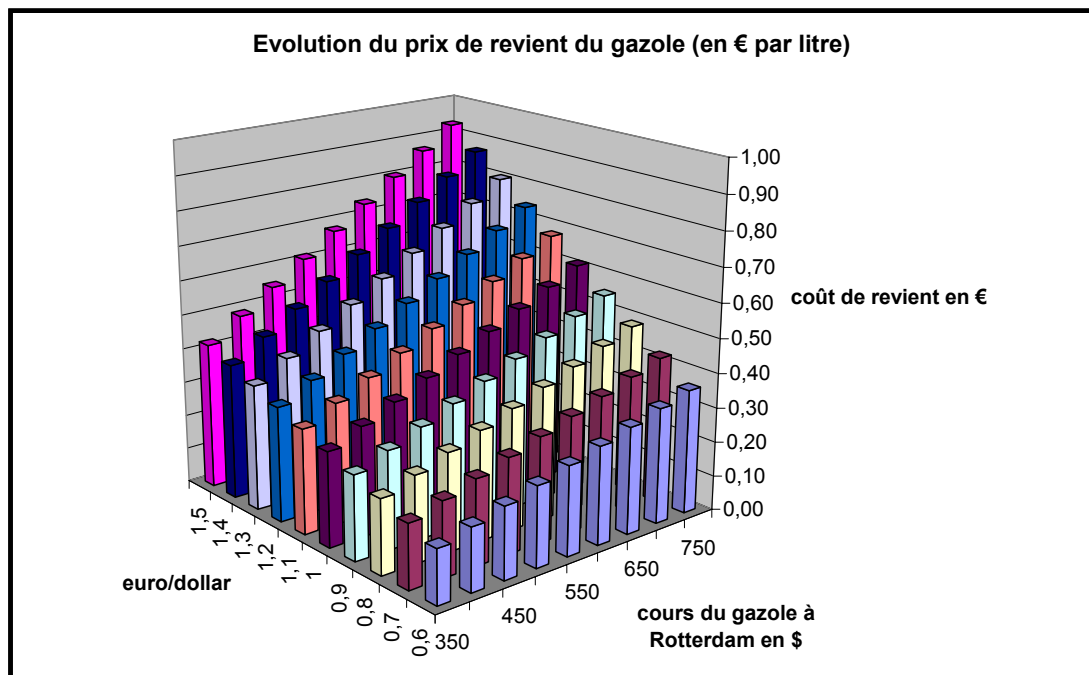
### 3.2.4.1 Le prix de revient du gazole

Le prix du gazole est de 540 \$ soit 420 € par tonne et si l'on déduit la marge de raffinage de 22 € tonne, son prix de revient équivaut à 398 €.

Ainsi, par litre, son prix de revient devrait être de l'ordre de 0,34 €, avec un dollar à 1,30 €.



Graphique 3.2.4.1/



Source : élaboration personnelle (marge de raffinage : 25 € par tonne)

On s'aperçoit d'après ce graphique que le prix de revient du gazole est intimement lié aux fluctuations du dollar face à l'euro.

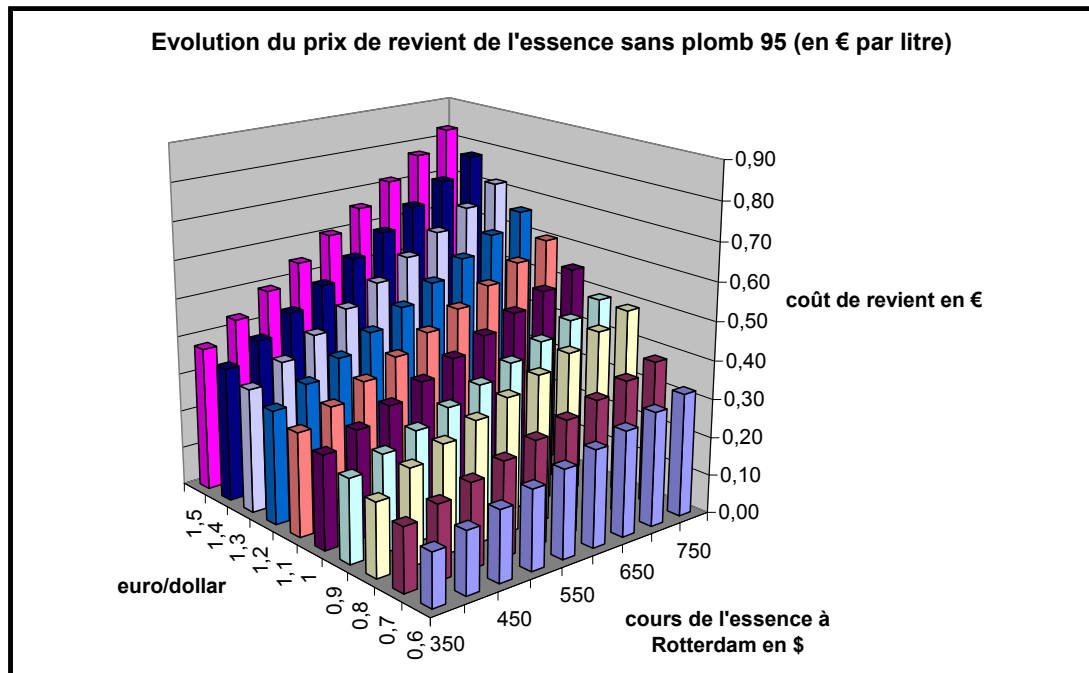
Un cours du gazole à 550 \$ avec une parité égale entre l'euro et le dollar amènerait le coût de revient du gazole à 0,44 € par litre.

### 3.2.4.2 Le prix de revient du sans plomb 95

Avec un prix d'environ 509 \$ soit 395 € par tonne, le prix de revient de l'essence sans plomb 95 serait de l'ordre de 373 € la tonne, marge de raffinage déduite.

Avec les données actuelles citées ci-dessus, le prix de revient du sans plomb 95 serait de l'ordre de 0,28 € par litre, avec un dollar à 1,30 €.

Graphique 3.2.4.2/



Source : élaboration personnelle (marge de raffinage : 25 € par tonne)

Tout comme le gazole, le coût de revient de l'essence est lié aux variations du taux de change entre l'euro et le dollar.

Un cours du gazole à 550 \$ avec une parité égale entre l'euro et le dollar amènerait le coût de revient de l'essence à 0,40 € par litre

### ***3.3 La prise en compte des externalités et la comparaison des prix de revient entre les produits***

#### **3.3.1 La comparaison sans les externalités**

Le tableau suivant met en exergue les différences des prix de revient entre les différents carburants.

Tableau 3.1.1/ Comparaison des prix de revient entre les carburants renouvelables et fossiles

€/dollar	Prix gazole	Prix de l'huile	Prix essence	Prix du blé
1,3	542 \$/ tonne	460 € la tonne	509 \$/ tonne	12 € le quintal

€ / litre	Gazole	Biodiesel	Essence	Ethanol
Coût de revient final	0,34	0,58	0,28	0,41
Coût de revient final en litre équivalent pétrole	0,34	0,67	0,29	0,61

Source : élaboration personnelle (avril 2005)

On s'aperçoit que les prix de revient des carburants fossiles sont comparativement moins chers. Cependant cet équilibre sera régulièrement remis en cause par plusieurs facteurs :

- L'augmentation du prix du baril de pétrole
- La baisse de l'euro face au dollar
- Les avancées technologiques dans le domaine de la production de biocarburants
- Les économies d'échelle réalisées par l'augmentation de la production
- La baisse du prix de revient des agro-ressources (?)

### 3.3.2 La comparaison des prix de revient agrégés

Dans le cadre du développement du marché des biocarburants il paraît intéressant d'intégrer les coûts externes pour connaître le coût social des filières éthanol et biodiesel. Il est nécessaire de rappeler que certaines externalités représentent un gain pour l'ensemble de la population tels que l'indépendance énergétique, la création d'emploi ou bien les revenus fiscaux supplémentaires.

Tableau 3.3.2.a/ Coût social des carburants fossiles et renouvelables

€/ Gigajoules	Gazole	Biodiesel	Essence	Ethanol
Externalités environnementales <sup>1</sup>	1,64	0,97	4,55	2,39
Dont : effets de serre	1,07	0,32	1,15	0,46
Dont : autres coûts	0,57	0,65	3,40	1,93
Indépendance énergétique <sup>2</sup>	0	-0,59	0	-0,56
Emplois <sup>3</sup>	0	-3,56	-0,03	-3,51
Revenus fiscaux <sup>3</sup>	0	-3,15	-0,27	-2,60
Coût de revient	9,63	17,73	8,78	19,38
Total	11,27	11,4	13,03	15,10
Total en € par litre	0,40	0,37	0,42	0,32

<sup>1</sup> Voir partie 2.1.5.

<sup>2</sup> Voir partie 2.2.7.

<sup>3</sup> Voir partie 2.3.5.

Source : élaboration personnelle

Ce tableau met en perspective les gains perçus par les filières biocarburants. L'internalisation de ces coûts relativise complètement l'avantage du pétrole sur son homologue renouvelable. En effet on s'aperçoit très bien que le coût social est comparativement le même entre les filières, sur une base en valeur énergétique. Les prix de revient au litre sont même plus avantageux pour les biocarburants.

Ces résultats pourraient être partiellement intégrés avec l'arrivée de la bourse de carbone, mais ne concerneraient que les externalités environnementales. Les externalités positives, qui réduisent le plus l'écart entre les énergies fossiles et renouvelables, se voient pour l'instant écartées de toute internalisation.

Pour une comparaison plus impartiale entre les filières, la prise en compte de la Taxe Intérieure de Consommation se révèle indispensable puisqu'elle est une source importante de revenu pour l'Etat, donc pour l'ensemble de la population.

Tableau 3.3.2.b/ Comparaison des revenus tirés des carburants.

€ / Gigajoules	Gazole	Biodiesel	Essence	Ethanol
Coûts des externalités	-1,64	6,33	- 4,25	4,28
Revenu de la TIC <sup>1</sup>	11,79	2,65	18,40	7,77
Revenu total	10,15	8,98	14,15	12,05
Revenu par litre	0,36	0,29	0,45	0,25

<sup>1</sup> Voir tableau 1.3.4.a

Source : élaboration personnelle

On remarque que les gains permis par la TIC sur les produits pétroliers sont tellement conséquents que ceux-ci comblent largement les externalités négatives des carburants fossiles. Mais ce tableau démontre surtout que la TIC sur les produits pétroliers dépassent le revenu total des biocarburants dans lequel est intégré la valorisation des externalités.

Notons que l'écart entre le gazole et le biodiesel est plus faible qu'entre l'essence et l'éthanol, du fait d'une plus forte taxation de l'essence.

## Conclusion

L'épuisement des ressources fossiles a mis en avant le développement de la filière des biocarburants devant celle de l'électricité et de la pile à combustible. Bien que ces deux dernières offrent un potentiel de pénétration important à long terme, les biocarburants se distinguent par leur facilité d'accès à court terme sur le secteur des transports qui dépend à 98 % du pétrole. En effet, leur incorporation peut se faire sans même modifier les moteurs.

Alors que l'Europe décide de mettre en oeuvre des moyens d'incitations afin de développer la filière des biocarburants, dans le but de respecter la part de 12 % d'énergies renouvelables en 2010, il apparaît que des divergences existent entre les pays. En effet les différences de défiscalisation ne mettent pas tous les pays sur le même pied d'égalité, provoquant des distorsions compétitives à l'image de l'Allemagne qui a choisi de défiscaliser totalement la filière biodiesel.

Afin de connaître le potentiel de développement de cette filière, ce mémoire de recherche a tenté d'estimer les prix de revient des carburants renouvelables et fossiles et de les comparer entre homologues respectifs (essence et éthanol, gazole et biodiesel). Etant donné les enjeux qu'apporte la production de biocarburant sur notre territoire, il a été tenté d'intégrer les coûts externes dans le prix de revient des carburants.

En effet, l'utilisation de carburant engendre des externalités qui se répercutent sur l'ensemble de la population, d'où l'intérêt de calculer le coût social des carburants. Plusieurs types d'externalité ont été pris en compte.

Tout d'abord, les externalités de nature environnementales qui prennent en compte l'émission de gaz à effet de serre et des pollutions annexes tels que la toxicité sur l'Homme ou le dommages aux bâtiments. Celles-ci ont révélé un net avantage pour les biocarburants qui le doivent en partie à la baisse des émissions de gaz à effet de serre.

Ensuite, les externalités liées à l'indépendance énergétique ont été intégrées dans le champ d'investigation. Le risque encouru par notre dépendance vis-

à-vis du pétrole se trouve renforcé par la hausse du prix de celui-ci ; c'est pourquoi on peut valoriser l'incorporation de biocarburant qui permet la réduction de ce risque.

Enfin, des externalités économiques sont à prendre en considération, car la production de biocarburants sur notre territoire permettrait la création d'emploi, une hausse des recettes fiscales ainsi qu'une indépendance concernant l'alimentation animale. Cependant ce dernier enjeu n'est pas intégré au calcul car il ne concerne pas l'ensemble de la population. La condition à l'intégration de ces externalités est une production sur le territoire national, sans quoi ces gains seraient transférés au pays producteur.

L'ensemble de ces externalités amène une valorisation de 0,20 € par litre de biodiesel et de 0,09 € par litre d'éthanol.

Le calcul des superficies nécessaires pour la culture énergétique ont montré que l'objectif de 2010 se trouve être tout à fait réalisable mais représenterait quand même plus de 2 millions d'hectares, soit 11,5 % de l'ensemble des terres arables.

L'intérêt pour les exploitants agricoles est de produire sur jachère des cultures énergétiques grâce auxquelles ils peuvent espérer dégager plus de valeur ajoutée qu'avant ou bien hors jachère où ils apprécieront la prime de 45 € l'hectare. L'influence du secteur agricole sur le prix des ressources agricoles n'est pas significative puisque les prix sont fixés par le marché qui suit la loi de l'offre et de la demande.

Après avoir déterminé les facteurs influençant le prix de revient de chaque carburant, celui-ci a été estimé et comparé, pour le cas des biocarburants, avec celui des Etats-Unis. Les productions outre-atlantique laissent apparaître un prix de revient inférieur concernant l'éthanol, à l'inverse du biodiesel.

En France, le prix de revient des biocarburants est supérieur à celui de leurs homologues fossiles respectifs, alors que le cours du pétrole connaît des records à la hausse. En effet, un litre équivalent pétrole de biodiesel coûterait 0,67 € contre 0,34 € pour le gazole, tandis qu'un litre équivalent pétrole d'éthanol coûterait 0,61 € contre 0,29 € pour l'essence sans plomb 95

(données calculées à partir du tableau 3.3.1). Cette prédominance économique des énergies fossiles ne favorise pas l'émancipation de la filière biocarburant, bloquée par le monopole et le lobby des compagnies pétrolières.

Cet avantage disparaît lorsqu'on y intègre les externalités propres à chaque carburant, même sur une base en valeur énergétique. Au litre, le prix de revient des biocarburants se trouve même inférieur à ceux des produits pétroliers. Ainsi, il sera de l'ordre de 0,37 € par litre de biodiesel contre de 0,40 € pour le gazole, et de 0,32 € pour l'éthanol contre 0,42 € pour l'essence.

Cependant, à l'heure actuelle, les revenus tirés de la Taxe Intérieure de Consommation, sont relativement conséquents. Et si l'on compare les « coûts » des externalités entre les carburants, en considérant que la TIC est un coût externe, l'avantage réapparaît pour les énergies fossiles.

Mais, avec les variations du brent accompagnées du risque de baisse de l'euro face au dollar, le prix de revient des énergies fossiles pourrait bien subir de nouvelles hausses, ce qui relancerait la volonté de développer une filière parallèle. Le développement des biocarburants doit cependant se structurer et ne pas laisser de côté la filière des Huiles Végétales Pures, qui permet à l'inverse des filières industrielles une plus grande répartition de la valeur ajoutée au secteur agricole, ainsi qu'une lutte efficace contre la désertification rurale.



## Bibliographie

Pasty J.C. [2004], « Les débouchés non alimentaires des produits agricoles : Un enjeu pour la France et l'Union européenne », avis du Conseil économique et social, p. 11-87

Institut Français de l'Environnement [2004] « Les coûts environnementaux de l'automobile, une mise en perspective de l'évaluation » Note de marché, p 57-81

IEA Biofuels for transport [2004] p54-80

Marleix A. [2004] « Les biocarburants » Rapport de l'assemblée nationale.

Poignant S. [2003] « La politique de soutien au développement des énergies renouvelables » Rapport de l'assemblée nationale.

ADEME [2003] « Les Energies et Matières Premières Renouvelables en France : situation et perspectives de développement dans le cadre de la lutte contre le changement climatique », p.15 à 45

Directive 2003/30/CE du Parlement Européen et du Conseil du 8 mai 2003

Directive 2003/96/CE du Parlement Européen et du Conseil du 27 octobre 2003

PriceWaterhouseCoopers [2002] « Bilans énergétiques et gaz à effet de serre des filières de production de biocarburants en France ». Note de synthèse.

Birraux C., Le Déaut J.Y., [2001] « L'état actuel et les perspectives techniques des énergies renouvelables. » Rapport de l'assemblée nationale, p. 150-157

Commission européenne [2001] « La politique européenne des transports à l'horizon 2010 » Livre Blanc.

Huorst S. [1998], « Evaluation monétaire des externalités environnementales relatives à l'utilisation d'ester méthylique de colza par les moteurs diesel ». Thèse p. 20 -53

DGMEP [1998] « Scénario énergétique tendanciel à 2030 pour la France. » Synthèse des résultats.

Sourie JC, Hautcolas JC, Bonnafous et P. [1997] « Le bilan micro et macro-économique des biocarburants et les perspectives de réduction des coûts » Agrice.

Levy R. [1993] « Les biocarburants ». Ministère de l'Industrie et du Commerce Extérieur.

La France agricole [2004] n°3060 p.35 et n°3055 p.21

Champ'Eco [2004] magazine de la chambre de commerce et d'industrie de Reims et d'Eprenay, n° 36, p.14-18

#### Sources internet

[www.industrie.gouv.fr/](http://www.industrie.gouv.fr/)  
[epp.eurostat.cec.eu.int](http://epp.eurostat.cec.eu.int)  
[www.transports.equipement.gouv.fr](http://www.transports.equipement.gouv.fr)  
[www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)  
[www.onic.fr](http://www.onic.fr)  
[www.prolea.com](http://www.prolea.com)  
[institut.hvp.free.fr](http://institut.hvp.free.fr)  
[www.elsbett.com/](http://www.elsbett.com/)  
[www.portalunica.com.br](http://www.portalunica.com.br)

## ANNEXE 1 - Les caractéristiques techniques des carburants

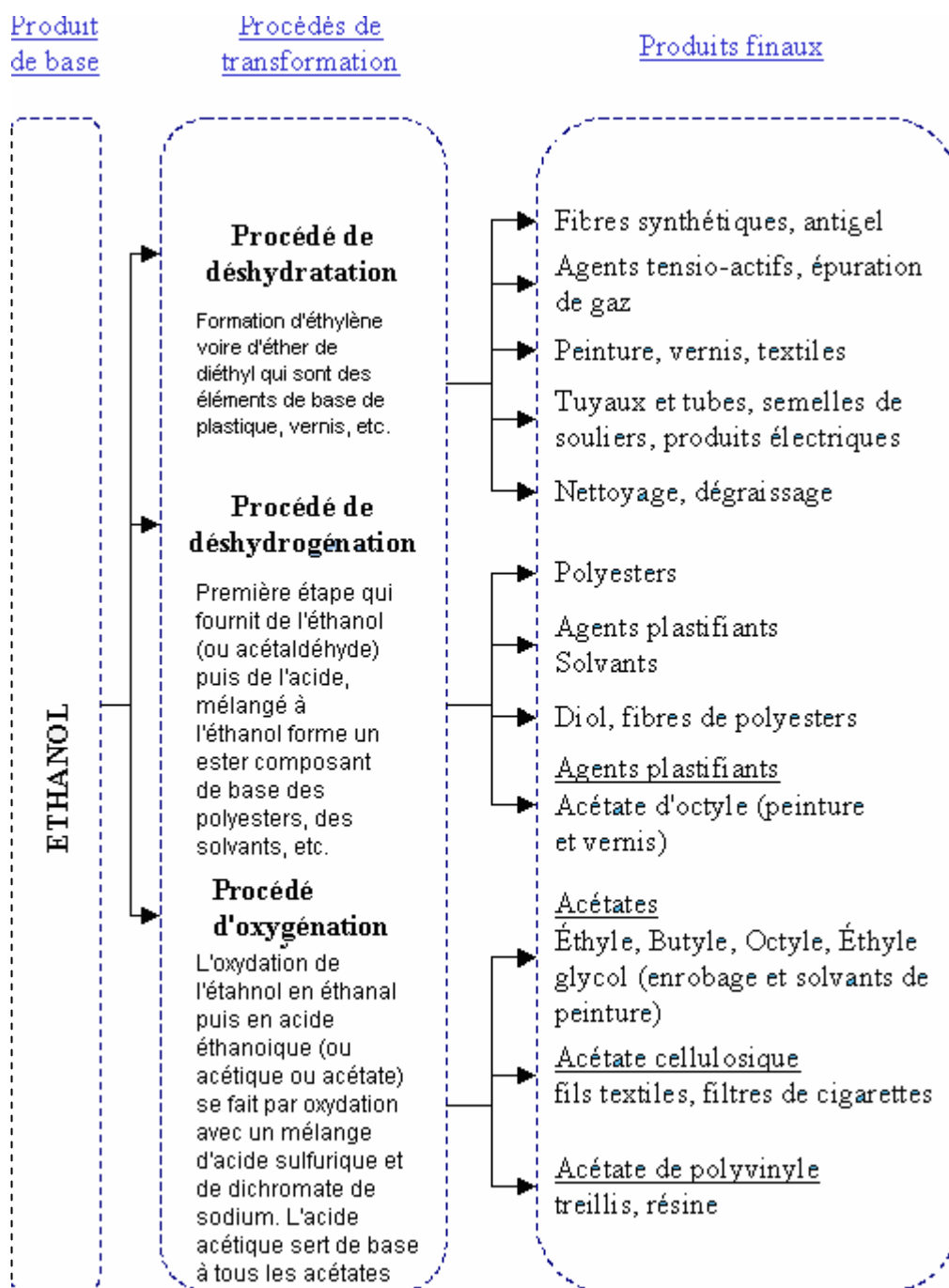
Caractéristiques	Spécifications Gazole EN 590		EMHV	Huile
	Actuelles	2005		
Soufre (ppm-max)	350	50/10	< 10	
Polyaromatiques (% vol)	11	11	0	
Densité max (kg/l)	0,845	0,845	0,880	0,92
Cétane mesuré	51	51	50 - 52	32 - 36
T 95 (°C)	360	360	345	
PCI (kJ/l)	35 300		32 700	34 300
Energie restituée/énergie non renouvelable mobilisée	0,92		2,99 - 3,16	4,68 - 5,48
Emissions de GES (g.eq CO <sub>2</sub> /MJ)	79		20 - 24	13 - 18

Caractéristiques	Spécifications EuroSuper EN 228		Ethanol		ETBE	
	Actuelles	2005				
Soufre (ppm-max)	150	50/10	< 1		< 10	
Benzène (% vol)	1	1	0		0	
Aromatiques (% vol)	42	35	0		0	
Oléfines (% vol)	18	18	0		0	
Oxygène (% poids)	2,7	2,7	34,8		14,3	
RON	95 - 98	95 - 98	125		110	
MON	85 - 87	85 - 87	98		98	
Tension de vapeur (kPa)	60	60	200		45	
PCI (kJ/l)	31 900		21 150		26 900	
Energie restituée/Énergie non renouvelable mobilisée	0,87		2,05		1,02	
Emissions de GES (g.eq CO <sub>2</sub> /MJ)	86		33 - 34		70	

Source : ADEME/Ecobilan

La densité de l'Eurosuper est égale à 0,755 kg/litre et celle de l'éthanol à 0,8 kg/litre

## ANNEXE 2 - Principales voies de traitement de l'éthanol



Source : Secrétariat de la CNUCED

## ANNEXE 3 - Les composés polluants des carburants et leurs conséquences

	Polluants secondaires	Impacts sanitaires	Autres impacts
Particules		Mortalité, morbidité respiratoire et cardio-vasculaire (hospitalisations, visites chez le médecin, arrêts de travail, activité restreinte), cancers.	Salissure des bâtiments. Réduction de la visibilité.
SO <sub>2</sub>		Mortalité, morbidité respiratoire et cardio-vasculaire (hospitalisations, visites chez le médecin, arrêts de travail, activité restreinte).	
SO <sub>2</sub>	Sulfates	Est-ce que leurs impacts sont identiques à ceux des autres particules ? Rôle de l'acidité ?	Réduction de la visibilité. Pluies acides. Corrosion des matériaux.
NO <sub>x</sub>		Morbidité respiratoire, irritation de l'œil.	Acidification.
NO <sub>x</sub>	Nitrates	Est-ce que leurs impacts sont comme ceux des autres particules ? (manque d'études épidémiologiques)	Réduction de la visibilité. Eutrophisation.
NO <sub>x</sub> + COV	Ozone	Mortalité, morbidité respiratoire, irritation de l'œil.	Écotoxicité.
COV (composé organique volatil)		Pour la plupart, peu d'effets directs à des concentrations ambiantes typiques (exceptés les HAP).	
HAP (hydrocarbure aromatique polycyclique)		Cancers.	Écotoxicité.
CO		Mortalité, morbidité cardio-vasculaire.	
Dioxines		Cancers.	
As, Cd, Cr, Ni		Cancers, autre morbidité.	Écotoxicité.
Hg, Pb		Morbidité (neurotoxique).	Écotoxicité.

Source : Effets sur la santé, A. Rabl et al [30] - Autres effets, Ineris et IFP [18].

## ANNEXE 4 - Estimations des productions des grandes cultures en 2003 et 2004

	RECOLTE 2003 (1)			RECOLTE 2004 (2)			VARIATION PRODUCTION	
	Superficie (1 000 ha)	Rendement (q/ha)	Production (1 000 t)	Superficie (1 000 ha)	Rendement (q/ha)	Production (1 000 t)	04/03 (%)	04/Moy(f) (%)
<b>CEREALES (a)</b>	<b>8 950</b>	<b>61,4</b>	<b>54 914</b>	<b>9 308</b>	<b>75,0</b>	<b>69 762</b>	<b>27,0</b>	<b>10,8</b>
Ble tendre	4 523	64,2	29 047	4 826	77,9	37 577	29,4	12,1
hiver	4 493	64,3	28 874	4 812	77,9	37 485	29,8	12,2
printemps	30	57,8	173	14	66,1	92	-46,5	-22,1
Ble dur	353	40,5	1 428	405	51,0	2 064	44,5	35,1
hiver	307	39,1	1 200	399	50,8	2 026	68,8	39,6
printemps	46	49,5	228	6	60,6	37	-83,6	-51,1
Orge, escourgeon	1 758	56,0	9 844	1 626	67,7	10 999	11,7	10,6
hiver	1 061	55,4	5 882	1 038	70,3	7 299	24,1	6,2
printemps	697	56,9	3 962	588	63,0	3 700	-6,6	20,6
Avoine	136	40,7	555	124	48,0	594	7,0	6,7
hiver	57	41,8	236	67	48,6	327	38,3	6,7
printemps	80	39,9	319	57	47,3	267	-16,1	6,7
Seigle	28	40,3	112	33	50,5	169	50,5	24,4
Triticale	290	44,2	1 282	328	56,1	1 842	43,7	44,5
Mais	1 685	71,2	11 991	1 796	87,7	15 743	31,3	3,3
grain	1 636	72,5	11 858	1 745	89,2	15 574	31,3	3,2
semences	49	27,0	133	51	33,3	168	26,6	10,4
Sorgho grain	61	37,7	231	48	54,1	259	12,1	-26,9
Autres (pures et mélanges)	96	33,1	317	101	39,4	398	25,6	41,3
Riz	19	56,1	107	21	56,6	118	10,6	9,1
<b>OLEAGINEUX (a)</b>	<b>1 857</b>	<b>27,0</b>	<b>5 015</b>	<b>1 794</b>	<b>31,0</b>	<b>5 568</b>	<b>11,0</b>	<b>3,5</b>
Colza (b)	1 082	31,1	3 361	1 117	35,4	3 961	17,8	13,6
hiver	1 070	31,1	3 331	1 110	35,5	3 940	18,3	13,9
printemps	12	25,8	30	7	29,3	21	-30,9	-18,7
Tournesol	694	21,7	1 505	616	23,6	1 456	-3,3	-12,8
Soja	81	18,4	149	60	25,4	152	2,1	-32,8
<b>PROTEAGINEUX (a)</b>	<b>458</b>	<b>42,0</b>	<b>1 921</b>	<b>445</b>	<b>45,9</b>	<b>2 041</b>	<b>6,3</b>	<b>-4,2</b>
Féveroles (et fèves)	78	35,3	276	79	43,5	345	24,8	89,5
Pois secs (y compris prot.)	368	44,0	1 620	356	46,9	1 673	3,3	-12,9
Lupin doux	11	21,6	24	9	25,5	23	-2,0	-21,0
<b>BETTERAVES (c)</b>	<b>400</b>	<b>733</b>	<b>29 358</b>	<b>384</b>	<b>767</b>	<b>29 419</b>	<b>0,2</b>	<b>-4,0</b>
Richesse en sucre		18,8			17,9			
<b>POMMES DE TERRE</b>	<b>142</b>	<b>419</b>	<b>5 961</b>	<b>146</b>	<b>461</b>	<b>6 751</b>	<b>13,3</b>	<b>12,5</b>
Plants (g)	14	274	433	15	263	429	-0,9	4,5
Féculerie	27	470	1 290	28	483	1 347	4,5	3,3
Conservation	100	422	4 238	104	480	4 974	17,4	16,0
<b>MAIS FOURRAGE (d)</b>	<b>1 586</b>	<b>106</b>	<b>16 787</b>	<b>1 451</b>	<b>125</b>	<b>18 100</b>	<b>7,8</b>	<b>2,3</b>
<b>Jachère agronomique (e)</b>	<b>1 319</b>			<b>1 141</b>				

(1) Statistique Agricole Annuelle 2003. AGRESTE.

(a) Y compris semences

(c) Non compris semences ; données à 16% de richesse en sucre

(e) Y compris gel des terres, non compris gel industriel

(g) Dessus de plants inclus dans la production, non compris dans les rendements

(2) Situation mensuelle au 1er février 2005. AGRESTE.

(b) Y compris gel industriel

(d) Production matière sèche

(f) Moyenne 1999-2003

Source : Agreste

## ANNEXE 5 – Réserves pétrolières prouvées

Proved reserves	At end 1983	At end 1993	At end 2002	Thousand million tonnes	At end 2003			R/P ratio
	Thousand million barrels	Thousand million barrels	Thousand million barrels		Thousand million barrels	Share of total		
USA	35.6	30.2	30.7	4.2	30.7	2.7%	11.3	
Canada	9.6	10.0	17.6	2.3	16.9	1.5%	15.5	
Mexico	49.9	50.8	17.2	2.3	16.0	1.4%	11.6	
<b>Total North America</b>	<b>95.2</b>	<b>91.0</b>	<b>65.5</b>	<b>8.8</b>	<b>63.6</b>	<b>5.5%</b>	<b>12.2</b>	
Argentina	2.4	2.0	2.8	0.4	3.2	0.3%	11.0	
Brazil	2.1	5.0	9.8	1.5	10.6	0.9%	18.7	
Colombia	0.6	3.2	1.8	0.2	1.5	0.1%	7.3	
Ecuador	0.9	2.3	4.6	0.6	4.6	0.4%	29.6	
Peru	0.7	0.8	1.0	0.1	1.0	0.1%	28.4	
Trinidad & Tobago	0.5	0.6	1.9	0.3	1.9	0.2%	31.1	
Venezuela	25.9	64.4	77.2	11.2	78.0	6.8%	71.5	
Other S. & Cent. America	0.5	0.9	1.5	0.2	1.5	0.1%	24.8	
<b>Total S. &amp; Cent. America</b>	<b>33.7</b>	<b>79.1</b>	<b>100.5</b>	<b>14.6</b>	<b>102.2</b>	<b>8.9%</b>	<b>41.5</b>	
Azerbaijan	n/a	n/a	7.0	1.0	7.0	0.6%	61.2	
Denmark	0.3	0.7	1.3	0.2	1.3	0.1%	9.5	
Italy	0.6	0.6	0.7	0.1	0.7	0.1%	19.0	
Kazakhstan	n/a	n/a	9.0	1.2	9.0	0.8%	22.3	
Norway	3.8	9.5	10.4	1.4	10.1	0.9%	8.5	
Romania	1.6	1.0	1.1	0.1	0.9	0.1%	20.6	
Russian Federation	n/a	n/a	67.0	9.5	69.1	6.0%	22.2	
Turkmenistan	n/a	n/a	0.5	0.1	0.5	*	7.1	
United Kingdom	6.9	4.5	4.5	0.6	4.5	0.4%	5.4	
Uzbekistan	n/a	n/a	0.6	0.1	0.6	0.1%	9.8	
Other Europe & Eurasia	86.8	64.1	2.1	0.3	2.1	0.2%	11.9	
<b>Total Europe &amp; Eurasia</b>	<b>100.1</b>	<b>80.4</b>	<b>104.3</b>	<b>14.5</b>	<b>105.9</b>	<b>9.2%</b>	<b>17.1</b>	
Iran	55.3	92.9	130.7	18.0	130.7	11.4%	92.9	
Iraq	65.0	100.0	115.0	15.5	115.0	10.0%	*	
Kuwait	67.0	96.5	96.5	13.3	96.5	8.4%	*	
Oman	3.5	5.0	5.7	0.8	5.6	0.5%	18.5	
Qatar	3.3	3.1	15.2	2.0	15.2	1.3%	45.5	
Saudi Arabia	168.8	261.4	262.8	36.1	262.7	22.9%	73.3	
Syria	1.5	3.0	2.3	0.3	2.3	0.2%	10.5	
United Arab Emirates	32.3	98.1	97.8	13.0	97.8	8.5%	*	
Yemen	-	0.1	0.7	0.1	0.7	0.1%	4.2	
Other Middle East	0.2	0.1	0.1	†	0.1	*	6.1	
<b>Total Middle East</b>	<b>396.9</b>	<b>660.1</b>	<b>726.8</b>	<b>99.0</b>	<b>726.6</b>	<b>63.3%</b>	<b>88.1</b>	
Algeria	9.2	9.2	11.3	1.4	11.3	1.0%	16.7	
Angola	1.7	1.9	8.9	1.2	8.9	0.8%	27.5	
Cameroon	0.4	0.3	0.2	†	0.2	*	9.0	
Rep. of Congo (Brazzaville)	0.7	0.7	1.5	0.2	1.5	0.1%	17.1	
Egypt	4.0	3.4	3.5	0.5	3.6	0.3%	13.2	
Gabon	0.5	0.7	2.4	0.3	2.4	0.2%	27.0	
Libya	21.8	22.8	36.0	4.7	36.0	3.1%	66.3	
Nigeria	16.6	21.0	34.3	4.6	34.3	3.0%	43.1	
Sudan	0.3	0.3	0.7	0.1	0.7	0.1%	7.5	
Tunisia	2.5	0.4	0.5	0.1	0.5	*	20.8	
Other Africa	0.5	0.3	2.3	0.3	2.3	0.2%	17.5	
<b>Total Africa</b>	<b>58.2</b>	<b>60.9</b>	<b>101.7</b>	<b>13.5</b>	<b>101.8</b>	<b>8.9%</b>	<b>33.2</b>	
Australia	1.9	3.3	3.7	0.6	4.4	0.4%	19.3	
Brunei	1.5	1.3	1.1	0.1	1.1	0.1%	14.1	
China	18.2	29.5	23.7	3.2	23.7	2.1%	19.1	
India	3.6	5.9	5.6	0.7	5.6	0.5%	19.3	
Indonesia	10.1	5.2	4.7	0.6	4.4	0.4%	10.3	
Malaysia	2.6	5.0	4.2	0.5	4.0	0.3%	12.5	
Papua New Guinea	-	0.5	0.4	0.1	0.4	*	22.5	
Thailand	†	0.2	0.7	0.1	0.7	0.1%	8.7	
Vietnam	-	0.6	2.5	0.3	2.5	0.2%	18.4	
Other Asia Pacific	1.1	0.7	0.9	0.1	0.9	0.1%	15.4	
<b>Total Asia Pacific</b>	<b>39.0</b>	<b>52.0</b>	<b>47.5</b>	<b>6.4</b>	<b>47.7</b>	<b>4.2%</b>	<b>16.6</b>	
<b>TOTAL WORLD</b>	<b>723.0</b>	<b>1023.6</b>	<b>1146.3</b>	<b>156.7</b>	<b>1147.7</b>	<b>100.0%</b>	<b>41.0</b>	
of which: OECD	110.3	111.0	87.3	11.7	85.8	7.5%	11.1	
OPEC	475.3	774.5	881.6	120.4	882.0	76.9%	79.5	
Non-OPEC†	162.9	186.5	179.9	24.4	178.8	15.6%	13.6	
Former Soviet Union	84.8	62.6	84.8	11.9	86.9	7.6%	22.7	

Proved reserves of oil – Generally taken to be those quantities that geological and engineering information indicates with reasonable certainty can be recovered in the future from known reservoirs under existing economic and operating conditions.

Reserves-to-production (R/P) ratio – If the reserves remaining at the end of the year are divided by the production in that year, the result is the length of time that those remaining reserves would last if production were to continue at that level.

Source of data – The estimates in this table have been compiled using a combination of primary official sources, third-party data from the OPEC Secretariat, World Oil, Oil & Gas Journal and an independent estimate of Russian reserves based on information in the public domain. The reserves figures shown do not necessarily meet the United States Securities and Exchange Commission definitions and guidelines for determining proved reserves nor necessarily represent BP's view of proved reserves by country. The figure for Canadian oil reserves includes an official estimate of Canadian oil sands 'under active development'. Oil includes gas condensate and natural gas liquids as well as crude oil.

**For the purposes of this table, shares of total are calculated using thousand million barrels figures.**

Source BP Statistical Review of World Energy June 2004