

S É N A T

SECONDE SESSION ORDINAIRE DE 1985-1986

Annexe au procès-verbal de la séance du 11 juin 1986

RAPPORT D'INFORMATION

FAIT

*Au nom de la commission des affaires économiques et
du plan (1) sur la filière bioéthanol*

Par MM. Michel SOUPLET, Philippe FRANÇOIS, Roland GRIMALDI, Rémi HERMENT, Michel RIGOU et Michel SORDEL

Senateur

(1) *Cette commission est composée de* : MM. Michel Chauty, *présidents* ; Jean Colin, Richard Pouille, Bernard Legendre, Pierre Noé, *vice-présidents* ; Francisque Collomb, Marcel Daunay, André Rouvière, Louis Minetti, *secrétaires* ; MM. François Abadie, Bernard Barbier, Charles Beaupetit, Jean-Luc Bécart, Georges Berchet, Marcel Bony, Amédée Bouquerel, Jean Boyer, Jacques Braconnier, Raymond Brun, Louis de Catuelan, Jean-Paul Chambriard, William Chervy, Auguste Chupin, Marcel Costes, Roland Courteau, Lucien Delmas, Bernard Desbrière, Henri Elby, Jean Faure, Philippe François, Yves Goussebaine-Dupin, Roland Grimaldi, Paul Guillaumont, Rémi Herment, Jean Huchon, Bernard-Charles Hugo (Ardèche), Bernard-Michel Hugo (Yvelines), Pierre Jeambrun, Paul Kzuss, Pierre Lacour, Robert Laucournet, Bernard Laurent, France Lechenault, Yves Le Cozannet, Charles-Edmond Lenglet, Maurice Lombard, Marcel Lucotte, Paul Malassagne, Guy Male, René Martin, Serge Mathieu, Louis Mercier, Mme Monique Midy, MM. Georges Mouly, Jacques Moutet, Henni Olivier, Daniel Percheron, Jean Peyrafitte, Alain Pluchet, Claude Prouvoyeur, Jean Puech, Albert Ramassamy, Jean-Marie Rausch, René Regnault, Ivan Renar, Michel Souplet, Fernand Tardy, René Travert, Jacques Valade, Frédéric Wirth, Charles Zwickert.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	11
INTRODUCTION	13
PREMIERE PARTIE : L'ENVIRONNEMENT DE LA FILIERE BIO-ETHANOL	17
• CHAPITRE PREMIER LES EXPERIENCES ETRANGERES	19
I. — LES ETATS-UNIS	19
II. — LE BRESIL	22
• CHAPITRE 2 LES PRISES DE POSITION SUR LA FILIERE BIOETHANOL	27
I. — LES DECLARATIONS MINISTERIELLES	27
A. — Les interventions au Parlement en 1985 et 1986	27
1. — <i>M. Jacques Chirac, Premier ministre</i>	
2. — <i>M. Henri Nallet, ministre de l'Agriculture</i>	
3. — <i>M. Martin Malvy, secrétaire d'Etat chargé de l'Energie</i>	
4. — <i>M. Pierre Beregovoy, ministre de l'Economie, des Finances et du Budget</i>	
B. — Le colloque de l'ADECA (Association pour le développement de l'Éthanol carburant agricole)	36
II. — LES OPINIONS DE PERSONNES QUALIFIEES	38
A — M. André Giraud, ancien ministre de l'Industrie	38
1. — <i>La compétitivité de l'éthanol</i>	
2. — <i>L'avenir de la politique agricole commune</i>	
B. — M. Michel Rolant, Président de l'Agence française pour la maîtrise de l'énergie (A.F.M.E.)	39
1. — <i>Le bilan énergétique</i>	
2. — <i>Le bilan économique</i>	

III. — LES DISCUSSIONS COMMUNAUTAIRES	40
A. — Les « avis partagés » du livre vert (juillet 1985)	40
1. — <i>Le surcoût de l'éthanol</i>	
2. — <i>La fiabilité de la filière</i>	
3. — <i>Les options envisageables</i>	
B. — Le Memorandum céréales (novembre 1985) et le règlement céréales (mai 1986)	42
DEUXIEME PARTIE : LA FIABILITE DE LA FILIERE BIOETHANOL	45
• CHAPITRE PREMIER LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	49
I. — LA POLLUTION DE L'AIR	49
A. — L'Etude de l'Agence pour la qualité de l'air	49
B. — Les conclusions de l'Association française des ingénieurs et techni- ciens de l'environnement (A.F.I.T.E.)	53
II. — LES AUTRES GRIEFS	53
• CHAPITRE 2 LE FONCTIONNEMENT DES MOTEURS	55
I. — LES PERFORMANCES INTRINSEQUES DU BIOETHANOL	55
A. — Fonctionnement du moteur	55
B. — Démixion	57
C. — Compatibilité des matériaux	57
D. — Pollution	58
II. — LE BIOETHANOL COMPARE AUX AUTRES COMPOSANTS OXYGENES	59
• CHAPITRE 3 LA MAITRISE DES PROCESSUS DE PRODUCTION	61
I. — LA TECHNOLOGIE DE FABRICATION DU BIOETHANOL	61
A. — Les principes	61
B. — Les procédés industriels	62
1. — <i>Les fermenteurs en cascade</i>	
2. — <i>Le procédé Biostil</i>	

II. — LA PRODUCTION DE BIOETHANOL	63
III. — LES GISEMENTS DE PRODUCTIVITE	65
A. — La sélection et la production végétales	65
B. — La technologie	66
1. — <i>La préparation de la matière première</i>	
2. — <i>La fermentation peut être améliorée</i>	
3. — <i>La séparation de l'éthanol de l'eau</i>	
C. — La valorisation des coproduits	67
• CHAPITRE 4	
LE BILAN ENERGETIQUE DE LA PRODUCTION DE BIOETHANOL	69
I. — LES PRINCIPALES ESTIMATIONS DISPONIBLES	69
A. — L'analyse du Cemagref (Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts)	69
B. — L'approche de l'E.N.I. (Ente nazionale idrocarburi)	70
C. — Les calculs de l'A.F.B. (Association française de la biomasse)	71
D. — Le recensement du rapport Linkohr	71
1. — <i>Les études générales</i>	
2. — <i>L'unité pilote d'Ochsenfurt</i>	
E. — Récapitulatif des études récentes	73
II. — L'ETUDE COMMANDEE PAR LE GROUPE DE TRAVAIL ETHANOL DU SENAT	74
A. — Méthodologie	74
B. — Production d'éthanol de blé	76
1. — <i>Production de blé</i>	
2. — <i>Transport du blé à la distillerie</i>	
3. — <i>Transformation de blé en éthanol</i>	
4. — <i>Transport de l'éthanol à la raffinerie</i>	
5. — <i>Coût énergétique de l'éthanol vendu raffinerie</i>	
C. — Production de carburant	78
1. — <i>Le cas de référence</i>	
2. — <i>L'addition de 5 % d'éthanol</i>	
D. — Conclusions	80
E. — Table des renvois du chapitre IV	81

• CHAPITRE 5	
LA DISPONIBILITE DE LA MATIERE PREMIERE AGRICOLE	83
I. — LA DIVERSITE DES SOURCES D'APPROVISIONNEMENT	83
II. — LA PERENNITE DE L'APPROVISIONNEMENT	84
III. — LA BAISSSE TENDANCIELLE DES PRIX	86
TROISIEME PARTIE : LA COMPETITIVITE DE LA FILIERE BIO-ETHANOL	87
• CHAPITRE PREMIER	
LA FIXATION DU PRIX DE REVIENT DU BIOETHANOL	89
I. — LE CADRE METHODOLOGIQUE	89
A. — La problématique microéconomique	89
1. — <i>Les éléments du prix de revient</i>	
2. — <i>L'évolution des diverses composantes</i>	
B. — L'approche macroéconomique	90
1. — <i>La balance commerciale</i>	
2. — <i>L'emploi</i>	
3. — <i>Les effets indirects</i>	
II. — LES ESTIMATIONS DISPONIBLES	92
A. — La fourchette des prix de revient	92
B. — Les différents modes de calcul	93
1. — <i>Le procédé biostil</i>	
2. — <i>La structure des prix de revient</i>	
C. — L'étude commandée par le groupe de travail éthanol	95
1. — <i>Les hypothèses de travail</i>	
2. — <i>La structure des coûts</i>	
3. — <i>Le résultat</i>	
4. — <i>La valorisation des coproduits</i>	
III. — LE CADRAGE MACROECONOMIQUE	101
A. — L'analyse du rapport Jacquot	101
1. — <i>Avantages pour l'agriculture</i>	
2. — <i>Avantages pour le bilan énergétique</i>	
3. — <i>Avantages pour l'économie</i>	

B. — Les éléments d'information disponibles	103
1. — <i>L'étude Arène - C.I.P.S. (Centre Interprofessionnel des professions saccharifères)</i>	
2. — <i>Les estimations de l'O.N.I.C. (Office national interprofessionnel des céréales)</i>	
3. — <i>Les expériences étrangères</i>	
C. — L'étude commandée par le groupe de travail éthanol	106
1. — <i>Economie de devises</i>	
2. — <i>Effets sur l'emploi</i>	
3. — <i>Observations sur l'investissement</i>	
4. — <i>Fiscalité des essences</i>	
• CHAPITRE 2	
LE PRIX D'INTERET DE L'ETHANOL	111
I. — LES ETUDES DE L'I.F.P. (INSTITUT FRANÇAIS DU PETROLE)	111
A. — <i>Les conclusions de 1984</i>	<i>111</i>
B. — <i>La révision de ces conclusions</i>	<i>112</i>
II. — LA DOCTRINE DES MILIEUX PETROLIERS	114
III. — LES AUTRES SOURCES D'INFORMATION	115
A. — <i>Le rapport Jacquot</i>	<i>115</i>
B. — <i>Les expériences de l'U.T.A.C.</i>	<i>116</i>
IV. — LE RAPPORT MOLLE	117
A. — <i>Le pouvoir calorifique</i>	<i>118</i>
B. — <i>L'apport de points d'octane</i>	<i>118</i>
C. — <i>La valeur d'intérêt</i>	<i>118</i>
• CHAPITRE 3	
L'EVOLUTION DES PRIX DU PETROLE	119
I. — LA BAISSSE DU PRIX DU PETROLE IMPLIQUE UNE MODIFICATION DE LA CARTE PETROLIERE GENERATRICE, A TERME, D'UN TROISIEME CHOC PETROLIER	119
A. — <i>Le ralentissement de la prospection</i>	<i>119</i>
B. — <i>La délocalisation du raffinage</i>	<i>120</i>
C. — <i>La concentration des réserves</i>	<i>121</i>

II. — LA BAISSÉ DES PRIX DU PÉTROLE GÉNERÉ DES MÉCANISMES CORRECTEURS A COURT TERME	124
A. — Le redressement du marché n'est plus exclu à court terme	124
B. — Les anticipations sont modifiées	125
III. — LA SENSIBILITÉ DES PROGRAMMES BIOÉTHANOL A LA BAISSÉ DU PRIX DU PÉTROLE	125
A. — L'examen des expériences étrangères	125
B. — Les conclusions pour la France	127
• CHAPITRE 4	
L'OPPORTUNITÉ DE LA FILIÈRE BIOÉTHANOL	129
I. — LA RENTABILITÉ DES FILIÈRES CONCURRENTES	129
A. — Les remonteurs d'octane	129
1. — <i>Le M.T.B.E.</i>	
2. — <i>Le méthanol</i>	
3. — <i>Le T.B.A.</i>	
4. — <i>L'éthanol, cosolvant du méthanol</i>	
B. — La modification du raffinage	131
1. — <i>La non prise en compte des composants oxygénés dans les décisions communautaires</i>	
2. — <i>Les choix opérés par les compagnies pétrolières</i>	
II. — LA RENTABILITÉ DE LA FILIÈRE BIOÉTHANOL : QUELLES SUBVENTIONS ?	132
A. — Les différentes approches méthodologiques	133
1. — <i>Le budget communautaire</i>	
2. — <i>Les estimations de la société Ferruzzi</i>	
B. — L'application de ces principes au cas français	135
1. — <i>La défiscalisation</i>	
2. — <i>Le bilan global</i>	

QUATRIEME PARTIE : CONCLUSION ET PROPOSITIONS	139
CONCLUSIONS	141
PROPOSITIONS DÚ GROUPE DE TRAVAIL ETHANOL	143

AVANT PROPOS

Le groupe de travail éthanol a été créé le 22 mai 1985, sur décision unanime de la commission des Affaires économiques et du Plan (1), en vue d'examiner les conditions de la production industrielle de l'éthanol carburant d'origine agricole. Son bureau a été ainsi constitué :

Président M. Michel SOUPLET, Oise, U.C.
Vice-Présidents M. Philippe FRANÇOIS, Seine-et-Marne, R.P.R.
M. Roland GRIMALDI, Nord, P.S.
M. Rémi HERMENT, Meuse, U.C.
M. Michel RIGOU, Charente-Maritime, G.D.
M. Michel SORDEL, Côte-d'Or, U.R.E.I.

Le groupe de travail a tenu quatre réunions, ouvertes à tous les représentants des ministères et des groupes professionnels intéressés, qui ont permis de procéder à l'audition et à la discussion de communications présentées par MM. (2) :

Marc BEHAGHEL (C.S.C.A.)
Pierre GATEL (A.G.P.B.)
Bernard GODON (I.N.R.A.)
Marcel ORY (Elf-Aquitaine)
Michel JACQUOT (Commission des Communautés européennes)
Alain JEANROY (C.G.B.)
Pierre LÉPRINCE (I.F.P.)
Jean-Pierre LEROUDIER (A.D.E.C.A.)
Jean-François MOLLE (C.E.M.A.G.R.E.F.)
Robert MUTHS (ESSO)
Jacques de PERTHUIS (U.C.S.I.P.)
Alain PHILIPON (U.C.S.I.P.)

(1) Ce groupe était composé de MM. Charles Beaupetit, Amédée Bouquerel, Jacques Braconnier, Raymond Brun, William Chervy, Marcel Daunay, Bernard Desbrière, Philippe François, Roland Grimaldi, Paul Guillaumot, Rémi Herment, Jean-Pierre Huchon, Maurice Janetti, Pierre Lacour, Robert Laucournet, Bernard Laurent, France Lèchenault, Yves Le Cozannet, Charles-Edmont Lenglet, Maurice Lombard, Paul Masson, Louis Mercier, Jacques Moutet, Henri Olivier, Alain Pluchet, Richard Pouille, Michel Rigou, Michel Sordel, Michel Souplet, Jacques Valade.

En outre, MM. Stéphane Bonduel, Etienne Dailly, Roger Husson, Jacques Machet, Jacques Mossier, Jacques Pelletier, Michel Ruffin et Albert Vecten ont été associés aux travaux du groupe de travail et ont assisté aux auditions organisées par le groupe.

(2) Signification des sigles employés :

A.D.E.C.A. (Association pour le développement de l'éthanol carburant agricole)
A.G.P.B. (Association générale des producteurs de ble et autres céréales)
C.E.M.A.G.R.E.F. (Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts)
C.G.B. (Confédération générale des planteurs de betteraves)
C.S.C.A. (Chambre syndicale des constructeurs automobiles)
I.F.P. (Institut français du pétrole)
I.N.R.A. (Institut national de la recherche agronomique)
U.C.S.I.P. (Union des chambres syndicales de l'industrie pétrolière)

Dans le souci de compléter son information sur les expériences étrangères relatives au bioéthanol, le groupe de travail a bénéficié de contributions rédigées par :

— M. Michel BERNON, attaché scientifique à l'Ambassade de France aux Etats-Unis,

— M. Bertrand FESSARD de FOUCAULT, chef de service de l'expansion économique à l'Ambassade de France au Brésil,

— M. le Professeur M. DURAND, conseiller scientifique à l'Ambassade de France en Suède,

— Mme Claire SAUVAGET, attaché agricole à l'Ambassade de France en République fédérale d'Allemagne.

Le groupe de travail a enfin commandé une étude à l'A.G.P.B. et à la C.G.B., conduite par M. Pierre GATEL, dans le but de préciser les modalités d'établissement du prix de revient de l'éthanol dans une perspective macroéconomique. Il tient à remercier l'ensemble des personnes qui ont participé à ses travaux, plus particulièrement MM. **Pierre GATEL**, **Jean GRENIER** et **Jean-François MOLLE** pour leur précieuse contribution technique.

Dans sa réunion du mercredi 23 avril 1986, la commission des Affaires économiques et du Plan a décidé d'autoriser les membres du bureau du groupe de travail à présenter un rapport d'information sur les résultats de ses recherches.

Ce rapport a été adopté, à l'unanimité des membres présents, le mercredi 11 juin 1986, sur présentation de M. Michel SOUPLET, président.

INTRODUCTION

Mesdames,
Messieurs,

Les progrès techniques accomplis dans le domaine de la biologie végétale ont entraîné, en matière de productions agricoles, un accroissement remarquable des rendements obtenus dans la Communauté européenne. Cet accroissement, lié à la stagnation des débouchés traditionnels - essentiellement alimentaires - se traduit par l'existence d'excédents apparemment structurels.

Les nouveaux progrès attendus en biologie posent avec une acuité grandissante le problème de débouchés supplémentaires voire de nouvelles utilisations dans le domaine industriel. En dehors de l'emploi accru dans l'industrie de produits tels que l'amidon ou le sucre, l'idée a été émise d'additionner au carburant de l'éthanol fabriqué à partir de betteraves ou de blé.

L'addition d'éthanol s'inscrirait dans le cadre de la politique de la Communauté européenne visant à :

— diminuer la dépendance énergétique de la C.E.E. vis-à-vis de l'extérieur,

— lutter contre la pollution en diminuant, voire en supprimant, le plomb utilisé actuellement pour relever l'indice d'octane de l'essence (l'éthanol est susceptible d'être substitué pour partie au plomb comme releveur d'octane).

De plus, l'utilisation d'éthanol dans le carburant est déjà pratiquée sur une très large échelle au Brésil (alcool de canne à sucre) et aux Etats-Unis (alcool de maïs). Pourquoi ne pas recourir à une solution analogue en Europe ?

En fait, l'adjonction d'éthanol dans le carburant implique de la part de la C.E.E. et des Etats membres impliqués - essentiellement la France - **une volonté politique clairement définie**. Un large débat s'est ouvert sur la politique à suivre, en France en particulier, où les milieux agricoles de notre pays n'ont pas manqué de faire valoir l'importance que représenterait un pareil débouché.

Dans la discussion parfois vive qui s'est engagée avec les pétroliers, ces derniers - en se plaçant dans une perspective uniquement énergétique - n'ont pas manqué de faire remarquer que, dans les conditions économiques actuelles, l'éthanol de betteraves ou de blé n'était pas compétitif avec l'essence d'origine fossile, la différence de prix de revient s'accroissant dans les périodes de baisse du pétrole.

Les milieux agricoles ont fait valoir que les **accroissements considérables de rendements attendus en matière de céréales et les améliorations des techniques de production qui devraient intervenir dans la fermentation du blé, modifieraient les données actuelles.**

Toujours est-il que, dans l'immédiat, et ce point n'est pas contesté, il existe un écart de prix entre le bioéthanol et l'essence. La question est donc de savoir qui supporterait le poids de cet écart.

Dans l'hypothèse où ce serait la puissance publique (Etat membre ou Communauté européenne), les pétroliers font valoir que le risque serait grand pour eux de voir celle-ci leur transférer tôt ou tard tout ou partie de ce fardeau.

Les compagnies pétrolières mettent également en avant le fait que, pour relever l'indice d'octane du futur supercarburant (sans plomb), il serait plus économique d'utiliser du méthanol disponible en très grande quantité au Proche-Orient, additionné d'un cosolvant, ou de « sévériser » le raffinage.

Tout en étant sensibles aux arguments précédents, les milieux agricoles estiment qu'il convient de considérer la question de l'éthanol non seulement dans une perspective de politique énergétique, mais également dans celle de la politique agricole de la Communauté qui se doit, notamment, de résorber les excédents agricoles. Dans cette perspective, ne serait-il pas plus judicieux d'aider la fabrication d'éthanol de meilleure ou de blé à hauteur de l'effort financier qui est consenti actuellement par la C.E.E. pour exporter ses céréales (restitutions), l'agriculture étant prête à contribuer à cet effort par le biais d'une taxe de coresponsabilité qui serait prélevée sur l'ensemble des livraisons de céréales.

Qu'ils soient agricoles ou pétroliers, les milieux professionnels ont cherché à convaincre leur administration de tutelle (nationale ou communautaire) du bien fondé de leur position et - dans une large mesure - y ont réussi. De ce fait, nous retrouvons aujourd'hui, à l'intérieur même de l'administration, le **dualisme** existant au niveau des professions agricoles et pétrolières (en France : ministère de l'Agriculture, secrétariat à l'Energie ; à Bruxelles : Direction Générale Agriculture, Direction Générale Energie).

Dans ce contexte, **les mesures administratives visant à favoriser l'utilisation de l'éthanol tardent à être prises.** Ce n'est qu'en novembre dernier que la Commission européenne a pris une directive autorisant l'addition d'éthanol à l'essence. Plus récemment, la Commission a décidé d'instaurer une **taxe de coresponsabilité de 3 %** qui serait payée, au-delà d'une certaine franchise, par tous les agriculteurs sur leurs livraisons de céréales. Le produit de cette taxe pourrait être destiné notamment à couvrir l'écart existant actuellement entre les prix du bioéthanol et de l'essence.

Cet écart de prix constitue la difficulté majeure à l'utilisation industrielle de l'éthanol agricole et c'est essentiellement autour de cette question que se situent les discussions qui se sont instaurées dans le cadre du groupe de travail éthanol au Sénat.

Le présent rapport vise donc à recenser les éléments épars d'un dossier complexe pour proposer un certain nombre d'actions concrètes. Son objectif est de démontrer qu'une analyse micro-économique de court terme, centrée sur le différentiel de prix, ne constitue pas une approche suffisante pour éclairer une décision nécessairement politique. Celle-ci doit relever d'une approche macro-économique inscrite dans le moyen terme, intégrant les aspects sociaux, agricoles et fiscaux du problème posé. Le raisonnement suivi se déroulera en trois étapes :

• **l'environnement de la filière éthanol :**

- les expériences étrangères
- les prises de position

• **la fiabilité de la filière éthanol :**

- l'impact sur l'environnement
- le fonctionnement des moteurs d'automobiles
- la maîtrise des processus de production
- le bilan énergétique
- la disponibilité de la matière première agricole

• **la rentabilité de la filière éthanol :**

- la fixation du prix de revient
- le prix d'intérêt
- l'évolution des prix du pétrole
- l'équilibre financier du projet.

PREMIERE PARTIE
L'ENVIRONNEMENT
DE LA FILIERE BIOETHANOL

CHAPITRE PREMIER

Les Expériences étrangères

I. — LES ETATS-UNIS

A. — Les fondements du plan gasohol

La notion de carburant de substitution a fait son apparition aux Etats-Unis dans les années soixante-dix, tandis que se conjugaient une augmentation considérable du prix du pétrole et une déstabilisation politique de certains pays producteurs rendant l'approvisionnement pétrolier incertain.

Aujourd'hui, la justification de la production d'alcool est double :

— Le plan gasohol lancé sous le Président Carter, qui prévoyait l'addition de 10 % d'éthanol dans l'essence sans plomb, a atteint, ces deux dernières années, les objectifs visés grâce à un encouragement fiscal important et à une bonne acceptation du public.

— Depuis le 1^{er} juillet 1985, Environment Protection Agency n'autorise que 0,5 g de plomb dans l'essence au plomb, soit 55 % de moins que par le passé. Cette décision ouvre un marché potentiel aux additifs oxygénés, en particulier, à l'éthanol qui est ajouté par les pétroliers à l'essence au plomb, pour maintenir un indice d'octane acceptable.

L'éthanol peut donc être ajouté légalement, d'une part à l'essence sans plomb pour réduire les importations et écouler les surplus de maïs et, d'autre part, à l'essence au plomb comme succédané à ce métal.

La production d'alcool de fermentation n'est rentable aux Etats-Unis, selon M. Michel Bernon, qu'en raison d'une **politique fiscale volontaire** et, en particulier, d'une exemption de taxes fédérales ou locales.

En 1984, La consommation d'éthanol dépassait 26 millions d'hectolitres (1). Malgré la baisse probable du prix du pétrole, M. Michel Bernon estimait, en septembre 1985, qu'on pouvait prévoir une certaine progression de la production d'éthanol au cours des prochaines années, en raisons du poids des milieux agricoles du Middle-West.

(1) C e qui représente deux fois la quantité nécessaire pour additionner toute la consommation française de carburant de 5 % d'éthanol.

B. — L'évolution de la consommation

L'American Oil Company a commencé à commercialiser le mélange essence-éthanol sous la dénomination « gasohol » dès juillet 1979. Le message publicitaire sur les pompes signalait alors la provenance de l'alcool grâce à des **auto-collants représentant des épis de maïs**. D'autres compagnies comme Texaco, Phillips Petroleum ont suivi cet exemple. Le réseau de distribution de l'époque n'a pas été modifié. L'alcool était simplement mélangé à l'essence sans plomb pour réduire les importations de carburant et écouler les stocks de maïs, conséquences de l'embargo des exportations à destination de l'U.R.S.S., décidée par l'administration démocrate.

Une double évolution, dont les effets se sont additionnés en terme de marché, est alors apparue. D'une part les pétroliers, par un effort de marketing, ont lancé le produit « essence supérieure sans plomb ». Les ventes ont représenté très rapidement plus du double de celles du gasohol alors qu'il s'agit exactement du même produit vendu simplement sous un nom différent. D'autre part, il a été nécessaire, en raison de la nouvelle législation sur le plomb, d'augmenter l'indice d'octane de l'essence au plomb par l'ajout d'un produit oxygéné et, en particulier, l'éthanol. Deux marchés se sont donc développés pour le même produit mais pour des raisons différentes. A partir de 1979, il fallait écouler les surplus de maïs et réduire la facture pétrolière : depuis le 1^{er} juillet 1985, il faut en plus trouver un substitut au plomb. Il n'est pas possible actuellement d'évaluer la part des deux marchés respectifs.

En 1980, la production d'éthanol était de 3 millions d'hectolitres. En 1982, elle atteignait 9 millions d'hectolitres et en 1984, elle dépassait 26 millions d'hectolitres. La progression des ventes du mélange devrait se maintenir au rythme de 15 à 20 % par an, d'ici la fin de la décennie, et représenter, d'après le Département de l'Energie, **environ 10 % de la consommation d'essence en 1990**. Si l'on se rapporte au volume d'alcool pur, cela représente donc **1 % de la consommation totale de carburant**.

De son côté, la National Corn Growers Association (N.C.G.A.) est directement intéressée au projet qui projette qu'en 1990, environ 1 milliard de « bushels » (25,4 kilogrammes) de maïs pourraient être transformés en éthanol. Si l'on se base sur un rendement de 2,5 gallons d'alcool par « bushel », on obtiendrait ainsi 2,5 milliards de gallons d'éthanol. Le mélange représenterait alors 25 % de la consommation de carburant. L'éthanol pur interviendrait donc pour 2,5 % de la consommation de carburant (mélange 10 % éthanol / 90 % essence). On peut toutefois mettre en doute cette prévision de la

N.C.G.A. sauf si des mesures exceptionnelles sont prises au niveau fédéral ou des Etats, selon M. Michel Bernon. Il convient toutefois de conserver le sens des ordres de grandeur : **l'hypothèse haute de 1 milliard de bushels à l'horizon 1990 ne représenterait en tout état de cause qu'un peu plus de 10 % de la récolte de maïs.**

C. — Les aides à la production (1)

Plusieurs techniques ont été mises en œuvre pour rendre l'éthanol compétitif par rapport à ses concurrents.

La taxe fédérale sur l'essence, tout d'abord, qui est de 9 cents au gallon d'essence, passe à 3 cents (à partir du 1^{er} janvier 1986) si l'on a adjoint 10 % d'alcool à l'essence ; si le mélange contient une proportion de méthanol tiré du marché ou d'éthanol supérieure à 85 %, la taxe fédérale est totalement supprimée. Dans 34 Etats américains sur 51, des exemptions supplémentaires de taxes, allant de 1 à 16 cents par gallon, sont également octroyés. **La conjonction de ces deux exemptions représente près de 10 % du prix de l'essence T.T.C.** (toutes taxes comprises).

Une analyse publiée dans la Lundberg Letter estime que la valeur totale des exemptions accordées par le gouvernement fédéral et les Etats atteindrait plus de 500 millions de dollars.

D'après le D.O.E. (Département de l'Energie), le prix de revient actuel de l'éthanol au départ de l'usine de production d'Archer Daniels Midland à Decatur (Illinois) se situe entre 1,6 et 1,8 dollar par gallon. Les déductions fiscales de 10 cents par gallon (soit un peu moins de 20 centimes par litre) sur le mélange se traduisent dans les faits (pour un mélange à 10 %), pour le pétrolier, par un prix de revient de l'éthanol pur de 0,6 à 0,8 dollar, ce qui est inférieur aux autres additifs.

Cette aide s'accompagnait, jusqu'à la fin de l'année 1985 et depuis 1980, d'un crédit d'impôts se montant à 10 % de l'investissement (Windfall profit tax act de 1980), qui était octroyé aux producteurs d'alcool qui n'utilisaient comme énergie primaire ni du pétrole, ni du gaz naturel, ni un produit dérivé, qui venait s'ajouter à un crédit général d'impôts de 10 % de l'investissement qui, lui, reste en place. Ces dernières années, les unités de production ont donc bénéficié d'un crédit d'impôts de 20 % de leur investissement. Si l'on rapporte le taux de 10 % à un investissement de 40 millions de dollars (pour une unité de taille moyenne, soit environ 380 millions d'hectolitres par an), le crédit d'impôts ainsi obtenu est de 4 millions de dollars.

(1) Voir rapport Avenir du bioéthanol en Europe - Yves Clarisse - Agence Européenne d'Informations. Cet ouvrage constitue une mine de renseignements incomparable sur la filière bioéthanol.

De nouvelles unités sembleraient ne pas dégager beaucoup de bénéfices dans les premières années de leur fonctionnement. En réalité, comme le signale Yves Clarisse, les crédits d'impôts sont cessibles aux Etats-Unis : cette formule permet à plusieurs entreprises de s'associer pour bénéficier pleinement des avantages fiscaux. La société qui se lancerait donc dans la production d'éthanol et qui prévoierait de ne pas faire de bénéfice peut céder, moyennant une contrepartie (un apport en capital par exemple), son crédit d'impôts à une autre société qui prévoit, elle, de faire des bénéfices. En outre, des crédits d'impôts sur les bénéfices sont également octroyés pour les réseaux de mélange et de distribution d'alcool carburant.

Ce système a permis, par exemple en 1984, la construction d'une unité d'une capacité de 200 000 hectolitres par an dans l'Indiana et une autre de 100 000 hectolitres dans le Tennessee. La société sucrière française **Beghin-Say** est en train de construire une unité de production en Louisiane, d'une capacité de 1,6 million d'hectolitres, représentant un investissement de 70 millions de dollars. Le pétrolier américain Texaco s'est déjà engagé par contrat pluriannuel à acheter 50 % de la production.

D'autres mesures telles que l'amortissement accéléré des installations (en cinq ans), des garanties d'emprunt à des projets de distilleries (faculté qui a été fortement réduite par l'administration Reagan) et des prêts bonifiés (également réduits mais, de toute manière, peu utilisés) sont également mises en œuvre.

II. — LE BRÉSIL

A. — La mise en œuvre du plan Pro-alcool

Les autorités brésiliennes ont lancé en 1975 le plan Pro-alcool visant à accroître l'autosuffisance énergétique au niveau national et à valoriser la production de **canne à sucre**. La matière première utilisée explique en effet la raison pour laquelle l'éthanol a été produit de manière aussi intensive dans ce pays. La dépression des cours du sucre sur le marché mondial n'a en effet pas cessé de s'affirmer depuis la campagne 1974/1975, pendant laquelle les prix de cette matière première a atteint le record de 44 cents américains la livre-poids. Depuis, la baisse a été constante, à l'exception de la campagne 1980/1981 (22 cents) jusqu'aux 3 cents par livre constatés à la mi-1985. Il s'agissait donc, pour le Brésil, de réduire sa dépendance vis-à-vis des exportations de sucre : si, en 1975/1976, le Brésil a exporté plus de 28 % de sa récolte, il ne vendra que 9 % de son sucre sur le marché mondial en 1985/1986.

La première phase du plan visait à mélanger **20 % d'éthanol** anhydre à l'essence (de 1976 à 1980). Cette première étape ayant été atteinte avec succès, le gouvernement a décidé d'initier une seconde phase visant à l'utilisation directe de l'éthanol dans des moteurs adaptés. Dès 1981, des difficultés de commercialisation sont toutefois apparues :

- moteurs à alcool encore mal réglés,
- décroissance économique générale.

Si la mise au point des moteurs à alcool s'est avérée rapide, la consommation apparente de l'alcool a conservé un taux de croissance inférieur à celui de la production. Les stocks totaux d'alcools sont évalués à 3 gegalitres pour 83 et approchent 4 gegalitres pour 1984.

1. — *La production d'alcool*

PROJECTION DE LA PRODUCTION D'ALCOOL AU BRÉSIL

(en 10 millions de m³)

Source : IAA

1983/84	7,06
1984/85	9,08
1985/86	9,75
1986/87	10,15
1987/88	10,54
1988/89	10,77
1989/90	10,86

Les prévisions de production d'alcool se chiffrent à hauteur de 11 millions de m³ à l'horizon 1989/1990, soit **9 fois la quantité nécessaire pour additionner de 5 % d'éthanol la consommation française annuelle de supercarburant.**

2. — *La consommation apparente d'alcool*

1981-1984

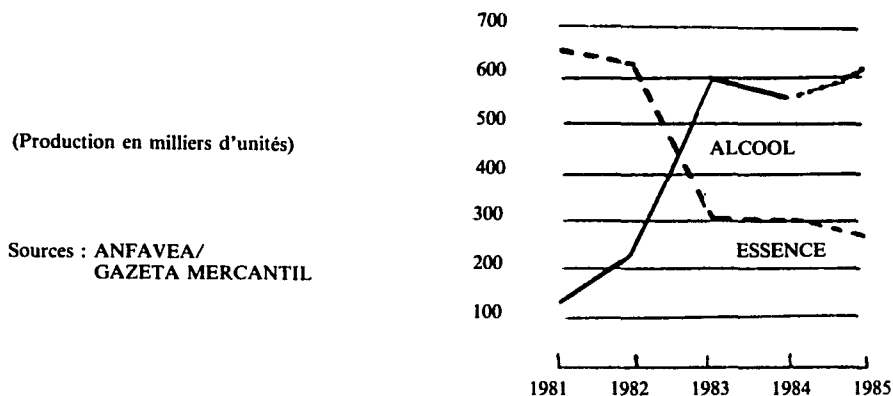
(en millions de litre.)

	1981	1982	1983	1984*	+ (1981-1983) %
Consommation interne	2 939	4 273	5 902	7 431	100,8
Carburant	2 538	3 691	5 114	6 544	101,5
Anhydre	1 146	2 017	2 174	1 920	89,7
Hydraté	1 392	1 674	2 940	4 624	112,2
Industries chimiques	118	236	400	587	238,9
Autres	283	346	338	400	37,1
Exportation	154	286	345	500	124,0
TOTAL	3 093	4 559	6 247	8 031	102,0

Sources : IAA/CNP/ABIQUIM/CACEX/CENAL

* Estimation

3. — *Le parc automobile*



B. — *Les difficultés rencontrées*

1. — *Difficultés financières*

En 1984, contraint par le niveau de ses dettes (intérieures et extérieures), l'état fédéral a donné un coup de frein aux dépenses induites par ce plan. Ce coup de frein s'est traduit notamment par la :

— disparition des financements accordés pour la création de nouvelles distilleries (80 % du coût total de l'opération à un taux d'intérêt inférieur à l'inflation) ;

— disparition des subventions à l'achat d'une voiture à alcool ;

— disparition des financements accordés pour financer le stockage de l'alcool entre deux campagnes.

Seul le prix de l'alcool à la pompe reste subventionné de façon à ce que son utilisation reste moins coûteuse que celle de l'essence importée.

2. — *Les difficultés rencontrées pour réduire les objectifs du programme*

Malgré la surproduction actuelle, la lourdeur et la complexité des circuits fédéraux font obstacle à un freinage autoritaire de la production d'alcool. Le gouvernement a annoncé sa nette préférence pour des distilleries de petite taille (500 à 15 000 l/j). Le nombre de projets de distilleries demeure toutefois important.

En octobre 1985, le ministre de l'Industrie et du Commerce, Roberto Gusmao, a créé une **commission interministérielle chargée du suivi du programme Alcool**. Cette commission devrait permettre un contrôle plus direct de l'état sur le déroulement du plan. Il existe en effet aujourd'hui 254 demandes de construction de distilleries sur tout le pays, dont 94 ne font pas appel aux subventions de l'état et se situent en général dans l'Etat de Sao Paulo. Le gouvernement estime aujourd'hui que cet Etat dispose dès à présent d'un excès de distilleries. Il souhaite de ce fait orienter les projets vers le Nord-Est. De nouvelles **décisions, plus restrictives, ont été prises au début de l'année 1986, en réaction à la baisse considérable du prix du pétrole importé.**

CHAPITRE II

LES PRISES DE POSITION SUR LA FILIERE BIOETHANOL

Le présent chapitre ne vise pas à recenser l'intégralité des prises de position sur la filière éthanol depuis 1985. Son objectif est de faire ressortir l'évolution, voire les divergences des déclarations ministérielles sur le sujet. Il est également de mettre en évidence les arguments avancés par des spécialistes, ne se rattachant directement ni au monde agricole, ni à l'industrie pétrolière. Ce chapitre démontre à l'évidence l'absence de consensus, voire une présentation partielle de données strictement techniques. Chacune de ces principales controverses fera l'objet de développements détaillés dans le corps du présent rapport (1).

I. — LES DECLARATIONS MINISTERIELLES

A. — Les interventions au parlement en 1985 et 1986

1. — *M. Jacques CHIRAC, Premier Ministre*

Le 15 avril 1986, M. Jacques CHIRAC a déclaré (2) :

« Monsieur SOUPLET, j'ai été le ministre qui, le premier, a lancé l'affaire de l'éthanol à Bruxelles. A cette époque, mes propos ont été accueillis avec beaucoup de scepticisme et d'ironie. Je n'ai pas changé d'avis et je puis vous dire que le **Gouvernement soutiendra cette activité** ».

(1) Bilan énergétique, pouvoir calorifique, maîtrise technique du processus industriel, prix du revient, bilan macroéconomique.

(2) J.O. Débats Sénat, séance du 15 avril 1986, p. 569.

2. — *M. Henri NALLET, Ministre de l'Agriculture*

Le 4 octobre 1985, M. Henri NALLET a notamment déclaré (1) :

« La dernière partie de votre question - la plus importante - est relative au bioéthanol à usage de carburant. Nous le savons, son utilisation pose un problème encore plus difficile à résoudre et dont les implications agricoles peuvent être encore plus importantes que celles que je viens d'évoquer. Pour la France seule, l'utilisation d'éthanol dans le carburant à hauteur de 5 p. 100 ouvrirait un débouché de 10 millions d'hectolitres de betteraves.

En tant que ministre de l'agriculture, je le répète, je ne puis qu'être favorable à cette voie de développement de notre production. Cependant je dois reconnaître que les problèmes posés par la non-utilisation de plomb dans l'essence peuvent être résolus par d'autres voies ; l'arrêté d'octobre 1983 a prévu l'utilisation de divers additifs : TBA ; MTBE ; méthanol et éthanol additionnés de cosolvant.

Si aux Etats-Unis et en Suède, l'éthanol est largement utilisé, le méthanol l'est également. La R.F.A. de son côté, utilise déjà un mélange de TBA et de méthanol.

En réalité, et je l'ai dit à plusieurs reprises aux responsables professionnels, en particulier, monsieur le député, à ceux de votre département, que je connais bien, je crois que l'on ne pourra trouver de solution que lorsqu'un cadre communautaire aura été fixé.

Sur un plan technique, il faut que le carburant proposé en France soit utilisable par tous les véhicules de la Communauté. Il faut également que les problèmes économiques et budgétaires que poserait l'utilisation massive de produits agricoles trouvent une solution communautaire.

N'oublions pas que l'utilisation d'éthanol d'origine agricole, selon les études menées aussi bien par les pétroliers que par les producteurs - dont les points de vue se sont considérablement rapprochés depuis quelques mois - entraînerait un surcoût du prix du carburant. Nous connaissons maintenant les fourchettes entre lesquelles se situerait ce surcoût et le point à partir duquel il apparaîtrait raisonnable à tout le monde. Se posera alors un problème de financement. Vous avez fait allusion à certaines propositions des professionnels auxquelles je me suis déjà montré très ouvert.

Pour ma part, je suis donc, monsieur le député, *a priori* favorable à ce dossier, compte tenu des débouchés nouveaux qui seraient ouverts à nos productions agricoles et des problèmes d'écoulement que connaissent actuellement les céréales et le sucre, notamment dans votre

(1) J.O. Débats A.N., séance du 4 octobre 1985, p. 2660.

région. Un approfondissement des problèmes techniques, économiques et budgétaires est encore nécessaire, tout le monde le reconnaît, ne serait-ce que pour choisir la meilleure filière, la plus efficace. Dans votre région - et mes services sont associés à cette recherche - on travaille activement sur une filière céréales-betteraves qui pourrait ouvrir la voie à une solution.

Le débat qui va s'engager sur le livre vert rédigé par la Commission et relatif aux nouvelles orientations de la politique agricole commune comporte un volet important sur les nouvelles utilisations de produits agricoles. Il sera l'occasion de relancer cette question, c'est-à-dire de vérifier pratiquement si la Communauté économique européenne est prête à se lancer dans un programme de ce type. C'est à ce moment que le pouvoirs publics doivent décider de la position de la France en fonction des orientations prises au niveau communautaire» .

M. NALLET a repris l'essentiel de cette argumentation en répondant le 10 octobre 1985 à une question de notre collègue M. **Jacques MACHET** (1) :

« Il est important de poursuivre la discussion avec l'ensemble des parties prenantes. Je pense, en particulier à tout ce que nous avons réalisé depuis quelques mois avec les pétroliers. Ainsi, à l'heure actuelle, nous disposons de chiffres communs, ce qui me paraît un grand progrès par rapport à la situation dans laquelle nous étions l'année dernière. Producteurs et pétroliers ont d'ailleurs intérêt à parler avec les motoristes, car les différents agents économiques concernés par cette production doivent aboutir à une position commune.

Le travail continue, et je m'en suis encore entretenu très récemment avec des responsables professionnels que vous connaissez bien et qui partagent cette analyse. Le Gouvernement prendra ses responsabilités lorsque le débat communautaire s'engagera, mais il serait préjudiciable pour nos intérêts nationaux d'anticiper sur ce que sera la réponse de la Communauté en faisant savoir ce que nous serions prêts à financer à l'échelon national ».

3. — *M. Martin MALVY, secrétaire d'Etat chargé de l'énergie*

En réponse aux questions orales de plusieurs de nos collègues, M. Martin MALVY a notamment déclaré, le 28 mai 1985 au Sénat (2) :

« Vous connaissez les règles actuelles, celles qui ont édictées dans un passé récent : 5 p. 100 d'éthanol, 2 p. 100 de cosolvant. En nous conformant à ces règles et d'après les tests qui ont été effectués par le groupement d'études, nous sommes en mesure de garantir qu'il n'y

(1) J.O. Débats Sénat, séance du 10 octobre 1985, p. 2228.

(2) J.O. Débats Sénat, séance du 28 mai 1985, p. 742 - questions orales de MM. Jacques PELLETIER, Michel SORDEL, Michel SOUPLLET, Roger HUSSON, Michel RUFIN, Stéphane BONDUÉL et de Mme Marie-Claude BEAUDEAU.

aura pas - même à basse température - de séparation de composants du mélange - c'est l'une des données du problème. Il a été procédé, en effet, à de longues expériences dont un test qui a porté sur un parc d'un millier de véhicules. Peut-on aller au-delà ?

Certains d'entre vous, mesdames, messieurs, ont posé la question. Pourquoi pas ? Mais simplement si l'expérience montre que cela est possible. Or cette expérience doit être conduite complètement et sans complaisance. N'oublions pas que même l'automobiliste qui n'a pas utilisé sa voiture depuis longtemps, qui habite dans une zone de climat sévère, difficile, et dont le véhicule est ancien a le droit d'utiliser son véhicule sans délai, lorsqu'il le souhaite, lorsqu'il en a besoin. La commission consultative a proposé qu'on examine la formule à 7 p. 100 d'éthanol sans cosolvant. J'y suis favorable. Nous procéderons aux expérimentations dans les meilleurs délais.

En ce qui concerne l'indice d'octane qui a été, à plusieurs reprises, l'objet de vos questions, permettez-moi de vous dire que le problème est encore plus complexe. L'indice d'octane de l'éthanol permet de relever - c'est un fait - celui du carburant auquel il est ajouté. Les calculs, les résultats d'expériences examinés en commission consultative retiennent une valeur de 1,5 à 2 points d'indice dit « recherche » et moins en indice d'octane « moteur ». Je tiens à vous rappeler - cela me paraît totalement oublié dans le débat quand on ne veut voir que la nécessaire production de l'éthanol - que compenser la baisse d'indice d'octane provoqué par la suppression du plomb, ce n'est pas compenser 1,5, 2 ou 2,5 points - le débat se situe à ce niveau pour ce qui est de la commission - mais 5 à 6 points d'octane. Autrement dit, c'est une solution partielle et non totale.

Il existe, en effet - je tiens à le rappeler - deux indices d'octane : l'indice « recherche », celui dont on parle habituellement, et l'indice « moteur », dont les caractéristiques sont différentes, mais qui est également très important.

Il y a eu et il y aura encore des discussions sur ce point, qui fait l'objet d'un grand débat au sein de la commission. Certains se demandent, sur la base de publications étrangères, si l'indice d'octane de l'éthanol, en mélange avec du super-carburant n'est pas sous-estimé. Les discussions se poursuivent, mais il me paraît essentiel de garder à l'esprit - je le répète - que les essences ne sont homogènes que par certaines de leurs caractéristiques globales et que, pour le reste, elles dépendent du pétrole d'origine et des raffineries. C'est donc en tenant compte de notre appareil de raffinage qu'il convient de raisonner. C'est sur ces bases que la commission consultative a établi sa valorisation potentielle de l'éthanol.

Un autre élément important de cette évaluation dépend de la valeur que l'on attribue au point d'octane, c'est-à-dire de l'appréciation de la dépense que devraient supporter les raffineurs pour gagner les 1,5

à 2 points d'octane supplémentaires que fournirait l'éthanol, sachant que cette dépense n'est pas la même pour passer de 93 à 95 points que pour passer de 95 à 97 points, par exemple.

Là encore - je me permets d'y insister - ce sont les structures du raffinage français qui doivent être prises en compte puisque c'est lui qui serait le client potentiel le plus direct. Il va de soi que si les raffineurs européens ou autres offraient d'acheter l'éthanol à un prix supérieur, le Gouvernement s'en réjouirait.

Le président de la commission évalue, pour un super à 2 francs le litre, hors taxes, la valeur de l'éthanol à 1,92 francs le litre. La profession pétrolière limite, elle, son estimation à 1,85 franc environ.

J'arrête là cet exposé technique déjà bien long. Je vous propose d'examiner maintenant brièvement le contexte énergétique dans lequel se situe le problème de l'éthanol carburant. La commission a examiné les autres carburants oxygénés dont on peut envisager l'utilisation pour les automobilistes : méthanol, butanol tertiaire, le T.B.A., monsieur Sor-del qui vous préoccupe, le méthyle tertobutyle-éther, le M.T.B.E.

L'éthanol, le méthanol peuvent actuellement être produits de manière industrielle selon des techniques qui sont bien connues. Sur la base d'études réalisées, en particulier, par une firme française qui rencontre de beaux succès à l'exportation, on peut estimer - cela n'est pas contesté - le prix de revient d'un litre d'éthanol à 3 francs, à 10 p. 100 près en plus ou en moins.

Les perspectives de réduction de ce coût reposent essentiellement sur une meilleure valorisation des sous-produits dont il a été question tout à l'heure, le coût de la matière première représentant, lui, 55 p. 100 à 60 p. 100 du coût total. Il ne faut d'ailleurs pas éliminer non plus l'énergie qu'il a fallu dépenser pour produire le substrat et l'éthanol.

Le T.B.A. quant à lui — vous le savez, messieurs les sénateurs - est un coproduit : on produit ensemble l'oxyde de polypropylène, utilisé en chimie, et le T.B.A., et l'on peut fabriquer l'un sans l'autre. Le prix de revient de l'un est donc étroitement dépendant de l'utilisation que l'on fait de l'autre. Je ne pense donc pas - je le dis très clairement - que la réalisation d'une usine à Fos soit de nature à compromettre un choix qui se dessinerait en faveur de l'éthanol puisque le T.B.A. est l'un des cosolvants qui rendraient possible, dans le cadre réglementaire actuel, l'incorporation d'éthanol dans l'essence.

Je veux tout de suite préciser que le Gouvernement ne s'est pas engagé à financer une quelconque usine. En effet, c'est à la société qui a l'intention de la réaliser que cette tâche incombe. J'ajoute qu'en revanche une telle réalisation bénéficie des aides habituelles en matières de création d'emplois.

Contrairement à ce qui a pu être dit, je me réjouis, ainsi que le Gouvernement - il en est certainement de même pour votre assemblée - que ce soit en France que s'implante cette usine qui doit, à terme, créer plusieurs centaines d'emplois et constituer un investissement de 2,5 milliards de francs plutôt que dans un autre pays de la Communauté, puisque de toute façon elle aurait été construite - en Italie, en République fédérale d'Allemagne, aux Pays-Bas - et que les produits qu'elle mettra sur le marché l'auraient été de la même manière. Je crois savoir, d'ailleurs, qu'un pourcentage important de ses productions sont destinées à l'exportation.

Je voudrais aborder un autre thème : quel enseignement pouvons-nous tirer des expériences des autres pays ?

Un mot, d'abord, sur l'utilisation de l'éthanol agricole pour l'industrie chimique en substitution de l'éthanol d'origine pétrolière. J'en suis sûr, un large développement est possible. A cet égard, j'ai noté avec beaucoup de satisfaction que la Chine allait passer commande à une société française d'une unité de production d'éthanol à partir du maïs, et ce, bien que ce pays soit un important producteur de pétrole. Cela dit, il s'agit d'éthanol industriel

Pour ce qui concerne le problème spécifique des alcools-carburants, trois pays - M. Souplet les a évoqués pour appuyer son argumentation - retiennent particulièrement l'attention. Il est exact que le Brésil a fait un choix radical qui a nécessité l'adaptation des moteurs des véhicules qui ne peuvent plus passer d'un carburant classique à l'éthanol.

Il est clair que les problèmes très sévères que connaît le Brésil, mais aussi ses potentialités agricoles considérables ainsi que l'immensité de son territoire qui limite le poids des échanges frontaliers, justifient un choix qui, vous l'avouerez, n'aurait guère de sens dans notre pays. En effet, ce choix n'est pas sans poser un certain nombre de problèmes, à commencer par des problèmes financiers considérables, mais le Brésil se trouve dans la situation que vous connaissez.

Les choix américains et allemands sont plus proches de nos hypothèses. Aux Etats-Unis, dans un certain nombre d'Etats - ils sont dix-huit, me semble-t-il - on peut introduire de l'éthanol à concurrence de 10 p. 100 dans les carburants. Pourquoi 10 p. 100 là-bas, m'a-t-on demandé, et 5 p. 100 avec cosolvant en France ?

Ces pourcentages correspondent à des exigences différentes de l'industrie automobile de part et d'autre de l'Atlantique. Nos constructeurs, dont les moteurs sont plus économes, donc réglés plus « serrés », ne peuvent accepter d'écarts trop importants dans les possibilités des carburants.

Je vous rappellerai à ce sujet que, lors de la mise en œuvre d'une directive communautaire sur l'essence sans plomb, nous avons eu les mêmes discussions s'agissant de l'indice d'octane au sein de la Communauté. Ce n'est un secret pour personne que si la directive indique un taux minimal, il n'existe pas aujourd'hui, entre l'industrie du raffinage et l'industrie automobile, d'accord parfait sur ce que sera l'indice d'octane dans les années à venir. C'est un problème qui est toujours en discussion. Les industries automobiles ne sont pas identiques de part et d'autre de l'Atlantique, ni d'ailleurs au sein de la Communauté.

Pour le reste, les divers chiffres relevés outre-Atlantique — de production et valeur d'utilisation — sont effectivement dans la ligne de ceux que je mentionnais tout à l'heure.

En République fédérale d'Allemagne, on a, semble-t-il, choisi le méthanol puisque se développent sous le nom **d'oxynol** des mélanges du type 3 p. 100 de méthanol et 2 p. 100 de T.B.A.

Enfin, il faut signaler qu'aux Etats-Unis se pose le problème de l'importation massive d'éthanol brésilien en raison de son prix de vente sur le marché international.

Je retiens donc le caractère très spécifique de chaque situation nationale et je souligne la prudence qui doit nous guider lorsque nous transposons, en rappelant qu'aux Etats-Unis l'éthanol représente aujourd'hui 0,4 p. 100 de la consommation des carburants.

Par ailleurs, dans aucun de ces pays — ni même en France — la recherche concernant la valorisation des coproduits, auxquels tout à l'heure nous avons fait allusion, n'est allée suffisamment loin, que ce soit en direction de l'alimentation du bétail, où des progrès peuvent être faits, ou par d'autres utilisations.

Par ailleurs, pour beaucoup de biochimistes et de biologistes, la biomasse représente une grande richesse qu'il convient de ne détruire en la brûlant qu'une fois que toutes les autres possibilités d'utilisation ont été épuisées. Cela doit tempérer un peu l'engouement du moment, surtout au lendemain de la remise de ce rapport qui, lui, est plutôt réservé puisqu'il souligne qu'un problème de pollution se pose, madame le sénateur, car certains dérivés de l'éthanol ne pourraient être réduits que par l'adjonction du pot d'oxydation. Or, on sait qu'il va nous poser des problèmes.

Devant cet ensemble de données qui sont, en fait, des constats découlant des conclusions remises par la commission, vous interrogez — c'est tout à fait normal — le Gouvernement sur ce qu'il entend faire. J'observe pour ma part que l'étude est loin d'être achevée.

S'agissant de l'énergie, du domaine pétrolier en particulier, on ne connaît que depuis relativement peu de temps — j'insiste sur ce point — la directive européenne sur les carburants. Cette directive fixe certaines règles, mais laisse des degrés de liberté. Il faut maintenant poursuivre la réflexion, définir les choix possibles, apprécier les coûts, réaliser des expériences et attendre que la Communauté définisse elle-même ses propres normes en matière de carburant et d'introduction des carburants de substitution.

Selon mes informations, les règles que la Communauté s'apprête à mettre en vigueur ressembleraient fort aux règles nationales actuelles, qui datent de 1983.

S'agissant de l'agriculture — le ministre de l'agriculture en parlerait avec plus de compétence que moi — j'ai le sentiment que les choix optima entre culture sucrière et céréales ne sont pas arrêtés, que l'analyse de l'impact macro-économique mérite d'être encore affinée, que la recherche des sous-produits qui soient les meilleurs économiquement peut encore progresser.

Mme Beaudeau me dira que cette réponse n'est pas satisfaisante s'agissant de l'implantation qu'elle souhaite d'une unité dans sa région ; mais elle comprendra que, en l'état actuel du dossier, je ne puisse pas en dire plus. C'est vrai également pour d'autres questions qui m'ont été posées sur ce même thème.

Deuxième observation : la dimension européenne me paraît fondamentale.

C'est évidemment au vu du caractère européen de toute politique agricole que l'on peut évaluer les débouchés possibles. Cinq pour cent d'éthanol dans les carburants — telle est la réglementation actuelle — ce sont 10 millions d'hectolitres pour la France et 3 millions de tonnes de céréales. Nous en produisons 30 millions de tonnes et c'est à juste titre que de nombreux orateurs ont souligné que la productivité était en croissance d'à peu près un quintal par hectare et par an.

Mesdames, messieurs les sénateurs, pour la production d'éthanol, le seul hexagone représente un débouché à courte, très courte durée. La dimension européenne, c'est-à-dire une consommation qui, en vertu de ces normes, serait de 13 millions de tonnes de céréales par an, me paraît incontournable.

Il convient également de tenir compte de cette dimension européenne pour la politique pétrolière, compte tenu de la transparence absolue des frontières pour les produits comme pour les clients que sont les automobilistes.

Troisième observation : la nécessité du respect de la vérité économique.

La très large ouverture de la Communauté aux produits pétroliers extérieurs exige qu'aucune charge exogène ne soit imposée à notre raffinage, sauf à le voir disparaître rapidement dans la compétition sévère qui existe actuellement, et qui s'accroîtra encore dans les années à venir, de par l'introduction de l'essence sans plomb — nous revenons au début du débat — ou de par la réduction nécessaire des capacités de raffinage en Europe. Vous savez que la commission de Bruxelles a incité les différents partenaires européens à une réduction globale de 100 millions de tonnes par an avant l'échéance de 1990, le raffinage européen étant aujourd'hui à environ 65 p. 100 de ses capacités de production.

Dans l'état actuel des études dont je vous ai exposé les résultats, ainsi qu'au regard des données que nous fournissent les références étrangères, il existe un écart substantiel entre le coût de production de l'éthanol et sa valeur d'usage ; nous devons aujourd'hui encore en tenir compte.

Le Gouvernement doit donc poursuivre études et discussions sur ces trois axes : énergétique, agricole et européen. Pour ma part, mesdames et messieurs les sénateurs, je vais m'employer à ce que soient étudiées, testées sur le plan technique et évaluées les diverses formules préconisées par la commission consultative dont les travaux ne sont pas achevés ».

4. — *M. Pierre BEREGOVOY, Ministre de l'Economie, des Finances et du Budget*

Le 22 mai 1985, M. Pierre BEREGOVOY s'est montré relativement optimiste (1) :

« Deux questions m'ont été posées concernant l'éthanol. C'est un dossier que j'ai quelque raison de connaître, car il intéresse un département que je connais bien. L'affaire est difficile et le Gouvernement l'étudie avec soin. Le ministre de l'agriculture et le ministre du redéploiement industriel en sont saisis, ainsi que l'agence française pour la maîtrise de l'énergie. Il est encore trop tôt pour tirer les conclusions d'un examen qui n'est pas arrivé à son terme. Il est sûr que l'introduction d'éthanol dans l'essence assurerait des débouchés à un certain nombre de nos productions. Mais ce dossier doit être également étudié au niveau de la Communauté, de façon que soit trouvée une solution originale, qui ne saurait être exactement identique à celle qu'ont retenue les Etats-Unis ou le Brésil, pays dans lesquels les normes relatives aux automobiles sont très différentes. **Je suis convaincu que la production d'éthanol serait souhaitable** ; encore faut-il que les normes automobiles soient adaptées. Des discussions sont en cours à cet égard, qui préoccupent d'ailleurs beaucoup les constructeurs d'automobiles français.

(1) J.O. Débat A.N., séance du 22 mai 1985, p. 1061

Ces derniers s'inquiètent notamment des dispositions, désormais quasiment acquises, de protection de l'environnement, dont l'initiative revient à la République fédérale d'Allemagne.

Je ne mets pas un point final à cette discussion. Une étude est en cours. **Et nous souhaitons que l'examen du dossier aboutisse, à la fois chez nous et au sein de la Communauté économique européenne, compte tenu des normes automobiles, des pots catalytiques et de tous ces problèmes dont vous connaissez l'importance ».**

B. — Le colloque de l'A.D.E.C.A.

Le colloque organisé par l'A.D.E.C.A. (Association pour le développement de l'éthanol carburant agricole) le 19 décembre 1985 a fourni la dernière occasion aux ministres compétents — MM. René SOUCHON et Martin MALVY — pour exposer les points de vue de leurs départements respectifs. **Un des enseignements essentiels de ce colloque est probablement l'absence apparente de consensus** entre ces départements.

L'exposé de M. René SOUCHON est apparu globalement favorable à l'éthanol. Le Ministre délégué à l'agriculture et à la forêt a dressé un bilan assez complet du dossier :

— sur les prix de revient et la maîtrise des techniques

« Les techniques de fermentation et de distillation sont bien connues, maintenant que l'on travaille l'amidon de maïs, de blé, de céréales. Des usines d'une capacité d'un million et demi d'hectolitres par an, qui semble optimale, pourraient être construites dès aujourd'hui sans risque.

Le prix de revient de l'alcool fabriqué dans ces conditions, que l'on peut grossièrement fixer à 3 F par litre ou un peu plus, dépend beaucoup en fait de la valeur que l'on tirera des sous-produits, notamment de ceux qui serviront à l'alimentation du bétail ».

— l'absence de contre indication technique pour les moteurs et l'équivalence de pouvoir calorifique :

« L'emploi de l'éthanol dans les carburants ne devrait pas prêter à beaucoup de discussions.

Aux Etats-Unis, on distribue tous les ans un volume de carburant contenant 10 % d'alcool, qui représentent approximativement tout le carburant vendu en France chaque année. L'exemple des Etats-Unis démontre que l'éthanol peut être utilisé sans co-solvant jusqu'à une teneur de 10 %, sans qu'il en résulte un changement quelconque dans la conduite des voitures et sans entraîner de consommation supplémentaire.

La question du pouvoir calorifique de l'éthanol inférieur à celui de l'essence a été bien étudiée par l'Institut français du pétrole qui a conclu à une consommation inchangée avec les moteurs à explosion actuels et à une consommation légèrement accrue pour les moteurs améliorés des véhicules de demain ».

— la compétitivité de la filière éthanol

« Les compagnies de raffinage peuvent utiliser plusieurs moyens pour parvenir à produire de tels carburants dont l'indice d'octane sera suffisant et au moins de 85 pour le super, une modification du réformage, nouveau procédé coûteux en investissements et en technique, qui permettra une consommation nettement supérieure en pétrole, ou bien l'addition de composés oxygénés tels que l'éthanol ou d'autres produits.

Les examens techniques entrepris démontrent que la capacité de l'éthanol à élever l'indice d'octane est réelle, ce qui lui confère une valeur nouvelle.

Il apparaît ainsi que les compagnies pétrolières gagneront à acquérir de l'éthanol, même si son prix est légèrement supérieur à celui du super-carburant ».

En revanche, M. Martin MALVY a présenté des observations plus critiques et nettement moins favorables à la filière éthanol.

— pouvoir calorifique

« Concernant le coût de production de l'éthanol, j'insisterai donc en premier lieu sur la nécessité de le calculer en termes de substitution effective c'est-à-dire également de pouvoir calorifique, et non litre par litre.

Ce point est d'autant plus important que les moteurs récents et futurs utilisent des mélanges pauvres pour lesquels la diminution de pouvoir calorifique que représente l'adjonction d'éthanol entraînera une augmentation de la consommation.

Dans ces conditions, pour un prix de référence de super-carburant sans plomb d'environ 1,70 F le litre sortie raffinerie, c'est-à-dire aux conditions prévalant en décembre 1985, la valeur de substitution de l'éthanol qui tient compte d'une déduction de 0,10 F par litre d'éthanol afin de compenser les frais supplémentaires de réception, de stockage et de mélange, s'établit d'après une étude de l'I.F.P. à environ 1,10 F-1,20 F le litre sur la base d'une substitution, à égalité de pouvoir calorifique.

Parallèlement à cela, le coût de production de bio-éthanol tourne, dans le meilleur des cas, entre 2,80 et 3,20 - 3,40 francs le litre. Il coûte donc trois fois plus cher en l'état actuel des choses que sa valeur de substitution, si l'on raisonne en équivalent énergétique. Et bien entendu, sur ce point, la discussion est largement ouverte ».

— Le prix du substrat

M. Martin MALVY n'est pas apparu convaincant dans ses anticipations sur le prix des céréales ou des betteraves :

« Il n'y a pas, à court terme, d'évolution favorable à espérer au niveau de la formation elle-même de ce coût. En effet, il repose pour 70 % sur le coût de la matière première qu'il ne saurait être question de voir baisser rapidement dans le cadre de la politique agricole commune, puisque la promotion de l'éthanol, vous le savez bien, a également pour but de permettre, avec un débouché nouveau, un soutien de ces prix ».

Le prix moyen du blé payé au producteur en France est en effet passé, approximativement de 120 F en 1984 à 115 F en 1985 et, probablement, 105 F cette année, soit une baisse en francs constants d'environ 24 %.

II. — LES OPINIONS DE PERSONNES QUALIFIEES

A. — M. André GIRAUD, ancien ministre de l'industrie

Ancien directeur général des carburants, patron du C.E.A, Ministre de l'Industrie, M. André GIRAUD a exposé son point de vue sur le dossier éthanol à l'occasion d'un entretien accordé à la revue « Le producteur agricole français » en novembre 1985. Plusieurs conclusions importantes peuvent être dégagées de cet entretien.

1. — *La compétitivité de l'éthanol*

« Il est exact que le coût des carburants dérivés de la biomasse est encore sensiblement plus élevé que celui des hydrocarbures pétroliers. Chercher à minimiser cet obstacle est inutile et pourrait même avoir comme résultat de rendre plus méfiants les partenaires pétroliers et administrations dont l'agriculture a besoin pour s'ouvrir ce nouveau débouché. Il vaut mieux constater objectivement ce fait et avancer très fermement deux arguments, l'un pour le futur, l'autre pour le présent.

Pour le futur, on doit observer que la **biotechnologie est en pleine évolution** et fait des progrès considérables. Pour la matière première, comme pour sa transformation, cette fabrication technique n'est même pas un facteur 2, chose courante dans les techniques avancées en forte évolution. **Il est donc légitime de parier sur une amélioration suffisante pour passer la barrière de rentabilité.**

Pour ce qui est de l'immédiat, le dossier des carburants agricoles me paraît pouvoir être plaidé au titre de l'amélioration de la politique agricole commune ».

2. — *L'avenir de la politique agricole commune*

« En effet, il ne me paraît guère raisonnable de sortir de l'impasse dans laquelle se trouve la P.A.C. soit en augmentant encore le volume des subventions, soit en stérilisant une partie des terres. Il me semble que la reconversion d'une partie des terres à la production d'espèces judicieusement choisies pour donner naissance à une industrie efficace de carburants présenterait deux avantages importants.

Le premier serait financier : la subvention d'équilibre nécessaire dans les conditions d'aujourd'hui pour ramener les carburants ainsi obtenus au prix des produits concurrents pourrait être, si l'on s'y prend bien, inférieure à ce que coûte l'écoulement des excédents correspondant à ces superficies.

Le second serait d'un autre ordre : les carburants ainsi produits seraient marginaux pour rapport au volume international des carburants pétroliers ; leur quantité n'influencerait pas le prix international. Cela voudrait dire qu'une amélioration des rendements deviendrait une bénédiction au lieu d'être un inconvénient ce qui est le cas dans la production des excédents agricoles. L'agriculture y trouverait ainsi une nouvelle raison d'espérer dans son destin ».

B. — M. Michel ROLANT, président de l'agence française pour la maîtrise de l'énergie

Lors du colloque susmentionné de l'A.D.E.C.A., M. Michel ROLANT a pris clairement parti en faveur de la filière éthanol.

1. — *Le bilan énergétique*

« Pour le bilan énergétique de la filière, toutes les études récentes font état d'un bilan positif, en y intégrant bien sûr la phase de

production des produits agricoles, de 1,5 à 2 unités produites pour une unité fossile utilisée. Ce qui veut dire qu'en comparaison des autres filières assurant la conversion des mêmes formes d'énergies en carburant -méthanol ex-gaz ou charbon pour lequel une thermie d'énergie fossile fournit 0,5 thermie-méthanol, il apparaît que la production d'éthanol est plus efficace que les autres possibilités de conversion, ce qui s'explique, semble-t-il, par l'incorporation au passage d'énergie solaire gratuite, lors de la croissance de la plante de référence ».

2. — *Le bilan économique*

« Sa production est bien maîtrisée et elle a bénéficié d'améliorations notables. Elle se trouve immédiatement disponible en quantités suffisantes pour correspondre à la norme de la réglementation nationale et de la réglementation européenne, à partir notamment du blé, de la betterave, ainsi que des produits intermédiaires (égouts de sucreries), moyennant des investissements progressifs et facilement mobilisables, ce qui n'est pas rien, par rapport notamment à ce que l'on peut imaginer, à ce que représente le coût de la modernisation de l'outil de raffinage... qui à mes yeux, selon les calculs de mes services, est prohibitive au-delà de l'indice d'octane 94. **L'addition d'alcool apporte au moindre coût le point ou le point et demi supplémentaire** ».

III. — LES DISCUSSIONS COMMUNAUTAIRES

A. — Les « avis partagés » du Livre Vert (juillet 1985)

Le Livre Vert établi par la Commission de Bruxelles hésite entre la reconnaissance de l'intérêt macro-économique de la filière bioéthanol et les craintes sur les niveaux de subvention à prévoir :

1. — *Le surcoût de l'éthanol*

En fait, le coût de l'éthanol (principalement d'origine agricole) apparaît à la commission comme un facteur limitatif. Les chiffres disponibles actuellement font apparaître que les coûts des produits concurrents se situent dans une fourchette de 20/35 ECU l'hectolitre, c'est-à-dire entre 25 et 70 % de moins que les coûts du bioéthanol ; cela donne une idée du montant des subventions qu'il faudrait prévoir pour que la fermentation des produits agricoles de base destinés à la production d'alcool soit économiquement viable. Tout programme visant à incorporer du bioéthanol dans l'essence suppose donc que soit comblé l'écart

entre les coûts du bioéthanol et ceux des produits concurrents. Dans la situation actuelle, la compensation de l'écart de prix grâce à des ressources budgétaires supposerait d'importantes subventions et, par voie de conséquence, d'énormes dépenses budgétaires. On peut difficilement donner une estimation précise des sommes en cause.

2. — *La fiabilité de la filière*

La mise sur le marché, en grande quantité, de bioéthanol en tant que composant dans les carburants pour automobiles, présenterait cependant un ensemble d'avantages pour l'agriculture : cela procurerait de nouveaux débouchés à des produits souvent excédentaires. Même si, dans le court terme, les betteraves sucrières, les céréales et les pommes de terre constituaient la matière première à cette nouvelle bio-industrie, d'autres productions végétales plus méridionales (chicorée à café, topinambours, etc) et très alcoologènes pourraient par la suite prendre le relais des rendements améliorés.

La mise en place d'une filière de production de bioéthanol dépend tout d'abord de la disponibilité de capacités de transformation mais aussi de mesures réglementaires et incitatives qui représenteront une charge pour le budget communautaire. Il semble qu'actuellement, le nombre de sucreries capables de produire l'éthanol à moindre coût est faible ; pour d'autres matières premières comme le blé, les unités de transformation sont quasiment inexistantes. La mise en œuvre d'une telle filière impliquerait donc la création d'une structure viable d'entreprises de transformation de taille suffisante pour bénéficier d'économies d'échelle et auxquelles serait assuré l'approvisionnement en matières premières.

3. — *Les options envisageables*

En ce qui concerne cet aspect budgétaire, diverses options peuvent être envisagées :

— **compensation complète de la différence entre prix d'offre et prix de vente du bioéthanol** : hormis son coût probablement élevé, la prévision des coûts d'une telle action serait rendue difficile du fait de la volatilité des prix sur le marché des carburants ;

— **compensation partielle de la différence de prix** : ce type d'aide a l'avantage de coresponsabiliser le secteur agricole tout en limitant l'impact budgétaire.

Cependant, il faudrait veiller à ne pas créer de distorsions de concurrence entre les différents produits de base (sucre, blé, etc) et entre le bioéthanol et d'autres produits oxygénés.

Il faut souligner que les prix des matières premières constituent un facteur déterminant de ces calculs. Toute réduction de ces prix entraînerait évidemment une diminution des coûts budgétaires.

A noter que le volume des produits agricoles pouvant trouver un débouché dans le secteur de la production du bioéthanol serait relativement limité. Et le bioéthanol ne représente en aucun cas le seul produit permettant de relever l'indice d'octane : en effet, il existe d'autres produits concurrents sur le marché (par exemple M.T.B.E., T.B.A.).

B. — Le mémorandum céréales (novembre 1985) et le règlement céréales (mai 1986)

Le mémorandum, qui reprend les objections du Livre Vert, est néanmoins relativement ouvert à l'égard du principe d'une action communautaire, envisagée cette fois également au titre de la coresponsabilité.

« En ce qui concerne l'utilisation éventuelle du prélèvement de coresponsabilité, également pour financer la transformation des céréales en bioéthanol, il y a lieu de faire les considérations suivantes :

« — les perspectives d'écoulement du produit et donc d'utilisation de céréales par ce biais, paraissent, du moins à court terme, relativement limitées (un million de tonnes de céréales à l'horizon 1991/1992) ;

« — la production de bioéthanol implique des investissements industriels très onéreux. Il s'agit d'une voie qui, une fois prise, risque d'avoir sur le plan politique, une force d'inertie considérable. Elle risque donc d'entraîner une charge croissante et à caractère permanent, qui entrerait en compétition, au niveau du budget, avec d'autres formes d'utilisation plus efficaces et moins onéreuses.

« Néanmoins, afin de faciliter le développement de ce nouveau débouché, sans toutefois que cela entraîne un accroissement de la charge budgétaire communautaire, on pourrait envisager l'octroi d'une aide à la mise sur le marché du bioéthanol qui serait à chaque moment égale au montant de la restitution à l'exportation des céréales ».

Le règlement céréales (C.E.E. 1579/86) du 23 mai 1986 constitue la suite logique de ce mémorandum.

Son article 11 bis dispose que :

« 1. Une aide peut être accordée pour les céréales récoltées dans la Communauté et affectées à de nouvelles utilisations industrielles. Le montant de cette aide ne peut pas être supérieur à celui de la restitution à l'exportation pour la céréale en cause.

« 2. Le Conseil, statuant à la majorité qualifiée sur proposition de la Commission, arrête les règles générales d'application du présent article ».

Le groupe de travail estime que le gouvernement français devrait très rapidement proposer à ses partenaires la mise au point de ces règles générales d'application.

DEUXIÈME PARTIE
LA FIABILITÉ
DE LA FILIÈRE BIOÉTHANOL

En parcourant la littérature, déjà abondante, sur l'éthanol, on peut relever fréquemment un certain nombre de caricatures ou de faux procès, fondés sur une argumentation qui ne résiste pas à une analyse objective. Le présent chapitre vise donc à régler un certain nombre de controverses, dont l'objectif réel n'était en fait le plus souvent que d'obscurcir le débat et de retarder les prises de décisions.

Les points suivants seront ainsi abordés :

1. L'éthanol ne constitue pas une menace pour l'environnement et doit être comparé aux remonteurs d'octane concurrents.

2. L'éthanol est bien adapté au fonctionnement des moteurs de véhicules terrestres.

3. Les processus de production sont parfaitement maîtrisés, même s'ils recèlent encore des gisements de productivité.

4. La production d'éthanol se caractérise par un bilan énergétique positif.

5. La manière première agricole est disponible, quels que soient les événements naturels, en quantité et en prix.

CHAPITRE PREMIER

LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

I. — LA POLLUTION DE L'AIR

L'argument a été souvent avancé que la combustion de l'éthanol dans les moteurs se traduirait par des émissions préoccupantes de rejets toxiques. Cette argumentation ne résiste pas à une analyse complète. Tout d'abord, l'éthanol contribue à la fabrication d'essences sans plomb, dont l'objectif est précisément de diminuer la pollution de l'air. Ensuite, l'éthanol est un remonteur d'octane comparable à ses concurrents sur le plan des rejets de combustion.

A. — L'étude de l'Agence pour la qualité de l'air

Une étude réalisée en juillet 1985 par l'Agence pour la qualité de l'air (1) conforte cette affirmation.

Le tableau 1 propose une évaluation des émissions d'un parc automobile pour sept carburants :

A SUPER CARBURANT
B M3 TBA 2
C M3 ABE 2
D E5 TBA 2
E E5 ABE 2
F T.B.A.
G M.T.B.E.

Dans l'état actuel des connaissances scientifiques, trois rejets doivent faire l'objet d'une analyse spécifique :

- Le formaldéhyde, soupçonné d'être cancérogène, même si cette action n'est pas encore prouvée pour l'homme,
- l'acroléine
- l'ensemble des aldéhydes primaires ou secondaires.

(1) Impact sur l'environnement de l'addition de produits oxygénés dans les supercarburants - Juillet 1985 - Agence pour la qualité de l'air

On peut regretter, compte tenu de la réglementation française en vigueur, que des essais n'aient pas été effectués en E 5 ou E 7 ainsi que sur des carburants pétroliers raffinés en 85-95, qui sont potentiellement générateurs d'autres agents polluants (aromatiques).

Ce tableau, compte tenu des réserves méthodologiques exposées dans le protocole de l'étude, indique clairement que **l'éthanol est un carburant tout à fait comparable à ses concurrents**, si l'on considère, par exemple, le mélange D (E5 TBA 2) qu'autorise la réglementation française actuelle. Ces résultats sont d'ailleurs confirmés si l'on mesure les teneurs dans l'environnement.

TABLEAU 1 (Cycle ECE chaud)
ÉVALUATION DES ÉMISSIONS DU PARC AUTOMOBILE POUR LES SEPT CARBURANTS TESTÉS

POLLUANT	CARBURANT	A	B	C	D	E	F	G
<i>— Polluants réglementés en g/essai :</i>								
• CO		58,7	53,4	54,2	49,9	51,8	53,6	52,6
• HC		10,1	10,5	10,5	10,3	10,3	10,4	10,3
• NO _x		6,9	7,3	7	7	7	7	7,1
<i>— Composés carbonylés en mg/essai :</i>								
• Formaldéhyde		185,4	196,1	194,4	191,2	194	183,8	209,7
• Acétaldéhyde		36,4	38,2	37,6	74,7	77,9	36,3	37,7
• Acroléine		30,7	35,1	33,7	33,7	35,3	33,2	35,1
• Propionaldéhyde		8,3	8,2	8,3	8,5	8,8	8,2	8,3
• Crotonaldéhyde		11,2	11	11,4	11,5	11,7	11	11,6
• Benzaldéhyde		39,9	54,9	54,9	57	56,3	54,7	54,2
• Hexanaldéhyde		2,1	2,3	2,3	2,4	2,2	2,2	2,2
<i>— Alcools en mg/essai :</i>								
• Méthanol		2,6	10,3	9,4	2,8	3,2	2,9	3
• Ethanol		1,2	1,5	1,8	10,5	10,2	1,7	1,6
• Butanols		2,7	13,1	9,7	14,4	9	25,3	3,2
<i>— Acides en mg/essai :</i>								
• Acide formique		1,8	3,6	3,5	2	1,9	2,2	2,3
• Acide acétique		1,5	1,7	1,8	4,6	4,4	1,8	2,2

TABLEAU 2

SUBSTANCES	CARBURANTS	A	B	C	D	E	F	G	Valeurs maximales dans l'environnement
— Formaldéhyde		63,2	66,8	66,2	65,2	66,2	62,6	71,4	30
— Acétaldéhyde		12,4	13,0	12,8	25,4	26,6	12,4	12,8	—
— Acroléine		10,4	12,0	11,4	11,4	12,0	11,4	12,0	2,5
— Propionaldéhyde		2,8	2,8	2,8	2,8	3,0	2,8	2,8	—
— Crotonaldéhyde		3,8	3,8	3,8	4,0	4,0	3,8	4,0	—
— Benzaldéhyde		13,6	18,8	18,8	19,4	19,2	18,6	18,4	—
— Hexanaldéhyde		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	—
— Méthanol		0,8	3,6	3,2	1,0	1,2	1,0	1,0	13 000
— Ethanol		0,4	0,6	0,6	3,8	3,4	0,6	0,6	95 000
— Butanols		1,0	4,4	3,4	5,0	3,0	8,6	1,0	Butanols n : 1 500
— Acide formique		0,6	1,2	1,2	0,6	0,6	0,8	0,8	90
— Acide acétique		0,6	0,6	0,6	1,6	1,6	0,6	0,8	250

TENEURS DANS L'ENVIRONNEMENT EN $\mu\text{G}/\text{M}^3$ CALCULÉES A PARTIR DU PERCENTILE 90 DES MOYENNES HORAIRES DE CO (20 MG/M^3)

Afin de permettre une parfaite information, les conclusions de l'Agence pour la qualité de l'air sont reproduites in extenso ci-dessous.

1. — Valeurs à l'émission des véhicules :

On constate que l'addition de produits oxygénés entraîne une réduction des émissions de monoxyde de carbone (jusqu'à 19 % avec du E5 TBA 2) et une légère augmentation des émissions d'hydrocarbures imbrûlés et d'oxydes d'azote (jusqu'à 7 %).

L'utilisation de carburants contenant de l'éthanol (E5 TBA 2 et E5 ABE 2) entraîne une augmentation importante (jusqu'à un facteur dix) des émissions d'éthanol et, à un degré moindre, d'acide acétique. On note également des augmentations importantes de méthanol et, à un degré moindre, d'acide formique lorsque le carburant contient du méthanol (M3 TBA 2 et M3 ABE 2). Le TBA 7 donne lieu à une multiplication par dix environ des émissions de tertibutanol.

Les émissions d'aldéhydes sont également en augmentation. Les plus fortes sont celles de l'acétaldéhyde (100 % avec du E5 TBA 2 et du E5 ABE 2).

2. — *Teneurs dans l'environnement :*

Pour estimer les concentrations dans l'environnement à partir des valeurs mesurées à l'émission, l'hypothèse de travail utilisée a consisté à assimiler le comportement atmosphérique des polluants à celui du monoxyde de carbone ; ceci a conduit à appliquer à tout polluant le coefficient de proportionnalité expérimentalement mesuré entre concentration en CO à l'émission et concentration moyenne en CO dans l'atmosphère urbaine.

a) Teneur en acides et alcools :

Malgré les augmentations d'émissions, **les teneurs en alcools et en acides dans l'environnement restent très loin des valeurs limites moyennes et maximales.**

En revanche, toute oxydation du formaldéhyde ou de l'acétaldéhyde pourrait conduire à une augmentation très importante des teneurs en acide formique ou en acide acétique dans l'environnement.

Mais, des teneurs importantes en acide formique ne pourraient être atteintes que dans l'hypothèse d'une transformation totale du formaldéhyde, qui, scientifiquement, apparaît peu fondée.

b) Teneur en aldéhydes :

Les hypothèses ne tiennent pas compte des différences importantes de transformations physico-chimiques que peuvent subir les aldéhydes, par rapport au monoxyde de carbone, mais elles ont été retenues, même pour ces polluants, à défaut de meilleurs moyens de calcul.

Dans ces conditions, déjà avec le supercarburant de référence, les résultats du calcul laissent apparaître des teneurs dans l'environnement :

- sensiblement égales à la valeur limite moyenne et supérieures à la valeur maximale, pour le formaldéhyde,
- supérieures dans les deux cas, pour l'acroléine.

Dans le cas des carburols, le même calcul laisse entrevoir des teneurs dans l'environnement légèrement supérieures aux niveaux actuels (jusqu'à 13 % pour le formaldéhyde, jusqu'à 15 % pour l'acroléine).

Les concentrations calculées pour les autres aldéhydes restent très en deçà des valeurs limites.

Malgré le fait que les calculs n'aient pris en compte que les émissions d'origine automobile, sans tenir compte des autres émissions en combustions domestique et industrielle, les quelques rares mesures d'aldéhydes effectuées dans l'environnement, à Paris, parviennent aux mêmes ordres de grandeur que nos calculs.

3 — Propositions :

Selon les hypothèses retenues dans cette étude, **seules les teneurs en formaldéhyde et en acroléine dans l'environnement mériteraient des investigations complémentaires**. Il apparaît donc indispensable de suivre l'ensemble des publications sur le sujet, notamment afin de savoir si les hypothèses retenues pour nos évaluations sont confirmées.

Indépendamment de l'option prise en ce qui concerne l'introduction des produits oxygénés dans les carburants, une appréciation objective des problèmes posés par les aldéhydes rend souhaitables les actions suivantes :

- multiplication des mesures d'aldéhydes dans l'environnement,
- évaluation de l'impact sanitaire de ces polluants sur la population,
- et le cas échéant, validation des modèles d'évaluation des teneurs en aldéhydes dans l'atmosphère à partir des émissions. »

B. — Les conclusions de l'Association Française des Ingénieurs et Techniciens de l'Environnement (A.F.I.T.E.)

La journée, organisée le 27 mai 1986 par l'A.F.I.T.E. sur le thème « les carburants oxygénés feront-ils courir de nouveaux risques de pollution », a permis de répondre plutôt par la négative. Pour les taux considérés dans le cadre de la directive européenne, il n'y a pas de risques importants, même si des études complémentaires sont susceptibles de déboucher sur une meilleure compréhension des phénomènes observés. En tout état de cause, comme le mentionne l'intervention d'un représentant de l'I.F.P., M. Degobert, les **catalyseurs** trois voies sont efficaces non seulement vis-à-vis des polluants classiques mais également vis-à-vis des polluants non réglementés (alcools imbrûlés, aldéhydes).

II. — LES AUTRES GRIEFS

Inspiré, semble-t-il, par les documents publiés par certaines compagnies pétrolières, le rapport LINKOHR (1) fournit une description excessive et parfois contradictoire des effets de la production industrielle d'éthanol sur l'environnement. Le point n° 3 du rapport « compatibilité avec l'environnement » se conclut en effet par les deux phrases suivantes :

« A vrai dire, les difficultés écologiques dépeintes ne sont pas fondamentales. Si l'on agit judicieusement, le problème de l'environnement pourrait trouver une solution ».

(1)Parlement européen. Avant-projet de rapport. Commission de l'énergie, de la recherche et de la technologie. P.L. 103.299 rév.

Le lecteur est enfin rassuré, car les passages précédant cette conclusion dressaient de sombres perspectives :

« La tendance à la monoculture aurait des effets négatifs. En effet, des zones d'exploitation en monoculture peuvent être incorporées très rapidement dans des programmes d'exploitation de la biomasse à des fins énergétiques. Toutefois, si monoculture signifie non seulement une meilleure exploitation de la productivité des systèmes écologiques, elle conduit aussi à une accélération de leur épuisement. La variété des espèces est menacée. Certains animaux et plantes qui peuvent bénéficier des modifications d'origine anthropique apportées à la nature se multiplient, se spécialisent alors que meurent d'autres espèces tributaires de facteurs écologiques spécifiques. L'équilibre entre espèces est, dès lors, compromis.

« Un autre effet négatif peut également être induit si des sols sensibles et peu utilisés jusqu'à présent sont soumis à une exploitation d'ordre énergétique. La surexploitation ne permet pas d'atteindre le niveau minimum essentiel de rentabilité des sols. Les structures physiques des sols peuvent également être altérées. Dans certains cas, l'érosion peut s'accélérer ».

Il ne semble pas utile de démontrer, point par point, le caractère excessif de tels propos, qui ont pourtant cours dans les milieux hostiles à l'éthanol. Une seule question peut être posée : l'environnement sera-t-il mieux protégé si des dizaines de milliers d'hectares reviennent à l'état de friches ou de landes ? Ou encore, sous une forme légèrement différente : la culture de blé ou de betteraves pour la fabrication d'éthanol permettrait-elle de distinguer les soles destinées à cet usage de celles consacrées aux usages traditionnels ? Rappelons en effet que la filière éthanol doit être conçue pour faire face aux progrès de la productivité du monde agricole en maintenant des superficies en exploitation, sans qu'il puisse être envisagé raisonnablement de nouveaux emblavements à moyen terme.

Le professeur LINKOHR pourrait conduire ses lecteurs à confondre la Beauce avec le Nord-Est brésilien où, effectivement, des problèmes d'environnement se posent avec une acuité certaine. Mais les deux expériences sont radicalement différentes. Le seul problème qui pourrait éventuellement se poser est celui du traitement des effluents des distilleries, qui est cependant largement résolu dès qu'il y a valorisation des coproduits.

CHAPITRE 2

LE FONCTIONNEMENT DES MOTEURS

Des millions de véhicules roulent actuellement dans le monde entier avec un carburant incorporant des fractions variables d'éthanol. Ces pays sont aussi divers que le Brésil, la Suède ou les États-Unis, tant au plan climatique qu'au plan des performances technologiques d'ensemble. Aucune contre-indication n'a été signalée pour des mélanges pouvant atteindre 20 % que ce soit en moteur réglé riche (États-Unis) ou en moteur réglé pauvre (Suède). Cette constatation de simple bon sens suffit à relativiser les critiques nombreuses émises à l'encontre de l'éthanol en mélange à moins de 10 %.

I. — LES PERFORMANCES INTRINSÈQUES DU BIOÉTHANOL

Le point de vue de l'industrie automobile sur l'additivation d'éthanol dans l'essence a fait l'objet d'un exposé devant le groupe de travail éthanol de M. Marc BEHAGHEL, représentant la chambre syndicale des constructeurs d'automobiles. Cet exposé, nécessairement très prudent, nous semble démontrer l'absence d'inconvénient majeur à l'utilisation d'éthanol. Les problèmes principaux semblent liés au fonctionnement à froid, mais on soulignera toutefois que les voitures françaises roulant en Suède, pays dont on ne saurait ignorer la climatologie, n'ont connu aucune difficulté avec un mélange E4 sans cosolvant. Selon M. Behaghel, les points suivants doivent être mentionnés :

A. — Fonctionnement du moteur

• A chaud :

On introduit dans le moteur un mélange d'air et d'essence. Le dosage est essentiel. Il est mesuré par la richesse, rapport entre les masses d'air et de carburant. Si la quantité d'air est juste suffisante pour assurer la combustion de l'essence, la richesse est de 1 ; s'il y a davantage d'essence, le mélange est « riche » ; s'il y a davantage d'air, le mélange est « pauvre ».

Les véhicules actuels fonctionnent en mélange pauvre, gage d'une consommation réduite, et les moteurs sont réalisés, et ce d'autant plus qu'ils sont plus récents, compte tenu des tolérances sur les carburants et des tolérances sur leur fabrication, pour se trouver juste au-dessus de la limite de fonctionnement en-deçà de laquelle apparaissent des défauts de marche, tels que notamment des à coup, inacceptables (1).

(1) La limite de fonctionnement évoquée pour le moteur chaud est un élément relativement subjectif, lié à l'appréciation de l'« agrément de conduite » (voir sur ce point le rapport MOLLE).

Or l'adjonction d'alcool se traduit par un appauvrissement du mélange, ce qui a le même effet sur le moteur qu'une augmentation de la tolérance sur le carburant et fait que, pour un certain nombre de véhicules, on risque de franchir la limite de bon fonctionnement.

Ce risque est d'autant plus élevé que le taux d'éthanol est plus élevé. **Jusqu'à 5 %, teneur prévue par les réglementations française et communautaire, on peut penser que le taux d'incidents demeurera acceptable.**

A noter que, aux États-Unis, les moteurs anciens étaient réglés très riche et que les moteurs actuels comportent une régulation de richesse imposée par le convertisseur catalytique trifonctionnel : ils sont de ce fait moins sensibles à une additivation d'éthanol plus importante.

• **Départ à chaud :**

L'adjonction d'éthanol entraîne un relèvement de la Tension de Vapeur Reid (T.V.R.) du carburant, avec les inconvénients en résultant : pertes accrues par évaporation, tampons de vapeur, démarrage à chaud difficile.

Il existe à l'heure actuelle des spécifications en matière de T.V.R. (ces spécifications ont d'ailleurs donné lieu ces dernières années à des discussions entre les industries automobile et pétrolière, cette dernière souhaitant pouvoir augmenter la proportion de butane, qui a également un effet de relèvement de la T.V.R.). L'industrie automobile estime ne pouvoir accepter une modification, dans le sens d'un relèvement, de la T.V.R.

Dans la mesure où les spécifications administratives actuelles sont respectées, il ne devrait en principe pas y avoir de problème sur ce plan.

• **Fonctionnement à froid :**

Même en maintenant la T.V.R. d'un carburant essence + éthanol à l'intérieur des spécifications réglementaires, la chaleur latente de vaporisation de l'éthanol, beaucoup plus élevée que celle de l'essence, rend plus difficile la vaporisation du mélange tant que le collecteur est froid. Les problèmes de fonctionnement à froid qui en résultent, s'ajoutent aux effets négatifs dus à l'appauvrissement du mélange.

Ces difficultés sont d'autant plus aiguës que le taux d'éthanol est plus élevé. **Il n'y a cependant pas en principe de problème jusqu'à 5 %.**

A noter que au Brésil, où on utilise de l'éthanol pur, il est nécessaire pour le démarrage d'avoir un réservoir spécial d'essence.

B. — Démixion

Il s'agit d'un problème important. Si dans un carburant il y a quelques parties pour mille d'eau et si on ajoute de l'alcool, il y a séparation en deux phases, l'une composée d'alcool et d'eau, qui se trouve au fond, l'autre constituée par l'essence, qui est au-dessus.

Le phénomène se produit pour les teneurs en eau d'autant plus faibles que la température est plus basse. S'il y a démixion, le moteur est alimenté non plus avec un mélange d'essence et d'alcool, mais avec de l'eau plus de l'alcool puisqu'on aspire dans le fond du réservoir. Ce qui ne permet pas au moteur de fonctionner.

Or, d'autre part, il y a souvent un peu d'eau dans les cuves et de l'eau « atmosphérique » peut être absorbée par l'alcool, fortement hygroscopique.

A noter que l'on pourra trouver dans un réservoir de voiture toutes les teneurs en alcool comprises entre 0 et le maximum autorisé, puisque certaines pompes pourront délivrer de l'essence pure, d'autre un mélange d'essence + alcool. Or, la démixion est encore plus accentuée pour les faibles teneurs en alcool.

Il faut donc impérativement éviter cette démixion : c'est le rôle des « cosolvants », tels que le TBA et le M.T.B.E., qui sont indispensables. (1)

A noter aussi que les cosolvants sont eux-mêmes des composés oxygénés, qui concourent à l'appauvrissement du mélange, comme l'éthanol lui-même, avec les inconvénients indiqués plus haut.

La démixion entraîne également des risques de corrosion s'il y a, par exemple, au niveau du carburateur, présence d'une phase d'alcool + eau.

C. — Compatibilité des matériaux

Un certain nombre de matériaux synthétiques sont susceptibles d'être attaqués par les composés oxygénés : joints de bouchons de réservoir, goulotte de remplissage, jauge de carburant, conduits souples faisant partie de la canalisation entre réservoir et carburateur, membrane de pompe à essence, flotteur de carburateur. A cette liste, on peut aussi ajouter les peintures.

(1) Cette affirmation, incontestable pour le méthanol, l'est beaucoup moins pour l'éthanol (expérience suédoise), selon le groupe de travail.

Il est possible de remédier à ce problème, mais bien entendu pas au niveau des véhicules du parc. Pour les véhicules de conception récente, cet aspect a été pris en considération, les constructeurs imposant, dans leurs cahiers des charges concernant les divers éléments ci-dessus, des essais de résistance aux composés oxygénés aux teneurs prévues par les textes existants.

Cet aspect implique donc lui aussi une limitation de la teneur en éthanol. **Au taux de 5 % on peut penser que les incidents seraient peu nombreux.**

D. — Pollution

On peut dire que l'adjonction d'éthanol n'apporte pas de modification notable dans les émissions de polluants classiques CO, HC et NOx (1).

On peut cependant noter qu'il en résulte une augmentation sensible des émissions d'aldéhydes.

En conclusion, il importe que les additions d'éthanol demeurent dans des limites qui soient acceptables par les voitures, lesquelles doivent pouvoir fonctionner dans des conditions satisfaisantes et sans incident, qu'elles soient alimentées en carburant comportant ou non de l'éthanol. **Le taux de 5 % on l'a vu, répond en principe, à cette exigence.** Dans l'hypothèse où l'on voudrait aller au-delà — mais il faudrait sans doute alors que le coût de l'éthanol soit plus attractif — il ne s'agirait plus non plus des mêmes voitures. En tout état de cause, il importe de maintenir en Europe des carburants ayant des caractéristiques semblables, d'une part pour assurer une circulation internationale sans problème. Les décisions prises cette année à cet égard au niveau communautaire vont dans le bon sens, tant en ce qui concerne la directive sur la teneur en plomb que celle, toute récente, sur les composés oxygénés.

(1) Cette affirmation semble discutable, car les émissions de monoxyde de carbone semblent sensiblement inférieures.

II. — LE BIOÉTHANOL COMPARÉ AUX AUTRES COMPOSANTS OXYGÉNÉS

Le rapport JACQUOT (1) a établi un tableau comparatif éclairant, sur les caractéristiques techniques comparées des remonteurs d'octane, même si certaines de ses conclusions peuvent être discutées.

Principales caractéristiques techniques de l'éthanol et de ses trois principaux concurrents

(+ + = très positif ; -- = très négatif)

	Méthanol	Éthanol	TBA	MTBE
Disponibilité	+ +	+	(+)	(+)
Releveur de l'indice d'octane (MON)	+	+	+ +	+ +
Aptitude à la combustion	+ +	+ +	+	(+)
Pouvoir calorifique	--	-	+	+ +
Difficultés de démarrage à froid (chaleur de vaporisation élevée)	--	-	-	+ +
Démixion en présence d'eau	--	-	+	+ +
Corrosion	--	(+)	+ +	+ +
Toxicité	--	+ +	+ +	+ +
Source renouvelable	--	+ +	--	--
Débouchés pour les sous-produits	--	+ +	--	--

Le M.T.B.E. (méthyl-tertio-butyl-éther) présente toutes les qualités souhaitables pour un remuteur d'octane, mais il a contre lui son origine fossile : la matière première doit donc être importée. Le TBA présente le même défaut, tout en étant techniquement moins apte à remonter l'indice d'octane. Le méthanol, d'origine fossile lui aussi mais qui est déjà produit sur le territoire de la Communauté, présente plusieurs handicaps par rapport à ses concurrents, dont l'éthanol. malgré son prix très bas, il ne peut pas être utilisé seul et nécessite l'adjonction d'un co-solvant.

En effet, on considère généralement qu'un carburant doit être stable à -15°C en présence, en masse, de 1 000 p.p.m. d'eau. Or cette stabilité n'est pas assurée pour les mélanges à base de méthanol, au contraire de l'éthanol. Toutefois, la teneur en aromatiques des carburants devrait augmenter, ce qui conduit à des mélanges plus stables. On peut dire que des mélanges contenant, en volume, 3 % de méthanol et 3 % d'éthanol seront alors admissibles. L'éthanol pourrait alors jouer le rôle de co-solvant du méthanol, ce qui constituerait un débouché très intéressant.

En conclusion, on peut donc souligner que la généralisation à court terme du mélange E5 ou, à plus long terme, du mélange M3 E3, ne se traduit par aucune conséquence défavorable sur le fonctionnement des moteurs. S'il ne peut être comparé au MTBE ou au T.B.A., l'éthanol est un remuteur d'octane techniquement plus satisfaisant que le méthanol.

(1) Groupe de travail n° 2 bio éthanol - 22 Mai 1985 commission des Communautés européennes

CHAPITRE 3

LA MAITRISE DES PROCESSUS DE PRODUCTION

I. — LA TECHNOLOGIE DE FABRICATION DU BIOÉTHANOL

A. — Les principes

Le principe de base est celui de la **conversion de sucres** (C 6 fermentescibles) **en éthanol par fermentation anaérobie**, catalysée par certains enzymes. Le processus dégage des quantités importantes de gaz carbonique et de chaleur. Le rendement est d'environ 50 kg d'éthanol pour 100 kg de sucre en fonction de la nature de ce sucre (glucose, saccharose). Dans le cas des céréales, on peut distinguer deux filières principales : la voie sèche (l'ensemble du grain est moulu et subit la fermentation) et la voie humide (les composants non fermentescibles sont préalablement séparés).

La production d'éthanol génère en outre un certain nombre de coproduits :

- **Les vinasses**, dans le cas des plantes sucrières, composées principalement des matières minérales et organiques de la matière première qui ont été mises en solution dans le jus sucré et qui n'ont pas fermenté ; elles contiennent de plus les levures non recyclées. Les vinasses sont utilisées pour la production d'énergie soit par combustion directe après concentration, soit par combustion de biogaz produit à partir de leur fermentation. A l'état concentré, elles peuvent également trouver un débouché dans l'alimentation animale.

- **Le DDGS (dried distiller grain and solubles)**, dans le cas des céréales traitées par voie sèche, a une origine semblable à celle des vinasses. Cependant, l'amidon fermentescible ne représente que 60 % en masse environ de la matière première. Les matières organiques non fermentescibles (protéines notamment) représentent donc une part beaucoup plus importante que dans le cas des plantes sucrières et se retrouvent après extraction de l'alcool dans le DDGS. Le DDGS est utilisé en nutrition animale, qui représente un marché important.

La dernière étape du processus réside dans la séparation de l'éthanol et des coproduits par voie de distillation. Cette distillation comprend deux étapes :

- **distillation usuelle** jusqu'à une concentration en éthanol de 96 % en masse, voisine de l'azéotrope ; pour les installations modernes équipées de système à recompression mécanique de vapeurs, la consommation énergétique varie entre 0,054 et 0,095 t.e.p. par tonne d'éthanol ;
- **distillation azéotropique**, qui conduit à l'éthanol anhydre, en présence de benzène en général comme solvant d'entraînement ; elle s'effectue toujours avec recompression mécanique de vapeurs, la consommation est au moins de 0,06 t.e.p. par tonne d'éthanol.

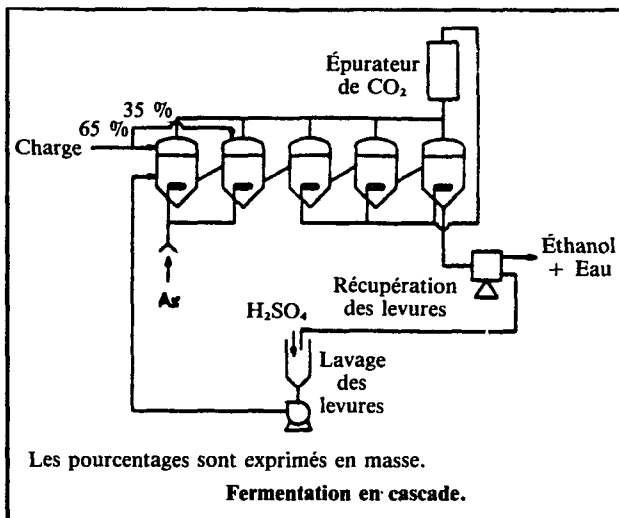
La consommation énergétique totale de la distillation est donc comprise entre 0,115 et 0,155 t.e.p. par tonne d'éthanol, soit environ 20 % du contenu énergétique de l'alcool. Ceci ne représente cependant que le tiers environ de la consommation énergétique des anciens procédés, trop souvent encore pris en compte dans certains bilans énergétiques.

B. — Les procédés industriels

Dans son rapport précité, Jean-François MOLLE décrit les deux procédés les plus performants de fermentation en continu.

1. — Les fermenteurs en cascade

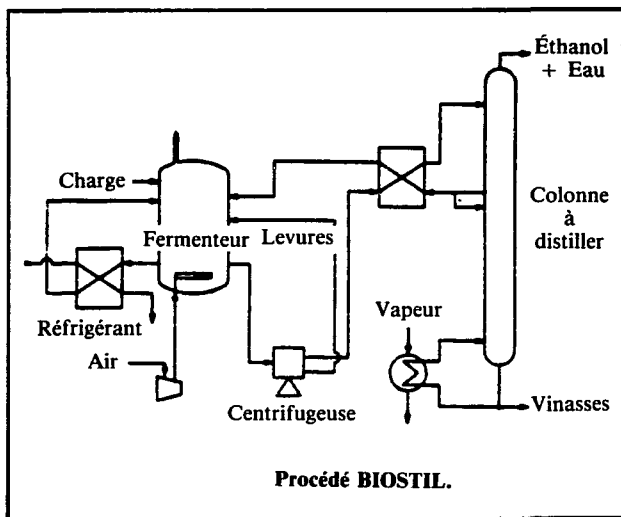
Il s'agit d'un système simple (Speichim, Vogelbusch) qui peut opérer aussi bien à partir des substrats concentrés en sucre (mélasses) que des substrats plus dilués (glucose produit par l'hydrolyse du maïs ou du blé).



2. — Le procédé Biostil

C'est un procédé conçu pour la fermentation de charges concentrées. La société Alfa Laval a construit une unité de démonstration à Skaraborg, en Suède, pour montrer la faisabilité du procédé sur des jus plus dilués en provenance de l'hydrolyse de l'amidon de blé. Une des caractéristiques principales du procédé est un recyclage important des vinasses qui autorise le maintien d'une concentration faible (4,5 % en masse) d'éthanol dans le fermenteur sans ajout important d'eau.

Une conséquence intéressante est que les vinasses finalement produites sont sensiblement plus concentrées (24 % en masse de matières sèches après séparation de l'alcool) que dans le procédé en cascade (16 % en masse), ce qui simplifie leur traitement ultérieur.



II. — LA PRODUCTION DE BIOÉTHANOL

La production d'éthanol est déjà une réalité, depuis de très nombreuses années en Europe, qu'il s'agisse d'alcool de synthèse ou d'alcool d'origine agricole. Cet alcool est utilisé dans de très nombreux domaines : alcool de bouche, parfumerie, vinaigrerie, industrie pharmaceutique. La production communautaire d'alcool éthylique d'origine agricole est d'environ 9,5 millions d'hectolitres, dont plus de la moitié en France. En 1983, la production française s'établissait de la manière suivante (en milliers d'hectolitres) :

— mélasse	847
— betteraves	1 643
— vinique	2 181
— fruits	114
— canne à sucre	267
— divers	16
— libères	601
— Total	5 669

On ne saurait oublier en outre que de nombreux pays européens continuent à distiller des céréales (principalement le Royaume-Uni, mais aussi tous les autres pays à l'exception de l'Italie). Par ailleurs, la France a connu des périodes de forte production d'alcool de céréales, comme le rappelle **Simon TOURLIÈRE (1)**. L'arrêt quasi total de la production résulte, en 1935, de la création du monopole qui, établissant une hiérarchie des prix d'achat par l'État à partir de l'alcool de betteraves, affectait à celui de céréales un coefficient dissuasif de 0,54 à 0,60. Cependant, à la veille de la guerre, un décret du 16 juin 1938 avait ouvert un contingent de 700 000 hl d'alcool de blé rapporté par un décret du 21 avril 1939.

PRODUCTIONS MOYENNES D'ALCOOL DE CÉRÉALES EN FRANCE	
Années	Volume annuel alcool pur
1865/1870	84.000 HI
1870/1875	108.000 HI
1875/1880	220.000 HI
1880/1885	513.000 HI
1885/1890	749.000 HI
1890/1895	403.000 HI
1895/1900	572.000 HI
1900/1905	356.000 HI
1905/1910	424.000 HI
1910/1915	580.000 HI
1915/1920	357.000 HI
1920/1925	118.000 HI
1925/1930	25.000 HI
1930/1935	26.000 HI
1935/1940	22.000 HI
1940/1945	—

On doit enfin rappeler que le code général des impôts, de 1935 à 1953, faisait **obligation aux distributeurs de carburant d'incorporer de l'alcool dans les produits mis en vente**. L'article 378 (reprise d'alcool par les importateurs d'essence) disposait en effet :

(1) Union nationale des groupements de distillateurs d'alcool - I.A.A. - novembre 1985.

« Art. 378. — Les importateurs d'essences de pétrole et autres, pures ou en mélange, de benzols, benzines, toluènes, essences de houille pures ou en mélange destinés à être consommés en France sont tenus, pour obtenir des licences d'importation, d'acquiescer de l'État, chaque mois, une quantité d'alcool éthylique, comptée en alcool pur, correspondant à un pourcentage minimal, déterminé ainsi qu'il est indiqué ci-dessous, des quantités par eux dédouanées dans le mois précédent.

« L'alcool ainsi cédé doit être exclusivement destiné à la force motrice. »

III. — LES GISEMENTS DE PRODUCTIVITÉ

M. Bernard GODON, Directeur de recherches à l'I.N.R.A., a exposé devant le groupe de travail, le 21 novembre 1985, la contribution que pourrait apporter l'I.N.R.A. à l'amélioration des processus de fabrication de l'éthanol. De par ses missions et les compétences de ses chercheurs, l'I.N.R.A. a, en effet, la possibilité d'intervenir à trois niveaux pour améliorer la filière éthanol et donc influencer favorablement sur son coût de production.

Ce sont :

- la sélection et la production végétales,
- la technologie des procédés de production,
- la valorisation des coproduits.

Mais ces divers points sont à des stades différents d'avancement :

- des études sur la technologie ont été menées depuis plusieurs années et certaines ont déjà vu un début de développement industriel ;
- les travaux sur la valorisation des coproduits ont débuté récemment ;
- une réflexion est menée actuellement au niveau de la sélection et de la production végétales. Dans ce domaine, les programmes de recherches sont longs et coûteux. Pour développer de nouveaux travaux, des réorientations de programmes existants sont nécessaires.

A. — La sélection et la production végétale

Comme les variétés actuelles de betterave et de blé n'ont pas été sélectionnées pour cette production, il est possible de les améliorer.

Les betteraves pour la distillerie pourraient avoir une teneur en sucre un peu plus faible et, surtout, une pureté des jus inférieure à celle des betteraves à sucre. Pour rendre la production d'alcool optimale, c'est sans doute au niveau des teneurs en sucre de 14 à 16 % au lieu de 16 à 18 % qu'il faudrait se placer. Ces teneurs, susceptibles de fournir des jus plus facilement fermentescibles, auraient le plus de chances de concilier un rendement en sucre par hectare supérieur à celui des variétés actuelles et un poids de racines acceptable. Cependant, cette preuve n'a été apportée nulle part jusqu'à présent puisque les anciennes variétés de distillerie n'existent plus et qu'elles seraient à recréer à partir du matériel végétal existant.

Pour le blé, il faut diminuer le prix de revient de la matière en orientant la sélection vers la recherche de meilleurs rendements au moindre coût. On pourrait rechercher un type de blé facile à reconnaître (grains colorés ou différents) à forte production d'amidon, plus facilement hydrolysable. Mais, si l'on envisage le développement de la filière éthanol par la voie humide avec séparation du gluten, il faudra utiliser des blés possédant des protéines de qualité, du type des blés actuels, encore améliorés pour mieux répondre aux besoins des utilisateurs de gluten.

La pomme de terre et les topinambours sont deux plantes dont l'intérêt pour la production d'éthanol serait aussi à considérer mais la sélection de variétés adaptées sera plus longue que pour les espèces précédentes.

B. — La technologie

Les études ont pour but :

- soit d'améliorer les procédés,
- soit de réduire ou de supprimer des traitements coûteux.

Tels sont :

1. — *La préparation de la matière première*, car les grains doivent être divisés en fines particules pour permettre l'accessibilité de l'amidon aux agents saccharifiants et aux levures. La taille optimale est à rechercher en fonction des traitements ultérieurs pour avoir le meilleur rendement d'alcool au coût le plus faible.

2. — *La fermentation peut être améliorée.*

La sélection de souches de levures floculantes spontanément peut laisser espérer la suppression de la centrifugation pour séparer les levures du jus fermenté. Cette séparation est dès maintenant réalisée industriellement dans le cas de la fermentation des mélasses. Des études sont en cours pour les milieux amylicés ayant pour origine les grains.

La recherche de souches capables de fermenter directement des substrats comme l'amidon, l'inuline, le cellobiose, doit fournir un moyen de supprimer, au moins en partie, l'étape actuellement nécessaire de la saccharification. L'amélioration génétique de telles souches est en cours. Des essais sont effectués avec des amidons industriels dans des conditions pratiques.

3. — *La séparation de l'éthanol et de l'eau*

L'une des opérations les plus coûteuses du procédé de fermentation est la distillation. Il serait intéressant de remplacer cette technique par la séparation continue sur membrane. Elle peut permettre aussi la déshydratation poussée de l'alcool. Des mises au point de membranes permettant cette séparation de l'eau et de l'éthanol sont réalisées actuellement par des équipes de l'I.R.C.H.A. à Nancy, de l'I.N.S.A. à Toulouse. L'I.N.R.A. peut aussi apporter son savoir faire sur l'ultrafiltration.

C. — **La valorisation des coproduits**

L'I.N.R.A. a déjà participé à des évaluations de la valeur alimentaire des drêches en liaison avec des milieux professionnels. Cette valeur dépend largement de la manière première (blé entier, farine, amidon impur) et des procédés technologiques.

Mais on doit chercher à mieux valoriser tous les coproduits que l'on peut séparer au long de la filière car le bilan global dépend de la valorisation de chacun d'eux.

Certains peuvent être séparés avant la fermentation. Ainsi, certaines fractions de gluten et d'amidon se séparent de façon relativement aisée alors que le travail est beaucoup plus long et coûteux si l'on veut épuiser complètement la matière première. D'autre part, au lieu d'utiliser le gluten natif, dont le marché est limité, il faut chercher à le modifier de diverses façons de manière à obtenir toute une gamme de produits dont certains auront des propriétés fonctionnelles spécifiques correspondant à des utilisations très valorisantes.

Même l'utilisation des drêches peut être améliorée, car au lieu des les utiliser telles qu'elles sortent de la distillation après séchage, dans lesquelles les protéines sont pénalisées par la présence des composés cellulosiques et inversement, il peut être préférable de séparer les constituants et de rechercher des propriétés spécifiques au moins pour certaines de ces fonctions, entraînant une valeur ajoutée notable. Des travaux américains nous en montrent les possibilités.

Selon M. Bernard GODON, l'addition des gains de coût obtenus à chaque étape peut devenir vraiment significative sur la totalité de l'opération.

CHAPITRE 4

LE BILAN ÉNERGÉTIQUE DE LA PRODUCTION DE BIOÉTHANOL

Le problème posé est apparemment simple : la fabrication de l'éthanol consomme-t-elle autant d'énergie qu'elle en produit ? Soit, en d'autres termes : le rapport entre l'énergie consommée pour la production d'éthanol et l'énergie qu'il contient est-il supérieur à l'unité ? Le premier de ces termes comprend à l'évidence une multitude de facteurs, qui vont de l'énergie utilisée pour fabriquer les engrais nécessaires à la production de céréales ou de betteraves à celle utilisée dans les tracteurs, et pour le transport des marchandises, en finissant par l'énergie consommée dans les installations de transformation des produits agricoles en éthanol. Le second terme englobe l'éthanol proprement dit, mais aussi les coproduits fatals.

Si le problème est apparemment simple, on doit constater que les réponses apportées sont largement divergentes, selon les sources disponibles. **D'une manière générale, et cela ne saurait surprendre, les partisans de la filière éthanol mettent en avant un bilan positif alors que ses détracteurs démontrent, ou peu s'en faut, que la production d'éthanol coûte plus d'énergie qu'elle n'en apporte à la collectivité.**

I. — LES PRINCIPALES ESTIMATIONS DISPONIBLES

A. — L'analyse du Centre national du machinisme agricole du génie rural des eaux et des forêts (C.E.M.A.G.R.E.F.)

Pour Jean-François MOLLE, ingénieur au C.E.M.A.G.R.E.F., le calcul du bilan énergétique est une question controversée non pas en ce qui concerne les chiffres (c'est une filière agricole et industrielle bien connue) mais leur interprétation.

1°) Pour une unité énergétique produite sous forme d'éthanol les phases agricoles et industrielles ont consommé 0,6 à 0,9 unité d'énergie fossile sans tenir compte de l'énergie interne dans la paille dans le cas du blé, et selon la façon dont on prend en compte les sous produits.

Cette production annexe de protéines aurait nécessité par d'autres filières agricoles un investissement énergétique équivalent. Il est donc logique de ne pas affecter à la production d'éthanol le coût énergétique de cette coproduction.

Le chiffre raisonnable est donc 0,6 unité investie pour une produite.

2°) Cependant, on peut remarquer qu'à 85 %, l'investissement énergétique n'est pas pétrolier (gaz naturel pour l'engrais, charbon pour l'acier et la phase industrielle, électricité nucléaire pour la phase industrielle), les 15 % restant représentant le carburant du tracteur. Il s'agit donc d'une conversion d'énergie sous forme non liquide en un carburant.

A partir des mêmes sources fossiles (gaz, charbon), il est donc plus logique de s'interroger sur le fait de savoir si la filière éthanol est plus ou moins performante que les autres filières de conversion en carburant de ces mêmes formes d'énergie, notamment que celle qui est la plus favorable, la production de méthanol. Le rendement de celle-ci varie de 0,5 à 0,6, c'est-à-dire que pour une unité énergétique produite, on investit 1,7 à 2 unités énergétiques sous forme de gaz ou de charbon, soit en fin de compte 3 fois plus que pour l'éthanol, (la différence est bien sûr en grande partie représentée par l'énergie solaire captée par la plante).

Le seuil fatidique pour celui-ci était donc deux unités investies pour une produite, et non une pour une. **La filière de production d'éthanol est donc beaucoup plus efficace que les autres filières de conversion en carburants à partir des énergies fossiles.**

B. — L'approche de l'E.N.I. (Ente nazionale idrocarburi)

L'approche de l'E.N.I., entreprise pétrolière italienne ouvertement hostile à la filière éthanol, fait apparaître un bilan très légèrement positif.

Bilan énergétique de la production d'éthanol à partir du blé tendre (en kcal/kg)

Consommation :

phase agricole : 2 645 ;

phase industrielle :

 utilisation d'énergie électrique et thermique : 3 350 ;

 utilisation d'énergie uniquement thermique : 2 569 ;

soit un total, pour la consommation, se situant dans une fourchette de 5 995 à 5 214.

Production : 6 400 ;

Économie énergétique : de 405 à 1 186, soit de 6 à 19 % d'économie.
(Source : Speichim et E.N.I.)

C. — Les calculs de l'A.F.B. (Association française de la biomasse)

Selon l'A.F.B., le bilan énergétique est favorable (9).

En phase agricole, en effet, la production de blé pour l'éthanol revient à 1,36 thermies par litre (soit 1 360 kcal/l) : la différence par rapport au chiffre, largement inférieur, présenté par l'E.N.I., s'explique par le fait que l'A.F.B. estime que les sous-produits destinés à l'alimentation animale, revendus, peuvent être défalqués des quantités de blé nécessaire à la production d'éthanol. La fabrication d'éthanol proprement dite consomme, quant à elle, 2,95 thermies par litre (2 950 kcal) selon l'A.F.B.

Au total, donc, tout le processus consommerait quelque 4,31 thermies par litre (4 310 kcal), un chiffre inférieur à celui défendu par l'E.N.I. En revanche, l'A.F.B. table sur une production d'énergie de 5,20 thermies par litre (5 200 kcal), un chiffre inférieur à celui de l'E.N.I.

Dans le cas de l'éthanol produit à partir de blé, les économies réalisées s'établissent donc à 17 %, un chiffre compatible avec l'estimation de l'E.N.I. Notons que l'A.F.B. a également calculé quel était le bilan énergétique de la production d'éthanol à partir de betteraves : sa production consommerait 2,68 thermies par litre (2 680 kcal) et en produirait 5,20 (5 200). Les économies s'établissent, dans ce cas, à 48 %.

Par comparaison, le bilan énergétique de la fabrication du méthanol serait défavorable puisque, selon l'A.F.B., elle consommerait deux fois plus d'énergie que le carburant n'en produirait.

Mais il s'agit là d'une estimation basée sur le pouvoir calorifique de l'éthanol, supposé inférieur à celui de l'essence.

Dans ce cas, le pouvoir calorifique de l'essence s'élevant à 7,60 thermies par litre (7 600 kcal), les économies d'énergie s'élèvent à 65 % dans le cas d'un éthanol produit à partir de betteraves et à 43 % dans le cas d'un éthanol produit à partir de blé.

D. — Le recensement du rapport Linkohr (10)

1. — Les études générales

L'éthanol a un pouvoir énergétique de 21,4 Mj/l. L'apport d'énergie nécessaire pour produire de l'éthanol par fermentation de céréales dépasse toutefois cette valeur comme le montre le tableau ci-après pour certains procédés.

Procédés	MJ/L		Éthanol			
	A	B	C	D	E	F
Combustion	8,5	0	8,0	0,7	—	—
Fermentation	0	0	0,06	0,6	—	—
Distillation	14,4	4,2	10,9	5,8	—	—
Dessiccation	11,7	1,4	10,9	8,1	—	—
Autres	6,4	4,2	0,09	0,09	—	—
Procédé	1,4	1,4	—	—	—	—
Total	36,4	11,2	30,0	14,8	6,3-9,5	8-10

Le tableau est extrait du Livre de Rexen et Munck (6). Les lettres A et F se rapportent à d'autres sources. Le très favorable procédé E y est également décrit de manière plus détaillée. Il s'agit d'une étude effectuée en 1984 par le Carlsberg Research Laboratory.

Le professeur Linkohr en tire les enseignements suivants :

« La distillation et la dessiccation consomment relativement beaucoup d'énergie ; les chiffres divergent fortement les uns par rapport aux autres, ce qui annonce une capacité de développement considérable.

« En outre, ces chiffres ne tiennent pas compte du fait que des protéines et du son sont dérivés comme produits secondaires et qu'ils peuvent être utilisés dans l'alimentation animale.

« Il n'est par conséquent pas étonnant que les opinions des experts sur le rendement énergétique divergent fortement les uns par rapport aux autres. La canne à sucre et le millet présentent visiblement les meilleures perspectives sur le plan du rendement énergétique, viennent ensuite la betterave sucrière et la fécule de racine de manioc (tapioca). Par contre, le maïs semble présenter peu d'attraits ».

2. — L'unité pilote d'Ochsenfurt

En République fédérale d'Allemagne, il existe à Ochsenfurt une unité pilote, se composant d'une distillerie ultra-moderne, dans laquelle de l'éthanol est produit à partir du sucre. La plus grande unité européenne de production de biogaz y est annexée grâce à laquelle la contamination organique des eaux résiduelles par des bactéries méthanogènes donne lieu à la production de biogaz.

Selon M. Linkohr, les expériences acquises jusqu'à présent par la fabrique de sucre de Franken/Ochsenfurt ont indiqué en outre un résultat intéressant en ce qui concerne le bilan énergétique comme le montre le tableau suivant, selon lequel le bilan énergétique est absolument positif et particulièrement favorable dans le cas des betteraves sucrières.

**BILAN ÉNERGÉTIQUE RELATIF A L'EXPLOITATION DE CULTURES
ÉNERGÉTIQUES ET PRODUCTION D'ÉTHANOL SANS TENIR COMPTE
DES PRODUITS SECONDAIRES**

	Betterave à sucre GJ/ha	Pomme de terre GJ/ha	Blé GJ/ha	Maïs en grains GJ/ha
Apport énergétique				
Exploitation	30	20	23	41
Production d'éthanol	33	20	17	28
Total	63	49	40	69
Rendement énergétique pour l'éthanol	150	60	51	84
Rendement énergétique/Apport	2,4 : 1	1,2 : 1	1,3 : 1	1,2 : 1

Les installations de la fabrique de sucre de La Franken GmbH de Ochsenfurt sont prévues pour une capacité journalière de 15 000 litres. Une deuxième unité de 35 000 litres/jour est actuellement construite par la « Deutsche Agrar-Alkohol-Versuchsanlagen GmbH » à Ahausen/Eversen. Elle devrait traiter les pommes de terre, le maïs et les céréales.

E. — Récapitulatif des études récentes

Source	Bilan énergétique	Remarques
E.N.I.	+ 6 à 19 %	Pas de valorisation des coproduits, P.C.I. inférieur à l'essence.
A.F.B.	+ 17 %	Blé, pouvoir calorifique inférieur à l'essence, valorisation coproduits.
	+ 48 %	Betterave, P.C.I. inférieur à l'essence, valorisation coproduits.
	+ 43 %	Blé, valorisation coproduits, mélange à 5 % soit P.C.I. équivalent.
	+ 65 %	Betterave, valorisation coproduits, mélange à 5 % soit P.C.I. équivalent.
Ochsenfurt	+ 140 %	Betterave, sans coproduit, P.C.I. inférieur à l'essence.
	+ 20 %	Pomme de terre
	+ 30 %	Blé.
	+ 20 %	Maïs en graines
Cemagref	+ 66 %	Valorisation coproduits.
Carlsberg Research Laboratory	+ 125 à 240 %	?

Ce tableau indique donc à l'évidence le caractère positif du bilan énergétique de la production d'éthanol et fait justice des jugements trop souvent prononcés à son encontre par des groupes industriels réticents vis-à-vis de la filière éthanol. Il permet en outre de détecter les principales causes de variation entre les estimations :

- Choix du substrat,
- taille de l'équipement de transformation,
- prise en compte de l'équivalent énergétique des coproduits,
- détermination du pouvoir calorifique de l'éthanol.

Dans le souci d'affiner son approche méthodologique, le groupe de travail a commandé une étude exhaustive aux experts de l'**A.G.P.B.** (Association générale des producteurs de blé) et de la **C.G.B.** (Confédération générale des planteurs de betteraves). Les principaux résultats peuvent faire l'objet du résumé suivant.

II. — L'ÉTUDE COMMANDÉE PAR LE GROUPE DE TRAVAIL ÉTHANOL DU SÉNAT

Le bilan énergétique de l'éthanol carburant a donné lieu, nous l'avons vu, à de nombreuses affirmations contradictoires. Aux différences de méthode dans la comptabilité énergétique s'ajoutent des divergences dans la définition même du problème à résoudre. Il est ainsi primordial de bien préciser la question qui sera traitée dans cette étude : l'incorporation au carburant de quelques pour-cent d'éthanol permet-elle à la collectivité de réaliser une économie d'énergie fossile ? Pour des raisons de clarté, seule la production d'éthanol de blé sera envisagée ici. La même démarche peut toutefois être appliquée à d'autres substrats tels que betteraves ou égoûts de sucrerie.

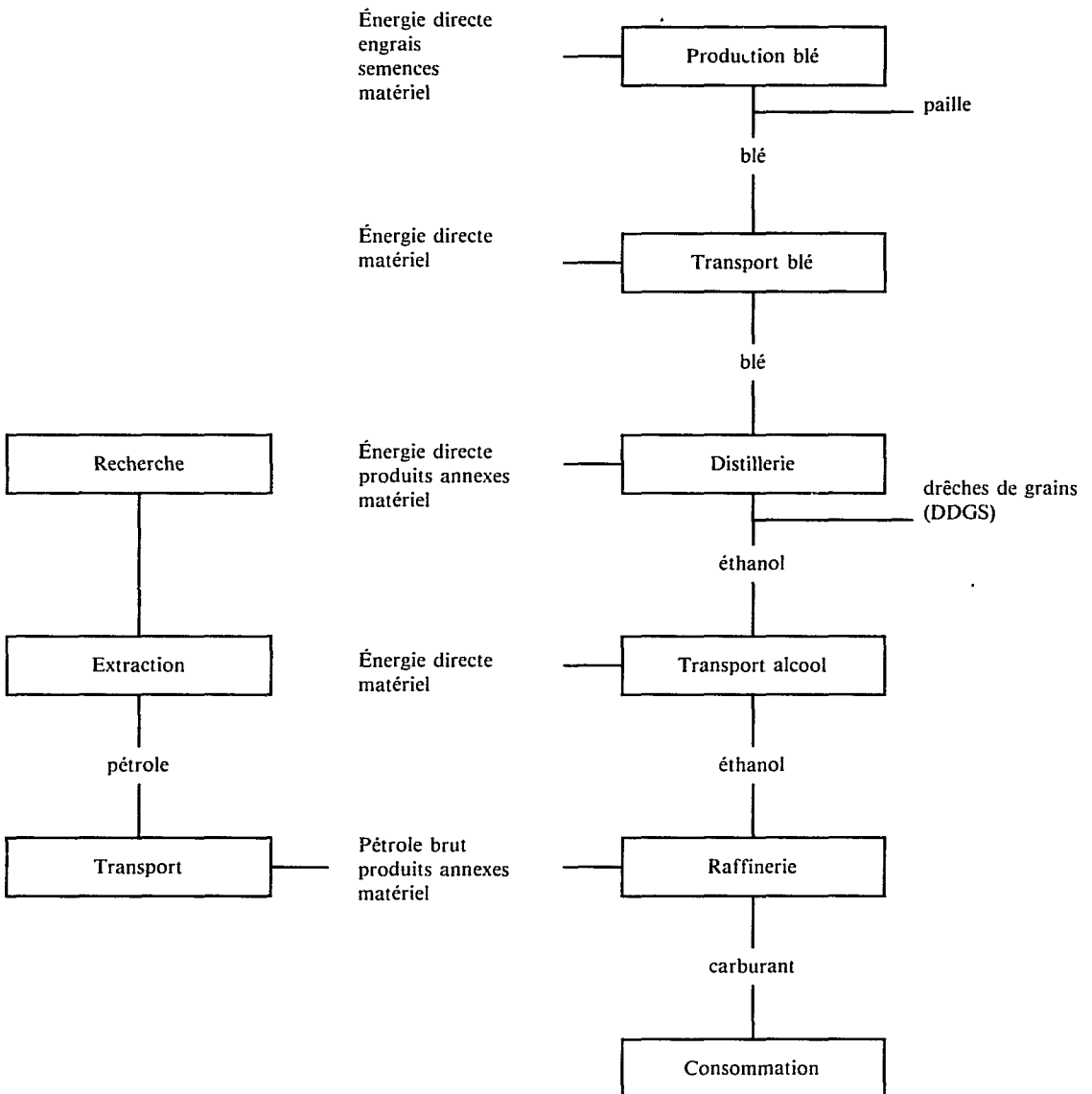
A. — Méthodologie

L'opération désignée sous le nom de bilan énergétique offre en fait plus de ressemblance avec un compte d'exploitation qu'avec un bilan au sens comptable du terme. Le raisonnement s'effectue en effet en termes de flux plutôt qu'en termes de stocks. Il s'agit de comparer les « dépenses » d'énergie primaire nécessaires à la production d'un carburant identique (sans plomb et répondant aux nouvelles normes européennes) par deux voies différentes :

- soit un raffinage suffisamment poussé du pétrole brut, à l'exclusion de l'usage de tout additif ;
- soit l'addition de 5 % d'éthanol à une base pétrolière dont le volume et la sévérité de raffinage sont plus faibles que dans le cas précédent.

Parmi les dépenses énergétiques nécessaires à chacune de ces filières, sont bien sûr comptabilisés les apports directs d'énergie (pétrole, charbon, électricité...), mais aussi les besoins indirects d'énergie pour la production des biens intermédiaires (engrais, pesticides,...) et des équipements (matériel, bâtiments,...) utilisés. Tous les coûts énergétiques sont mesurés en termes d'énergie primaire, y compris donc l'énergie nécessaire à la production et au transport jusqu'à leur point d'utilisation des différentes formes d'énergie. Seuls sont comptabilisés les usages d'énergies non renouvelables, l'énergie solaire — importante dans la phase de production agricole — n'entre ainsi pas dans les calculs.

La présente étude prendra donc en considération les flux d'énergie suivants :



B. — La production d'éthanol de blé

Les différentes phases de la production d'éthanol, de la culture du blé au transport de l'alcool à la raffinerie, seront envisagées successivement.

1. — Production de blé

Des essais menés par l'Institut technique des céréales et des fourrages (I.T.C.F.) ont permis de déterminer les dépenses d'énergie nécessaires à la production de blé dans les conditions actuelles de culture. Pour une tonne de blé (85 %), on utilise (Gj/t blé) :

— engrais	2.15
— pesticides	0.10
— semences	0.49
— carburant	0.70
— machines et matériel	0.22
— total	3.66

Les valeurs obtenues pour des systèmes plus extensifs ou plus intensifs sont, respectivement, de 3,11 et de 3,79 gigajoules. Ces résultats ne sont pas très différents des chiffres ci-dessus correspondant à un usage raisonné des facteurs de production.

On remarquera toutefois que la production de 1 tonne de blé supplémentaire entraîne automatiquement la coproduction de 2/3 t de paille. Si celle-ci est utilisée en alimentation animale, elle permet d'économiser l'énergie nécessaire à la production d'un autre aliment. Sur la base d'une valeur alimentaire de la paille de 0.4 MF/t contre 1.35 MF pour une tonne de blé (et sa paille), une tonne de paille permet d'économiser $0.4/1.35 = 0.30$ t de blé par tonne de paille, soit 0.20 t de blé par tonne de blé utilisée en distillerie.

2. — Transport du blé à la distillerie

La distance moyenne parcourue est considérée égale à 50 km. Le transport est effectué par camion. Sur la base de données publiées par Slesser et Wallace (7), le coût énergétique du transport routier est estimé à 2 Mj/t/km. Le coût du transport du blé jusqu'à la distillerie s'établit ainsi à :

$$0.002 \times 50 = 0.1 \text{ Gj/t de blé transportée.}$$

3. — Transformation du blé en éthanol

La consommation d'énergie des unités de distillation varie selon la technologie employée. On considèrera donc une unité moderne (utilisant des procédés tels que Speichim ou Biostil) dont la source d'énergie est le charbon (cogénération de vapeur et d'électricité par l'usine). Des installations de recompression mécanique des vapeurs permettent d'abaisser la consommation d'énergie dans la mesure où une telle opération est rentable dans le contexte économique actuel. Les drêches sont séchées pour atteindre 90 % de matière sèche (m.s.). Dans ces conditions, les consommations d'énergie de la distillerie peuvent être estimées comme suit (Gj/m³ éthanol) (1), (6) :

— Charbon	12.00
— Produits annexes	3.60
— Bâtiments, matériel	0.25
— Total	15.85

D'un point de vue physique, 2,8 t de blé permettent de produire 1 m³ d'éthanol carburant et une tonne de drêches à 90 % m.s. Les drêches ainsi produites doivent être considérées au crédit de la distillation. De la même manière que pour la paille, elles seront considérées comme un aliment pour le bétail dont la valeur alimentaire est de 0.95 MT/t. Une tonne de drêches équivaut ainsi à $0.95/1.35 = 0.70$ t de blé (plus sa paille).

4. — Transport de l'éthanol à la raffinerie

On considère un transport par voie ferrée de 250 km en moyenne. Le coût énergétique d'un tel transport est estimé à 0.4 MJ/t/km sur la base de travaux cités par Slessor et Wallace (7). Pour 1 m³ d'éthanol soit 0.8 t, la dépense énergétique est ainsi de :

$$0.8 \times 250 \times 0.004 = 0.08 \text{ Gj/m}^3 \text{ d'éthanol}$$

5. — Coût énergétique net de l'éthanol rendu raffinerie

Sur la base des calculs précédents, on peut construire le tableau ci-dessous (Gj/m³ d'éthanol) :

— Production de blé (2.8 t)	10.25
— Transport à la distillerie (2.8 t)	0.28
— Transformation en éthanol	15.85
— Transport de l'éthanol	0.08
— Sous-produits	— 4.60
— Total	21.86

C. — Production de carburant

On envisagera d'abord le coût énergétique du carburant produit par la voie d'un raffinage suffisamment poussé puis l'économie permise par l'incorporation d'éthanol, sur celui de la base pétrolière nécessaire à la production d'un carburant comparable.

1. — *Le cas de référence*

La production de 1 m³ de carburant d'indice d'octane recherche supérieur à 95 et d'indice moteur supérieur à 85 nécessite 35.57 Gj sous forme de pétrole brut et autres énergies utilisées directement par la raffinerie (3), (5). La dépense énergétique liée à l'usure du matériel est assez difficile à évaluer, on l'estimera égale à 0.16 Gj/m³ de carburant. Le coût énergétique de la production du carburant traité ici peut ainsi se décomposer en :

— Energie et produits énergétiques	35.57 Gj/m ³
— Matériel et équipement	0.16 Gj/m ³
— Total	35.73 Gj/m³

Ce résultat est toutefois sensiblement sous évalué (hypothèse basse) car il n'est pas tenu compte de l'énergie nécessaire à la recherche, à l'extraction et au transport du pétrole brut. C'est ainsi que Slesser et Wallace (7) estiment à 42.7 Gj la dépense totale d'énergie pour la production de 1 m³ de carburant (sortie raffinerie), ceci semble toutefois constituer un maximum (hypothèse haute).

2. — *L'addition de 5 % d'éthanol*

De nombreuses expériences ont montré que l'utilisation d'un carburant contenant 5 % d'éthanol n'entraîne pas d'augmentation de la consommation des véhicules actuels (1). Certains spécialistes considèrent toutefois que, dans le futur, des moteurs de conception nouvelle pourraient consommer davantage s'ils étaient alimentés avec un carburant contenant de l'éthanol plutôt qu'avec une essence traditionnelle. Il est bien difficile de cerner une telle situation ; le bilan énergétique de l'éthanol dépendrait alors de :

- l'augmentation de consommation mesurée sur ces nouveaux moteurs ;
- la part de ces moteurs dans l'équipement du parc automobile ;
- mais aussi, puisque l'on se situe ainsi dans le futur, des techniques agricoles, techniques de distillation, et de raffinage qui existeraient alors, pour ne citer que quelques facteurs d'incertitude.

(1) Voir chapitre : Le prix d'intérêt de l'éthanol.

On considèrera donc principalement le cas d'une substitution à volume égal (un litre de carburant avec éthanol remplace exactement un litre de carburant de référence). Il paraît toutefois intéressant d'envisager également une situation — hypothétique — où la substitution se ferait à pouvoir calorifique égal, ce qui constitue le cas limite le plus défavorable dans l'hypothèse d'une augmentation de la consommation des véhicules.

— Substitution à volume égal

Dans ce cas, l'incorporation de 5 % d'éthanol au carburant a principalement deux effets :

- diminuer de 5 % par rapport au cas de référence la quantité de carburant pétrolier à produire (effet de substitution) ;
- augmenter l'indice d'octane du carburant, permettant par là de satisfaire les normes d'indice d'octane tout en économisant sur le raffinage des 95 % du carburant restant d'origine pétrolière (effet octane).

Dans l'hypothèse basse, pour 1 m³ d'éthanol, l'effet de substitution permet d'économiser 1 m³ de carburant, soit 35.73 Gj ou 42.7 Gj, selon que l'on tient compte ou non des opérations situées en amont du raffinage. L'effet octane correspond au gain de 1.25 point d'indice d'octane recherche et 0.75 point d'indice moteur. Selon que le raffineur est contraint davantage par l'indice recherche ou l'indice moteur, ceci correspond à une économie de 0.41 ou 0.28 Gj/m³ de carburant d'origine pétrolière. L'incorporation de 1 m³ d'éthanol au taux de 5 % permettant de doper 19 m³ de carburant, l'économie ainsi réalisée est de :

$$19 \times 0.41 = 7.79 \text{ Gj/m}^3 \text{ ou } 19 \times 0.28 = 5.32 \text{ Gj/m}^3$$

d'éthanol dans le cas de l'octane recherche et moteur, respectivement. Dans l'hypothèse haute, cette économie devient 9.31 ou 6.36 Gj/m³ respectivement pour l'octane recherche et moteur.

Les deux effets se cumulent et l'économie totale réalisée (en Gj/m³ ressort ainsi à (Gj/m³ éthanol) :

Indice d'octane	Hypothèse basse	Hypothèse haute
Octane recherche (R.O.N.)	43,5	52,0
Octane moteur (M.O.N.)	41,1	49,1

— Substitution à pouvoir calorifique égal

On a vu qu'il s'agit en grande partie d'un cas école, toutefois l'usage qui en est fait dans le débat sur le bilan énergétique de l'éthanol carburant oblige à l'envisager. On considèrera donc que la consommation des véhicules est inversement proportionnelle au pouvoir calorifique inférieur (P.C.I.) de leur carburant. Dans le cas d'un carburant contenant 5 % d'éthanol dont le P.C.I. volumique est inférieur de 1,5 % à celui d'un carburant de référence, l'augmentation de la consommation serait donc de 1,5 % en volume (10,15 l au lieu de 10 l par exemple).

Dans ce cas, la comparaison entre le coût énergétique de la production de 0.985 volumes d'une base pétrolière à laquelle on ajoute de l'éthanol fait apparaître les économies suivantes (Gj/m³ éthanol) :

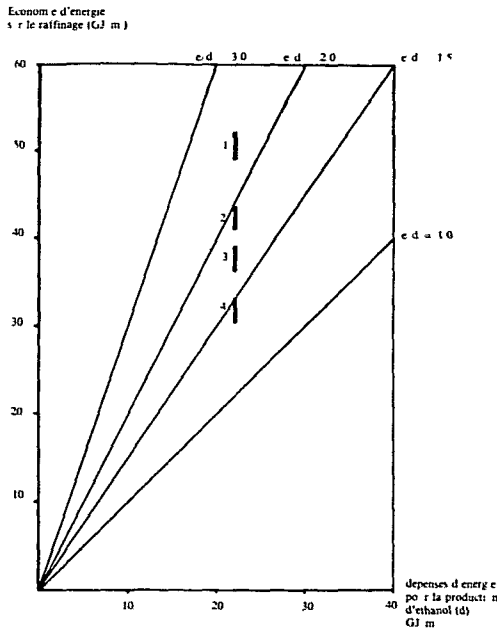
Indice d'octane	Hypothèse basse	Hypothèse haute
Octane recherche (R.O.N.)	33,0	39,4
Octane moteur (M.O.N.)	30,4	36,3

D. — Conclusions

Il apparaît donc, en conclusion de cette étude, que le bilan énergétique de l'incorporation d'éthanol au carburant est toujours positif. L'ampleur de l'économie d'énergie réalisable dépend toutefois fortement des hypothèses que l'on est amené à poser sur le coût énergétique de l'obtention d'un carburant et sur la manière dont s'effectue la substitution entre carburant avec éthanol et carburant traditionnel. **Il paraît donc raisonnable de supposer que l'incorporation de 5 % d'éthanol au carburant permet d'économiser environ 1,5 à 2 fois la quantité d'énergie qui est nécessaire pour produire cet éthanol.**

Le tableau suivant permet de classer les différentes hypothèses évoquées dans la présente étude :

LE BILAN ÉNERGÉTIQUE DE L'INCORPORATION D'ÉTHANOL DE BLÉ AU CARBURANT



Substitution à volume égal 1 hypothèse haute
 2 hypothèse basse
 Substitution à pouvoir calorifique égal 3 hypothèse haute
 4 hypothèse basse

TABLE DES RENVOIS DU CHAPITRE IV

- 1 - AGENCE FRANÇAISE POUR LA MAITRISE DE L'ÉNERGIE
 - Note de calcul sur le bilan énergétique de la production d'éthanol
 - Paris, mars 1985

- 2 - BONNY (S)
 - Estimations des consommations énergétiques de quelques productions en systèmes de grande culture et systèmes laitiers
 - Institut national de la recherche agronomique - document de travail
 - juillet 1982

- 3 - COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES
 - ERGA II - Air pollution, part 2, section 2, report of working group 2 (oil industry)
 - Luxembourg, 1984

- 4 - LEACH (G)
 - Energy and food production
 - IPC Science and technology press pour International institute for environment and development
 - Guilford, 1986

- 5 - LEPRINCE (P), ARLIE (J.-P.) et RAIMBAULT (C)
 - Comment calculer le contenu énergétique des produits d'origine pétrolière et de leurs substituts d'origine charbonnière ou végétale
 - Revue de l'Institut français du pétrole, vol 36, n° 1
 - janvier-février 1971, p. 81 à 90

- 6 - REXEN (F) et MUNCK (L)
 - Cereal crops for industrial use in Europe
 - Commission des Communautés européennes
 - Luxembourg, 1984 (EUR 9617 EN)

- 7 - SLESSER (M) et WALLACE (F)
 - Energy consumption per tonne of competing agricultural products available to the E.C.
 - Information on agriculture n° 85, Commission des Communautés européennes
 - Luxembourg, 1982

- 8 - JANET et REYNAUD
 - Economie et sociologie rurale ; Bilan des valorisations énergétiques de biomasse en France ; Du projet de développement agricole aux réalisations industrielles
 - I.N.R.A., octobre 1985

9 - CLARISSE, le Club de Bruxelles

- L'avenir du bio-éthanol en Europe
- Agence européenne d'informations
- janvier 1986

10 - LINKOHR

- Projet de rapport sur le bio-éthanol
- Parlement européen, commission de l'Énergie
- mars 1986

11 - A.D.E.C.A. (Association pour le développement de l'éthanol carburant agricole)

- Ethanol carburant
- Compte rendu de réunion, décembre 1985.

CHAPITRE 5

LA DISPONIBILITÉ DE LA MATIÈRE PREMIÈRE AGRICOLE

Le directeur des carburants de substitution d'Elf France, M. Marcel NORRY, a fait état devant le groupe de travail éthanol, de certaines interrogations liées à la disponibilité de la matière première agricole :

« Dans le cas de l'éthanol d'origine agricole, il convient de vérifier que la surproduction de produits agricoles sera durable au point de garantir la disponibilité de la matière première ; à cet effet, il est intéressant de noter que seulement 2,5 % du maïs produit aux États-Unis est transformé en alcool. ».

Trois réponses peuvent être apportées à cette question :

1. La diversité des sources d'approvisionnement.
2. La disponibilité de la matière première.
3. La baisse tendancielle des prix.

I. — LA DIVERSITÉ DES SOURCES D'APPROVISIONNEMENT

Le tableau suivant, extrait du rapport Jacquot, indique clairement cette diversité :

Matière première	Rendement t par ha*	Rendement hl alcool par t de matière première	Rendement hl alcool par ha
Betterave	53.5	1	53.5
Blé	5.5	3.6	20
Maïs	6.6	3.6	24
Orge	4.6	3.1	14
Pommes de terre	29.5	1.053	31
Vin	75.1	0.1	7.5
Chicorée à café	36.8		
Sorgho	4.7	3.3	15
Topinambour	55 **	0.85 **	47
»	66 ***	0.90 ***	59
Caroubes	5.6	1.75	10

* moyenne EUR 10

** d'après « Information agricole » n° 564, janvier 1985

*** d'après une étude de l'Institut Supérieur de l'Agriculture de Lille (France).

II. — PÉRENNITÉ DE L'APPROVISIONNEMENT

Le bioéthanol est une énergie « renouvelable ». La pérennité de sa production passe donc seulement par la disponibilité de quantités suffisantes de substrats adaptés, c'est-à-dire par un excédent structurel de l'offre de ces produits par rapport aux quantités absorbées par leurs usages traditionnels.

C'est précisément l'aspect structurel de cet excédent qui motive les réflexions actuelles sur la réforme de la politique agricole commune. L'accroissement de la production et de la productivité (tableau 1) est en effet tel que le seul débouché traditionnel susceptible d'extension qui est l'exportation, n'est pas en mesure de l'absorber. Qui plus est, l'analyse des causes de cet accroissement de production montre qu'il est dû au progrès technique ; or, le rythme des découvertes dans ce domaine ne faiblit pas, au contraire, et assure ainsi la perpétuation de cet accroissement de production pour une durée encore indéterminée (tableau 2).

On voit donc que, non seulement l'approvisionnement en substrats d'un programme éthanol carburant est possible, mais encore qu'il n'est pas exclusif du développement d'autres transformations industrielles de produits agricoles, pour les industries chimiques notamment.

TABLEAU 1

Production et utilisation intérieure de blé dans la Communauté à 12

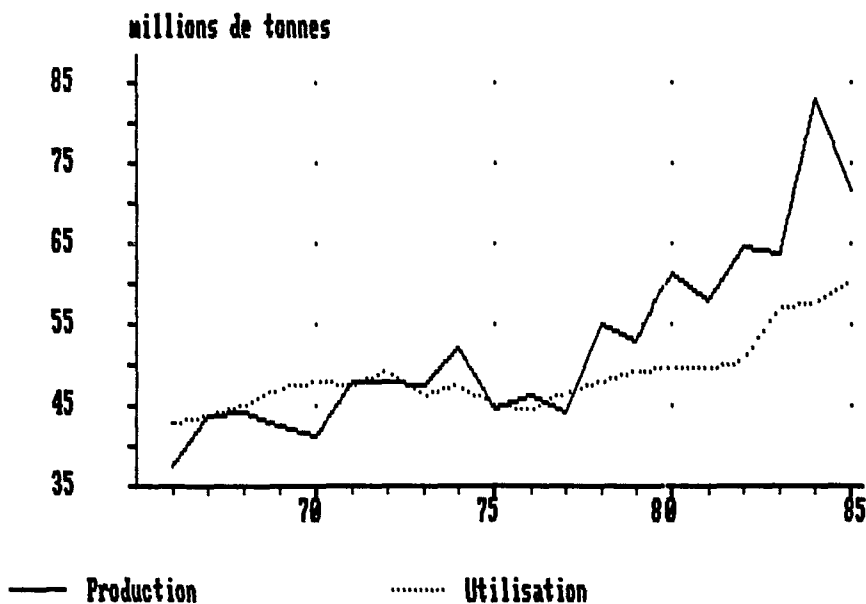
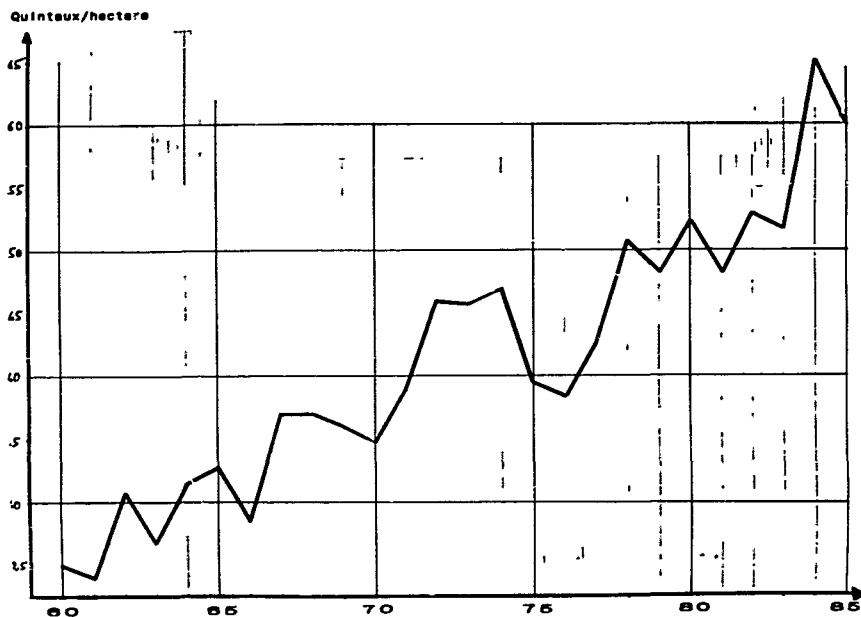


TABLEAU 2

Le rendement du blé en France
 Un hectare produit deux fois plus aujourd'hui
 qu'il y a 20 ans



L'O.N.I.C. a étudié les conséquences de l'incorporation de l'éthanol dans les carburants (1) :

1 ^{re} hypothèse (2,1 % éthanol) : 950.000 tonnes de blé
2 ^e hypothèse (4,9 % éthanol) : 2,2 millions de tonnes de blé
3 ^e hypothèse (3 % éthanol) : 1,4 millions de tonnes de blé

Ces chiffres apparaissent donc relativement faibles, comparés à la seule production française de blé tendre, comparables à l'ordre de grandeur des stocks de report.

(1) in « La filière éthanol » - O.N.I.C. 1985. Cette étude suppose que la suppression du plomb dans les carburants automobiles entraînera une incorporation de carburant de substitution aussi bien dans le super que dans l'ordinaire (c'est l'indice d'octane sortie-raffinerie qui sera différent). Elle estime la consommation française de carburant automobile 1983 à 250 millions d'hectolitres. Elle envisage trois hypothèses :

— 2,1 % d'éthanol et 4,9 % d'éthanol : proportions minimales et maximales prévues par l'arrêté du 4 octobre 1983.

— 3 % d'éthanol (éthanol cosolvant du méthanol).

On supposera que la production d'éthanol provient pour 1/3 de la betterave et pour 2/3 du blé.

(1 000 tonnes métriques)

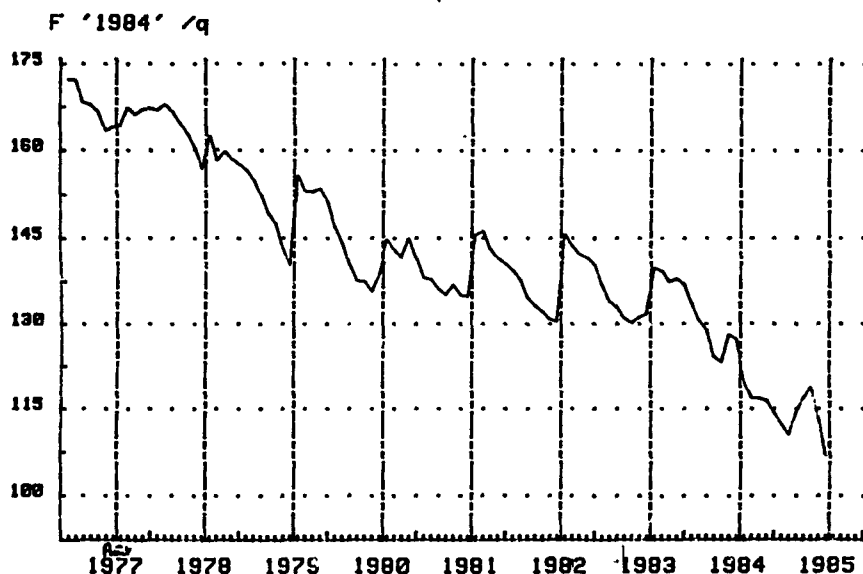
	1983/1984	1984/1985	Prévisions 1985/1986
Report	3 050	1 900	3 900
Collecte	21 210	29 200	25 100
Importations	280	180	400
TOTAL disponible	24 540	31 280	29 400
Meunerie et divers	5 300	5 300	5 400
Alimentation bétail	3 450	3 800	3 600
Exportations	13 890	18 550	18 550
Report	1 900	3 630	1 850
TOTAL utilisations	24 540	31 280	29 400

(1) Source : U.N.C.A.C.

Des conclusions identiques se dégagent de l'analyse du marché de la betterave, d'autant plus que les égoûts de sucrerie constituent un sous-produit de la cristallisation du sucre blanc (1 tonne de betterave permet d'extraire 110 kg de sucre blanc et 20 kg de sucre cristallisable égoût). Le problème de la disponibilité ne se pose donc pas dans ce cas.

III. — LA BAISSÉ TENDANCIELLE DES PRIX

Cette baisse est de l'ordre de 2,5 % par an en monnaie constante. Elle devrait même s'accélérer à la suite des récentes décisions communautaires sur l'organisation commune des céréales et sur le règlement sucre. Le graphique ci-après, établi en francs 1984, démontre clairement cette baisse tendancielle des coûts.



TROISIEME PARTIE
LA COMPETITIVITE DE LA FILIERE
BIOETHANOL

CHAPITRE PREMIER

LA FIXATION DU PRIX DE REVIENT DE L'ETHANOL

Le calcul du prix de revient de l'éthanol constitue bien évidemment une donnée centrale du débat. La production industrielle d'éthanol carburant agricole ne pourra être envisagée que si ce prix est compétitif. Tous les avis concordent sur ce point. Mais ils divergent dès que l'on s'efforce de préciser ce que signifie la compétitivité et ce que recouvre la notion de prix de revient. Il convient donc, au préalable, de fixer le cadre méthodologique de l'analyse.

I. — LE CADRE METHOLOGIQUE

A. — La problématique microéconomique

1. — *Les éléments du prix de revient*

Le prix de revient de l'éthanol a fait l'objet de nombreux débats. Que certaines estimations diffèrent sensiblement ne saurait surprendre. D'évidence, plusieurs facteurs sont susceptibles d'influencer fortement le coût de production : substrats choisis, taille de l'unité, conjoncture économique. D'autres facteurs - bien qu'a priori moins importants - tels que la localisation de l'unité de production, certains choix techniques (source d'énergie) ou encore des avantages propres à une entreprise particulière (investissements existants) conditionnent également la valeur absolue des prix de revient.

Néanmoins, il se dessine dans les publications ou dans les études disponibles certaines convergences quant à l'importance relative des coûts de la transformation proprement dite par rapport à celui du substrat. Ce dernier apparaît en fait véritablement déterminant.

Il faut considérer enfin un élément qui, dans certaines filières (céréales), influence les résultats au moins autant que le coût de transformation : **la valorisation des co-produits.**

2. — *L'évolution des diverses composantes*

Le choix de la filière éthanol ne saurait reposer exclusivement sur une approche de court terme. Les investissements nécessaires, la modification des circuits économiques, appellent sans conteste une approche à moyen-long terme des facteurs endogènes et exogènes.

Parmi les facteurs endogènes, on doit rappeler :

— Les progrès technologiques du monde agricole qui se traduisent par un accroissement tendanciel considérable des rendements, orientant à la baisse le coût du substrat choisi ;

— les progrès envisageables au plan des processus de production, qu'il s'agisse des biotechnologies (processus de fermentation) ou de l'optimisation de l'outil de production ;

— une meilleure valorisation des coproduits.

De la même manière, on doit mentionner l'évolution prévisible du facteur exogène déterminant, le pétrole - ainsi que l'insuffisance des capacités de production de certains des concurrents oxygénés de l'éthanol (T.B.A., M.T.B.E.).

B. — *L'approche macroéconomique*

Aussi précise qu'elle puisse être, la problématique microéconomique n'épuise pas le débat. Réduite à elle seule, elle risque même de l'engager dans une mauvaise direction. En effet, la production d'éthanol carburant doit être envisagée au plan macroéconomique. Cette perspective tiendra compte de :

1. — *La balance commerciale*

— de l'effet sur la balance commerciale d'une source d'énergie nationale et renouvelable appelée à se substituer aux importations de pétrole brut dans un pourcentage à déterminer ;

— de l'effet, sur cette même balance commerciale, de la mise en marché de sous produits (coproduits) riches en protéines et remplaçant une quantité équivalente d'importations (tourteaux de soja, corn gluten feed, produits divers de substitution de céréales).

2. — *L'emploi*

De l'effet sur l'emploi résultant du choix d'une filière nationale et communautaire de préférence à une solution reposant, pour une large part, sur des importations en provenance des pays du Golfe Persique (méthanol et, à terme, T.B.A. ou M.T.B.E.).

3. — *Les effets indirects*

— de la prise en compte des rentrées supplémentaires de ressources fiscales pour l'Etat, à législation constante. En effet, une filière nationale génère un rendement fiscal supérieur à des importations soumises à une faible valeur ajoutée sur le territoire national ;

— du choix d'une politique d'aménagement du territoire. A défaut d'un choix en faveur d'une utilisation industrielle des produits de l'agriculture, ce sont plusieurs centaines de milliers d'hectares en France qui seront ôtés de la S.A.U. (surface agricole utile). Cette situation entraînera nécessairement des coûts pour la collectivité (effets généraux de désertification de certaines zones, coût élevé des aides au reboisement). Le rapport LINKOHR illustre, tout en n'évitant pas quelque persiflage, cette tendance :

« Un calcul approximatif simple montre que dans la Communauté des Dix, nous devons reconvertir 7 à 8 millions d'hectares (environ 14 % de la S.A.U.) pour couvrir à partir des « cultures énergétiques », quelque 2,5 % du besoin énergétique estimé pour l'an 2000, sans devoir s'attendre à des effets négatifs sur notre production alimentaire (1). Une publication de M. André Giraud, ancien ministre français de l'Industrie et actuellement professeur à l'université Paris-Dauphine, contient des considérations similaires. Il estime que pour la période allant jusqu'en 1990, environ 9 millions d'hectares S.A.U. dans la Communauté européenne produiront exclusivement des excédents. Cette superficie permettrait à la Communauté de produire 35 millions de tonnes d'éthanol, ce qui correspondrait à son tour à environ 25 % de la consommation de carburant de ses automobilistes, ce qui est six à sept fois la production brésilienne actuelle d'éthanol à partir de la canne à sucre - un chiffre vraiment imposant ».

(1) Energie aus Biomasse, Schriftenreihe des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1985 (Landwirtschaftsverlag GmbH, 4400 Münster-Hiltrup).

II. — LES ESTIMATIONS DISPONIBLES

A. — La fourchette des prix de revient

La remarquable étude rédigée par le Club de Bruxelles permet en partie d'établir un premier tableau estimatif des prix de revient. Malgré certaines difficultés méthodologiques, les prix calculés en Ecus (European currency unit) ont été actualisés à la valeur de l'Ecu au 19 avril 1986, soit 6,855 F.F.

Source	Date	Fourchette	Francs français par litre
Ferruzzi	9.1985	49,4 - 64 Ecus/hl	3,39 - 4,39
Speichim	9.1985	49 - 50,5 Ecus/hl	3,36 - 3,46
O.N.I.C.	1985	41 Ecus/hl	2,81
Archer Daniels Midland	9.1985	1,6 à 1,8 dollar/gallon	3,35
Alfa Laval (Lidköping)	3.1986	3 couronnes/l	3,15
Commission européenne	5.1985	44 - 69 Ecus/hl	3,01 - 4,73
Association française biomasse	12.1985		3,28
A.G.P.B. C.G.B. Filière mixte (1)	3.1986		2,10 - 2,60

Ce tableau ne saurait être commenté sans précautions méthodologiques. Les estimations présentées recouvrent en effet des hypothèses très diverses : sur la valorisation des coproduits, le niveau des restitutions, la taille des distilleries. Ils démontrent en revanche une certaine homogénéité des résultats obtenus.

(1) matière première au prix mondial, ce qui explique la différence avec les autres estimations.

B. — Les différents modes de calcul

1. — Le procédé Biostil

Une étude publiée en 1985 par le ministère de l'Industrie de Suède permet une approche intéressante du coût de fabrication de l'éthanol dans une unité pilote Biostil de 6 600 m³ de capacité (5 200 tonnes). Ce procédé semble prometteur pour l'avenir du bioéthanol. Il est en effet basé, comme nous l'avons indiqué précédemment, sur une fermentation continue et un recyclage constant après distillation, ce qui permet l'utilisation d'inputs très concentrés qui, eux-mêmes, rendent possible l'utilisation de quantités réduites d'eau. Les sous produits sont donc très concentrés et le coût de leur séchage est fortement réduit.

Investissement

Coût du Pilote en couronnes 84 = 58 Millions de SEK (1)

Coût en capital

20 %	6,4 %
11,6 M.SEK/an	3,7 M.SEK/an

Coût de fonctionnement en M.SEK/an

Eau + Electricité + Vapeur + Produits chimiques + Personnel + Entretien
+ Assurances + Autre = 12,28 M.SEK

Coût de matières premières M.SEK/an

18 480 Tonnes à 1,05 SEK/kg [(Prix marché internat.) = 19,40]	} 37,58 M.SEK/an
+ 12 540 " " 1,45 SEK/kg [(Prix du marché intérieur) = 18,18]	

Valeur des Sous-Produits (à déduire)

Amidon : 6 600 Tonnes à 2,10 SEK/kg = 13,86 M.SEK	} = 39,05 M.SEK/an
Fourrage : 12 540 Tonnes à 1,95 SEK/kg = 24,45 M.SEK	
CO ₂ : 4 620 Tonnes à 0,16 SEK/kg = 0,74 M.SEK	

Coût de Production : SEK/Tonnes

	20 %	6,4 %
Coût en capital	2 230	714
Coût de fonctionnement	+ 2 360	+ 2 360
Coût des matières premières	+ 7 230	+ 7 230
Déduction des sous-produits	- 7 510	- 7 510
Total net	= 4 310 SEK/Tonne	= 2 794 SEK/Tonne
soit, au litre d'éthanol	3,40 SEK/l.	2,21 SEK/l.

(1) 1 SEK = 1 couronne suédoise = 1,08 F.F. environ

II. — Coût à partir du blé mais dans une usine en vraie grandeur ayant 50 000 m³ de capacité par an.

— Les mêmes éléments qu'en I amènent à 3,25 SEK/l. 2,62 SEK/l.

III. — Coût à partir de la betterave à sucre et de céréales (5,7/4,6) pour une production annuelle de 74 000 tonnes/an.

— Les mêmes éléments qu'en II amènent à 3,78 SEK/l. 2,62 SEK/l.

1. — *La structure des prix de revient*

Source	Taille de pilote	Amortissement	Fonctionnement	Substrat	Total	Coproduits
Biosil Alfa Laval	6 600 m ³ (5 200 t)	Cinq ans 19 %	20 %	61 %	100 %	— 63 %
A.F.B.	1 650 000 m ³	Dix ans 13 %	13 %	74 %	100 %	— 22 %
O.N.I.C.	1 200 000 m ³	27 %		73 %	100 %	— 31 %
A.G.P.B. C.G.B. (Filière mixte) (scénario I)	1 450 000 m ³	31 %		69 %	100 %	— 28 %

Ce tableau illustrant la structure des prix de revient met en valeur les deux aspects sensibles du calcul :

— la grande variabilité dans l'estimation de la valeur des coproduits ;

— la part prépondérante du coût du substrat.

Il suggère également la croissance du coût relatif du substrat et la diminution du coût total en fonction de la taille de l'investissement.

Il existe en effet un large consensus sur l'existence **d'économies d'échelle**, au moins jusqu'à une taille de 5 000 hl/jour et par unité de production. Au-delà peuvent apparaître des difficultés d'approvisionnement en substrat qui, selon certains spécialistes, limiteraient alors l'intérêt des économies encore réalisables sur les opérations de transformation.

A titre d'exemple, le graphique suivant reprend des données publiées par le département de l'Agriculture des Etats-Unis. Les économies d'échelle se manifestent sur toute la plage étudiée (de 400 000 à 4 500 000 hl/an), elles semblent toutefois se réduire sensiblement au-dessus de 1 500 000 hl/an. Cette taille correspond à celle des projets étudiés en France.

Des calculs effectués par l'Association française pour la biomasse, il ressort un phénomène identique, le coût de transformation étant de 60 % plus élevé dans une unité de 2 000 hl/jour (660 000 hl/an) que dans une unité de 5 000 hl/jour (1 650 000 hl/an).

C. — L'Etude commandée par le groupe de travail éthanol

1. — *Les hypothèses de travail*

a) La restitution communautaire

L'application d'un mécanisme de « restitution » à l'industrie permet sur la base par exemple d'un prix de marché des céréales de 1 250 F/t, d'abaisser ce coût d'un montant limité à la valeur de restitution à l'exportation (70 Ecus/t, soit 500 F/t selon des chiffres adoptés par la Commission pour ses calculs (1)). « L'alignement » des prix des substrats sucriers (égoûts de sucrerie, etc.) sur les prix des substrats céréaliers est par ailleurs nécessaire.

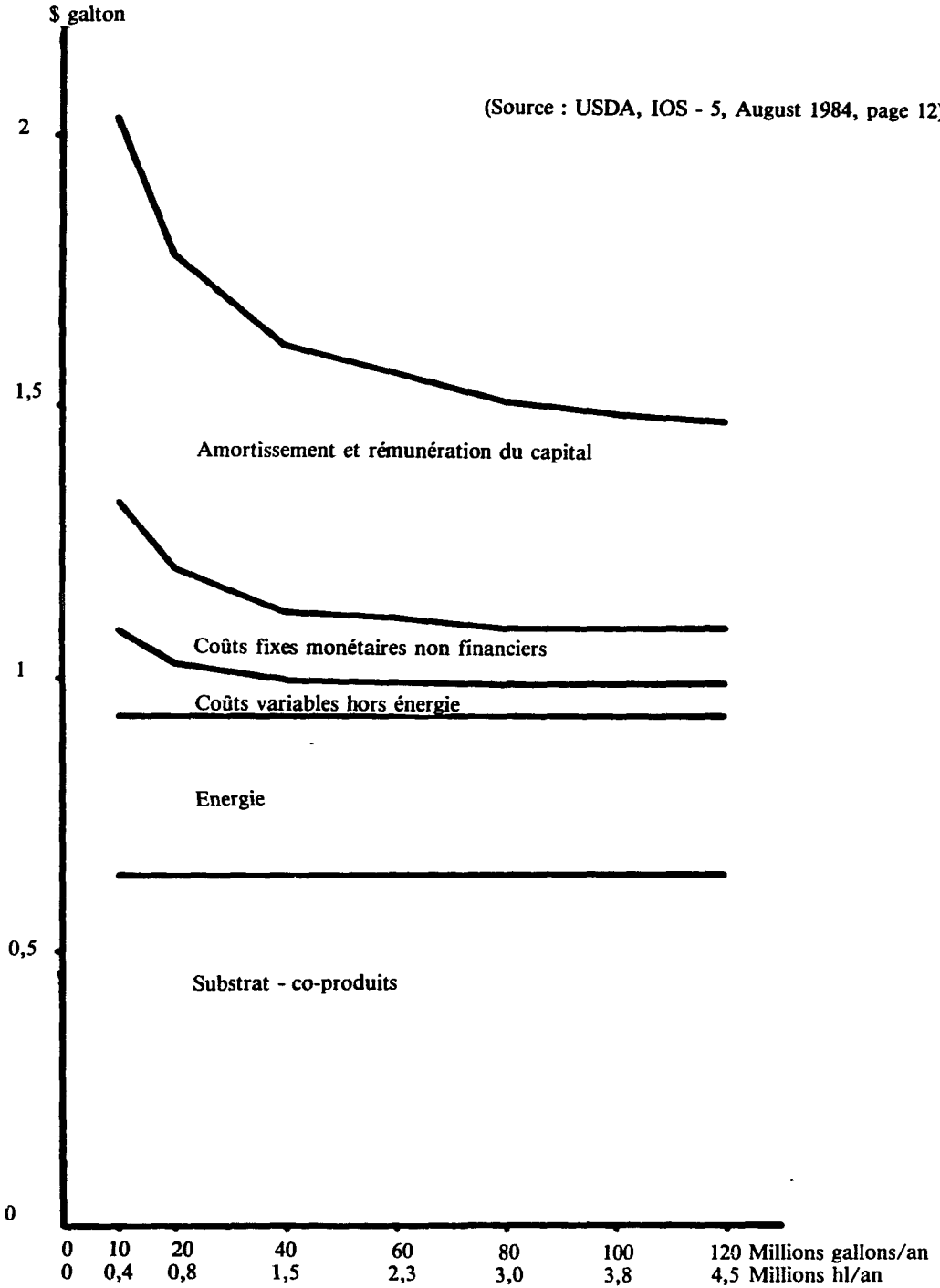
Dans les dispositions pour la prochaine campagne 1986/1987, la Commission de Bruxelles a proposé l'attribution d'une restitution à l'éthanol sur le principe précédent, quelle que soit la matière première utilisée.

b) Le choix du substrat

Dans l'état actuel des conditions techniques et économiques, il semble probable que les substrats les plus intéressants dans la Communauté européenne soient le blé par voie dite « sèche » et les égoûts de sucrerie (EP 2). Plusieurs projets envisagent une combinaison de ces deux substrats sur la base de 2/3 blé et 1/3 égoûts.

(1) Au début du mois de juin 1986, le montant de la restitution est de 100 Ecus pour le blé.

COUT DE PRODUCTION DE L'ETHANOL DE MAIS AUX ETATS-UNIS (1983) EN FONCTION DE LA TAILLE DE L'UNITE DE PRODUCTION



Ce choix est sensiblement différent de celui de l'industrie américaine. Aux Etats-Unis, le substrat de prédilection est le maïs, dont ils disposent en grande quantité alors qu'ils sont déficitaires en sucre. Il est traité pour une grande part par la voie dite « humide » dans des amidonneries ou glucoseries.

2. — *La structure des coûts*

a) La taille de l'investissement

L'appréciation du coût de transformation suppose des hypothèses sur l'investissement et les charges variables attachées aux différentes filières considérées. Pour définir le niveau de l'investissement, on choisira, quelle que soit la filière considérée, des unités de production de capacité analogue ; capacités qui correspondent à une usine de taille théoriquement « optimale ». Dans l'état actuel des études, ces capacités correspondent à une production de l'ordre de 4 500 Hl par jour, soit 1,4 million d'hectolitres par an. Il s'agit donc en fin de compte, pour les investissements correspondants, de ce qu'on pourrait considérer comme une valeur « moyenne » estimée sur la base de références fin 1985.

b) Le coût du substrat

La commission des Communautés européennes a envisagé d'accorder une aide aux matières premières agricoles destinées à la fabrication d'éthanol. **Cette aide serait égale au montant de la restitution à l'exportation.**

Pour le blé, dont le prix communautaire est de 125 à 130 F/q et compte tenu d'un montant de restitution à l'exportation entre 60 et 70 Ecus/t, le prix du blé pour l'industrie de l'éthanol serait de l'ordre de 75 à 90 F/q. Sur cette base, un prix des égoûts de sucrerie (EP 2) de l'ordre de 870 F/t permet d'assurer l'égalité des coûts de production de l'éthanol.

On considèrera donc deux scénarios pour les calculs de coût de production de l'éthanol :

Scénario 1 : Blé : 90 F/q
EP 2 : 870 F/t

Scénario 2 : blé : 75 F/q
EP 2 : 870 F/t

c) Le mode de calcul

Le raisonnement est effectué en francs constants de 1985.

Dans tous les cas, l'unité de production a une capacité de 4 500 hl/j, soit 1 450 000 hl/an (320 jours/an). Sa durée de vie est supposée égale à dix ans. L'énergie utilisée est le charbon.

Les calculs de coût de production sont effectués pour une année moyenne de fonctionnement. De ce fait, on considère que :

— la production effective est égale à la capacité théorique. Il est toutefois probable que la première année, elle ne soit que de 80 % de cette capacité ;

— la valeur nette des immobilisations (bâtiments et équipements) est égale à 55 % de leur valeur brute, soit leur valeur moyenne au cours de la période.

Le besoin de fonds de roulement est estimé à environ deux mois de chiffre d'affaires.

Le raisonnement s'effectuant en francs constants, la rémunération moyenne pondérée du capital, avant impôts, est fixée à 10 %. Dans l'hypothèse d'un taux d'inflation de 5 %, ceci correspond à une rémunération en francs courants de 15 %. Si le financement est réalisé à 72 % par un emprunt à 10 %, la rentabilité des fonds propres atteint 30 % avant impôts.

Les unités de production envisagées ici sont situées dans les zones de production de leur substrat, les frais de transport des matières premières sont ainsi minimisés. Elles ne bénéficient toutefois d'aucun avantage particulier.

3. — *Les résultats*

a) La filière blé

Investissement : 336 MF (sur terrain nu) ;

Frais d'établissement : 34 MF (frais financiers sur investissement) ;

Besoin en fonds de roulement : 115 MF ;

Prix du blé (rendu usine, moyenne annuelle, majorations comprises) : scénario 1 : 90 F/q - scénario 2 : 75 F/q ;

Prix des drêches : 120 F/q (départ usine, blé 123 F/q départ O.S., soja 155 F/q ports de l'ouest) ;

283 kg blé = 1 hl éthanol + 101 kg drêches (90 % matière sèche).

b) Filière EP 2

Investissement 190 MF
 Frais d'établissement 20 MF
 Besoin en fonds de roulement 85 MF
 Prix de l'EP 2 : 870 F/t

Prix des vinasses : 150 F/t matière brute (vinasses concentrées à 60 % ms) soit 250 F/t matière sèche.

290 kg EP2 = 1 hl éthanol + 116 kg vinasses concentrées.

c) Filière mixte

Investissement 318 MF
 Frais d'établissement 32 MF
 Besoin en fonds de roulement 105 MF
 Prix des matières premières : voir cas précédents

Prix des drêches : 110 F/q départ usine (la composition de ces drêches est différente de celle des drêches de blé)

189 kg blé + 97 kg EP2 = 1 hl éthanol + 93 kg drêches (90 % matière sèche).

Les résultats obtenus pour les diverses filières figurent dans les tableaux ci-dessous :

Substrat blé

	Scénario 1 (90 F/q)	Scénario 2 (75 F/q)
Coût du substrat	254.7	212.3
Coût de transformation	125.4	125.4
Valeur des coproduits	- 121.2	- 121.2

Coût de l'éthanol	258.9	216.5
-------------------------	-------	-------

Substrat Ep 2

	(870 F/t)
Coût du substrat	252.3
Coût de transformation	66.8
Valeur des coproduits	- 17.4

Coût de l'éthanol	301.1
-------------------------	-------

Substrat mixte (blé 2/3 + Ep2 1/3)

	Scénario 1	Scénario 2
Coût du substrat	252.3	199.5
Coût de transformation	113.3	113.3
Valeur des coproduits	- 102.3	- 102.3
Coût de l'éthanol	263.3	210.5

On peut retenir de ces estimations que le coût de fabrication de l'éthanol se situe selon les filières autour de 125 F par hectolitre pour la transformation du blé, environ la moitié de cette valeur pour la transformation d'égoûts de sucrerie et une valeur sensiblement proportionnelle pour la filière mixte (de l'ordre de 113 F/hl). Ces coûts de transformation ne doivent pas présumer de l'intérêt relatif des différentes filières, le blé — par exemple — donne un coproduit dont la valeur élevée fait plus que compenser le coût supplémentaire de sa transformation.

4. — *La valorisation des coproduits*

a) Les résultats disponibles

Sans valorisation des coproduits, les hypothèses examinées ci-dessus conduisent à un prix de revient de l'éthanol d'environ 3,70 F. La valorisation des coproduits permet d'abaisser ce coût à un peu plus de 2,60 F. Toutefois, cette valorisation a fait l'objet de conclusions assez différentes selon les sources consultées. Dans l'étude réalisée par le groupe JACQUOT pour la commission européenne (filière céréales) elle est de l'ordre de grandeur du coût de fabrication pour une unité de grande taille, soit environ 27 % du prix apparent. Elle se situe donc bien dans la fourchette des estimations O.N.I.C.-A.F.B.-A.G.P.B.-C.G.B. (22 à 31 %). En revanche, les milieux professionnels peu favorables à la production industrielle d'éthanol-carburant agricole remettent vivement en cause cette approche.

b) L'appréciation de la valeur des coproduits

La production d'éthanol génère, comme nous l'avons vu, des coproduits : drêches de grains (D.D.G.) pour le blé et vinasses concentrées pour les substrats sucriers. Ces produits riches en protéines (30 % environ) trouvent un débouché privilégié dans l'alimentation animale en se substituant à d'autres éléments riches en protéine importés tels les tourteaux d'oléagineux (soja) ou les sous-produits d'amidonnerie

(corn gluten feed, corn distillers). La commercialisation de ces produits est d'autant plus facile qu'ils se présentent sous forme sèche (filière blé ou mixte blé + EP2).

Un autre coproduit de l'éthanol est le gaz carbonique. Sa commercialisation aléatoire n'a pas permis de lui affecter une valeur venant en déduction du coût de l'éthanol. Il faut enfin remarquer que la production d'éthanol, telle qu'elle est envisagée en Europe, ne s'accompagne d'aucun rejet dans l'environnement, contrairement à ce qui se passe au Brésil où les vinasses de distillation de la canne sont impropres à l'alimentation animale et posent un problème d'effluents.

Il importe de mentionner que selon le conditionnement du substrat céréalier initial, il est possible, outre l'emploi du grain entier, de ne travailler qu'une fraction « farine » en disposant séparément des sons. Cette technique offre une certaine latitude quant à la composition du coproduit final. Les composés les plus cellulosiques seront destinés à l'élevage bovin. Les autres pourront être réservés aux monogastriques (porcs, volailles), avec une complémentation adaptée en acides aminés de façon à tirer le meilleur parti de la teneur élevée en protéines.

On retiendra qu'il existe donc non pas un, mais plusieurs coproduits possibles, destinés à l'alimentation animale. Le choix est affaire d'opportunité, compte tenu de la concurrence exercée par les importations. L'expérience des années passées montre, par ailleurs, que la valorisation des drêches importées se fait à un niveau moyen proche du prix de marché des céréales fourragères européennes.

III. — LE CADRAGE MACRO-ECONOMIQUE

A. — L'analyse du rapport Jacquot

Dans le rapport Jacquot (1), sans passer sous silence les observations critiques liées à la faisabilité du projet, on peut trouver, sous la rubrique « considérations d'ordre général », une analyse très intéressante des conséquences de la production industrielle d'éthanol d'origine agricole.

(1) Groupe de travail n° 2 - nouvelles utilisations des produits agricoles - Rapport de synthèse bioéthanol.

1. — *Avantages pour l'agriculture*

La transformation des produits agricoles en bioéthanol constituerait un **véritable nouveau débouché** : s'agissant d'un produit qui ne se substituerait pas aux produits traditionnels (notamment produits pour l'alimentation humaine et animale) il déchargerait le marché des produits agricoles qui est souvent excédentaire. Ainsi ce nouveau débouché est susceptible de contribuer à maintenir un grand nombre d'agriculteurs sur leur terre.

Même si actuellement les céréales, les betteraves sucrières et les pommes de terre servaient en premier lieu comme matières premières, d'autres produits cultivés notamment dans les régions du Sud, tels que la chicorée à café, le topinambour, sont des plantes à haut rendement en alcool et susceptibles d'être plantées spécialement pour la fabrication de l'éthanol.

2. — *Avantages pour le bilan énergétique*

Pour le pétrole brut la Communauté est toujours largement dépendante du marché extérieur. Elle importe environ 70 % de ses besoins en pétrole et produits raffinés. Les essences pour le moteur représentent environ 20 % de la production de produits pétroliers. **La production de l'éthanol à partir des matières premières agricoles est susceptible de réduire cette dépendance**, d'autant plus que le bilan énergétique de la production de l'éthanol est positif.

3. — *Avantages pour l'économie*

L'importation de l'énergie pèse dans le bilan du commerce extérieur de la Communauté. En dépit de la réduction ces dernières années du volume des importations nettes d'énergie, la valeur de celles-ci a atteint un niveau tel qu'elles constituent l'essentiel du déficit commercial de la Communauté. La production d'énergie sur la base des matières premières renouvelables produites dans la Communauté constitue par conséquent un **avantage appréciable**.

En outre, la production de l'éthanol par les investissements que nécessitera la transformation des produits agricoles **contribuerait ainsi à la relance économique et à la création d'emplois**.

B. — Les éléments d'information disponibles

1. — *L'étude ARENE-CIPS réalisée en 1983, réactualisée en 1985*

Cette étude est intéressante dans sa méthodologie. Les valeurs numériques utilisées sont trop anciennes pour refléter la conjoncture actuelle, mais l'étude fournit cependant une première analyse des effets macroéconomiques de la production d'éthanol-carburant agricole.

La décision de développer les carburants de substitution est, partout dans le monde, associée à la notion « d'effets externes » ou de « bénéfice national » venant corriger, au moins temporairement, le coût de production. Ceux-ci expriment les différents avantages apportés par le remplacement durable d'une importation par une production nationale : équilibre du commerce extérieur, soutien aux productions agricoles, création ou maintien d'emplois en milieu rural.

a) Le constat à court terme

La production d'éthanol carburant permettrait, aux conditions actuelles, d'économiser environ 200 F de devises par hectolitre, selon cette étude. Le bénéfice pour la Nation de cet « effet devise » peut être évalué entre 60 et 70 F/hl, sur la base des facilités minimales accordées aux exportations industrielles, et à économie de devise égale.

Une autre approche de cette même réalité consiste à considérer la production d'éthanol comme une activité nouvelle venant remplacer une importation, toutes choses étant égales par ailleurs. La recette supplémentaire générée pour le budget de l'Etat et la sécurité sociale, dite « effet fiscal », est alors d'environ 100 F/hl.

Une incitation de 100 F/hl permettrait, dès aujourd'hui, de combler l'écart entre le coût de production de l'éthanol (340 F/hl) et son prix d'intérêt.

Dans le contexte d'une essence sans plomb, correspondant aux décisions récentes des Communautés européennes, l'éthanol n'est pas seulement un carburant mais un additif permettant de relever l'indice d'octane des carburants essence. Sur la base de nombreuses études et mesures réalisées aux Etats-Unis, un hectolitre d'éthanol « vaut » environ 1,2 hectolitre de supercarburant, soit, pour un dollar à 9 F, autour de 230 F (cette hypothèse de taux de change est devenue, à l'évidence, bien contestable).

Dans ces conditions, un soutien à la production d'éthanol présenterait, pour la collectivité, un coût très inférieur à des procédures telles que la politique agricole commune, ou les grands contrats d'exportation.

Ramenées au litre de mélange final, selon ce document, les incitations nécessaires se situeraient très en deça des détaxes dont bénéficient tous les carburants par rapport au super. Elles seraient trois fois moins importantes que celles accordées à l'ordinaire, et vingt cinq fois moins que celles accordées au gazole.

Intérêt économique et fiscal de la production d'éthanol (F/hl)

	1985	1995 Scénario moyen
Coût de production	340	280
Prix d'intérêt	230	250
Différence	110	30
Effet devise (1)	65	70
Effet fiscal (2)	100	100

b) Les perspectives à moyen terme

En réalité, le bénéfice national d'un programme éthanol doit être apprécié dans le temps.

Le premier facteur à prendre en compte est le gain continu de productivité de l'agriculture qui, depuis trente ans, s'établit autour de 2,5 % par an. Il se traduit par une baisse des prix sensiblement équivalente en francs constants. Pour les dix prochaines années, les gains de productivité seront vraisemblablement compris entre 1,5 % et 2,5 % par an. Or le prix des substrats agricoles intervient pour les deux tiers dans le coût de production de l'éthanol. Toutes choses égales par ailleurs, celui-ci pourrait donc être ramené au niveau de son prix d'intérêt d'ici quinze ans.

Les autres paramètres déterminants sont les prix du dollar et du baril (un écart d'un franc par dollar équivaut environ à un écart de 3 dollars par baril). Aux conditions actuelles, l'éthanol est compétitif en coût réel à partir de 11,30 F/dollar et 35 dollars par baril. En coût corrigé (coût de production - bénéfice national), il est compétitif pour les valeurs de 9,60 F/dollar et 30 dollars par baril. Dans dix ans, la compétitivité sera assurée en coût réel pour 10 F/dollar et 31 dollars par baril et en coût corrigé pour 8,30 F/dollars et 26 dollars par baril.

(1) Valorisation des devises économisées au coût pour la collectivité des exportations courantes.

(2) Accroissement des recettes de la collectivité (Etat et sécurité sociale). Ces deux effets, expression d'une même réalité, ne peuvent être ajoutés.

2. — *Les estimations de l'O.N.I.C.*
(Office national interprofessionnel des céréales)

L'O.N.I.C. a également calculé le surcoût que l'incorporation d'éthanol et de T.B.A. dans les carburants engendrerait pour la France : il s'élève de 1 à 3 milliards de francs, selon la quantité de bio-éthanol incorporée dans l'essence. En revanche, les économies de devises réalisées par la baisse des importations de pétrole et d'aliments pour bétail se situent dans une fourchette qui va de 84 et 196 millions de dollars (entre 640 millions et 1,5 milliard de francs) et permettrait, toujours en France, de créer directement — uniquement dans les unités de production — 560 emplois pour un mélange à 4,9 %. Les emplois agricoles et les emplois indirects sont en fait beaucoup plus importants.

3. — *Les expériences étrangères*

a) Comme l'indique le rapport de l'Agence européenne d'information, le plan gasohol s'est traduit aux **Etats-Unis** par la création d'emplois (19 600 en 1982, 1,6 milliards de dollars étant cette même année investis) et par la réduction des dépenses de soutien à l'agriculture (129 millions de dollars en 1982) et le redressement des cours du maïs à l'exportation, stimulés par l'accroissement de la demande (amélioration de la balance commerciale de 210 millions de dollars). Il faut néanmoins relativiser ces chiffres par le coût de ces mesures, toujours en 1982, qui s'est élevé à 114 millions de dollars.

b) En **Suède**, le gouvernement a décidé de mesurer de manière précise l'impact macro-économique de la production de carburants oxygénés. Il a donc confié à un **comité parlementaire** où tous les partis sont représentés, le soin d'examiner d'ici la fin 1986 les différentes possibilités d'introduction, en faible quantité dans l'essence d'alcools d'origine nationale en mettant en lumière leurs incidences dans les domaines suivants :

- énergétique (remplacement du pétrole dans le secteur des transports) ;
- agricole (valorisation des surplus de production céréalière) ;
- de défense économique (en cas de blocus des frontières) ;
- de santé publique (problèmes de l'alcoolisme) ;
- de protection de l'environnement (essence sans plomb).

c) Au **Brésil**, l'éthanol remplace actuellement environ 175 000 barils de brut par jour, soit l'équivalent de 19 % de la demande du Brésil,

ou encore 46 % des importations de pétrole dans ce pays (1,85 milliards de dollars par an, 13 % des importations totales du Brésil en 1984). Ces données sont à rapprocher des dépenses de l'Etat brésilien pour soutenir le programme, qui ont été estimées à 1,7 milliard de dollars en 1982, essentiellement en exemption de taxes, par un groupe d'experts de l'Université libre de Berlin (1).

Au plan de l'emploi, les retombées positives semblent encore plus significatives, ainsi que l'indique le tableau suivant :

ALCOOL : PRODUCTION, SURFACE ET NOMBRE D'EMPLOIS

	1983/1984			1987/1988		
	Centre Sud	Nord Nord-Est	Brésil	Centre Sud	Nord Nord-Est	Brésil
Production (1)	6 741	1 126	7 867	11 300	3 000	14 300
Emplois	258 200	161 900	420 100	419 300	395 200	814 500
Dont :						
Agricoles	193 300	151 000	344 300	314 000	368 200	682 200
Industriels	64 900	10 900	75 800	105 300	27 000	132 000

(1) en millions de litres

C. — L'étude commandée par le groupe de travail du Sénat

Une filière bioéthanol peut exercer des effets variés sur l'environnement, les économies d'énergie importée, l'aménagement du territoire, la fiscalité des carburants. Sans prétendre à l'exhaustivité, il importe de considérer les postes pouvant constituer des indicateurs quantitatifs permettant de mettre en évidence des économies de dépenses publiques ou des recettes supplémentaires. Deux postes offrent cette possibilité :

- la balance en devises,
- les gains en terme d'emploi ou, de façon plus élargie, en terme d'aménagement du territoire.

(1) Rapport de l'Agence européenne d'information, p. 82 - Source C.E.F.I.C.

1. — *Economie de devises*

En première approximation, on peut considérer que l'économie de devises permise par l'utilisation d'éthanol carburant a deux origines :

— **une économie d'énergie importée** (pétrole notamment),

— **une substitution des drêches de grain à d'autres aliments riches en protéines** tels que tourteaux de soja ou corn distillers, lesquels sont actuellement importés. L'exportation des drêches de grain vers d'autres pays de la Communauté exercerait des conséquences identiques sur la balance commerciale de la France.

La croissance régulière de la production de substrats et la limitation déjà évidente des débouchés offerts à ces productions sur le marché mondial permettent de penser que les quantités utilisées pour la production d'éthanol ne viendront pas en déduction des exportations possibles. Aucune correction à ce titre n'est donc justifiée.

a) Economie de devises due à la moindre importation de pétrole

En tenant compte des dépenses liées à la production de bioéthanol, comme des dépenses liées à la production des substrats agricoles, il est raisonnable d'estimer l'économie d'énergie réalisée à 13 Gj/m³ éthanol, soit 0,31 tonne équivalent pétrole (t.e.p.). A cette économie, il faut ajouter la substitution partielle de sources d'énergie nationales (électricité) à des sources d'énergie importées (pétrole) soit environ 0,09 t.e.p. Sur la base d'un prix du pétrole de 1 500 F/t, ceci correspond à une économie de 600 F/m³ d'éthanol.

b) Economie de devises dues aux drêches de grains

On peut assimiler les drêches de grains à un produit riche en protéines pouvant se substituer à un produit importé identique tel les Corn Distillers Dried Grain (D.D.G.) ou similaire, par exemple le tourteau de soja. Dans le premier cas, sur la base d'une tonne de drêches par mètre cube d'éthanol. Dans le second cas, on peut estimer que les drêches remplacent 2/3 de leurs poids de tourteau de soja (dont la teneur en protéines est plus élevée). L'économie s'établit ainsi à 1 000 F/t (sur la base d'un tourteau de soja à 1 500 F/t).

Si l'éthanol carburant est produit pour 2/3 à partir de blé et pour 1/3 à partir d'égoûts de sucrerie, les valeurs précédentes s'établissent respectivement à 1 020 F et 960 F/m³ d'éthanol.

Il ressort de ce qui précède que selon les données de l'année 1985 **1 m³ d'éthanol permet de réaliser une économie de devises de 1 600 F environ**, pour un prix du pétrole brut de 1 500 F/tonne environ. Incorporer 5 % d'éthanol à l'ensemble des essences françaises « ordinaire et super » nécessiterait la production de 1,25 million de mètres cubes chaque année, permettant ainsi une économie de 2 milliards de francs (1).

Pour actualiser cette étude, on peut préciser que, selon les données d'avril 1986 cette économie serait encore nettement supérieure à 1 milliard de francs, dans un contexte particulièrement favorable pour les cours du baril de pétrole et du dollar.

2. — *Effets sur l'emploi*

L'évaluation des effets sur l'emploi relève d'une prise en compte :

- des emplois industriels,
- des emplois rattachés à la production agricole.

Pour l'industrie, il devrait y avoir simultanément création et maintien d'emplois. L'instauration d'un régime d'encouragement profitera également aux distilleries existantes, qui, sans ce complément d'activité sont, au moins pour certaines, condamnées.

Par million d'hectolitres, les emplois industriels s'élèvent à 250 personnes dont 80 directement en rapport avec le fonctionnement des unités.

Pour l'agriculture, on peut estimer qu'il s'agit pour l'essentiel d'emplois maintenus. L'estimation a été faite sur la base d'un agriculteur performant dont l'activité serait tournée à plein temps vers la production de blé ou de betteraves, destinées à l'approvisionnement d'unités produisant 1/3 d'alcool de betterave et 2/3 d'alcool de blé. Par million d'hectolitres, les emplois agricoles s'élèvent à 800 personnes et sont intéressantes par le fait qu'ils affectent des emplois dans des zones non industrialisées.

Dans la mesure où ces emplois sont créés en milieu rural, il est possible de leur attribuer une « utilité publique » en se référant aux critères mis en œuvre par la D.A.T.A.R. A titre indicatif, la subvention moyenne par emploi accordée est de l'ordre de 35 000 (pour un emploi de « durée moyenne » estimé à 10 ans).

(1) Lors du colloque de l'A.D.E.C.A., le Président de l'A.F.M.E. a cité le chiffre de 3 milliards.

La production annuelle de 12,5 millions d'hectolitres, correspondant à une incorporation au taux de 5 % à l'ensemble des essences — « ordinaire et super » — consommées en France, créerait ou maintiendrait ainsi de l'ordre de 13 000 emplois, soit un avantage d'un peu plus de 450 millions de francs.

3. — *Observations sur l'investissement*

L'investissement requis pour une production d'alcool voisine de 12,5 millions d'hectolitres est de l'ordre de 3 milliards de francs. Une unité permettant de bénéficier des économies d'échelles les plus substantielles — jusqu'à 1,5 million d'hectolitre par an — représente un montant, hors frais financiers, de 350 millions de francs.

a) **Comparativement à d'autres filières énergétiques (nucléaire, pétrole), il s'agit d'une formule nécessitant relativement peu de capital.** A titre d'exemple, une unité de production de TBA de 380 000 tonnes (soit l'équivalent de 4,75 millions d'hectolitres d'alcool) exige un investissement de 2,4 milliards de francs (contre 1,2 pour l'équivalent alcool).

En période de pénurie de capital, il résulte pour les investissements du secteur énergétique des coûts supplémentaires pour la collectivité liés soit à des taux d'intérêts élevés, soit à des recours qui se transforment en des emprunts étrangers. Il s'agit là d'un avantage financier spécifique pour le bioéthanol.

b) **Le second bénéfice attaché au choix d'une filière bioéthanol réside dans l'origine nationale de l'essentiel des matériels, énergies et ingénieries utilisés.** On ne peut faire le même constat dans les filières pétrochimiques.

La maîtrise technologique de la filière éthanol est déjà et sera, de ce fait, porteuse de retombées liées au développement des fermentations à l'échelle mondiale induites par les progrès réalisés en biotechnologie.

4. — *Fiscalité des essences*

L'insertion d'une nouvelle filière dans le réseau de production national peut donner lieu à des variations de l'assiette fiscale et donc des recettes publiques.

Schématiquement, on remplace une fraction d'hydrocarbures par un produit d'origine agricole qui court-circuite les taxes prélevées sur le raffinage. Mais en contrepartie, l'éthanol subit la cascade des taxes et charges sociales prélevées du champ à la sortie de distillerie.

L'estimation de cette dernière fraction peut se faire sur la base d'un taux de fiscalisation moyen (prélèvements obligatoires) légèrement inférieur à 50 % appliqué à la valeur ajoutée nationale, c'est-à-dire importations déduites. Pour la production agricole, comme pour la fabrication proprement dite de l'alcool, les inputs importés représentent environ 15 %. Ceci ramène la valeur ajoutée nationale à environ 3 F par litre d'alcool, d'où des prélèvements obligatoires de l'ordre de 1,30 F par litre.

En tenant compte du manque à gagner sur la fiscalité appliquée à la valeur ajoutée par le raffinage, l'accroissement net des prélèvements obligatoires peut être estimé à un peu plus de 1 F par litre.

Cette estimation doit être rapprochée de l'étude de la société **Arène**, mentionnée dans le dossier éthanol présenté par l'Association française pour la biomasse, selon laquelle : « L'effet fiscal est calculé en faisant la somme des recettes supplémentaires pour l'Etat, générées par la production d'éthanol : cotisations sociales, T.V.A., impôts, et en soustrayant les détaxes accordées, les taxes sur le raffinage non perçues, les aides accordées à l'investissement et, éventuellement, les subventions à l'agriculture. On aboutit à une recette globale de 60 à 100 F par hectolitre ».

Lors du colloque de l'A.D.E.C.A. du 19 décembre 1985, **M. Michel ROLANT**, Président de l'Agence française pour la maîtrise de l'énergie, a estimé pour sa part à 100 F par hectolitre, les recettes nouvelles perçues par l'Etat.

CHAPITRE 2

LE PRIX D'INTÉRÊT DE L'ÉTHANOL

Le prix de vente de l'éthanol à l'industrie du raffinage fait l'objet de controverses byzantines pour le profane. En effet, les parties en présence calculent de manière sensiblement différente cette valeur d'intérêt, compte tenu de facteurs aussi divers que l'apport de l'éthanol à l'indice d'octane du carburant, son pouvoir calorifique, les spécifications des moteurs et du raffinage. Plus le projet apparaît réalisable, plus les estimations issues du secteur pétrolier apparaissent défavorables à l'éthanol.

I. — LES ÉTUDES DE L'I.F.P. (Institut français du pétrole)

A. — Les conclusions de 1984

Dans un article paru en novembre 1984, alors que le problème de la valeur d'intérêt de l'éthanol pour le raffinage tenait encore du cas d'école, MM. VALAIS et LEPRINCE (1) ont estimé la valorisation potentielle du mélange éthanol-TBA à 112/118 % du prix du super carburant. Les mêmes auteurs estimaient simultanément la valorisation potentielle du TBA à un niveau inférieur (108 à 112 % du prix du super). Il semble donc possible d'en déduire une valeur de l'éthanol seul, sensiblement supérieure ; de l'ordre de 115 à 130 % du prix du super carburant.

(1) MM. VALAIS et LEPRINCE : « Introduction des composés oxygénés dans le raffinage » : impact et stratégies - Revue de l'Institut français du pétrole, vol. 39 n° 6, novembre/décembre 1984, p. 777.

Valorisation potentielle de l'éthanol

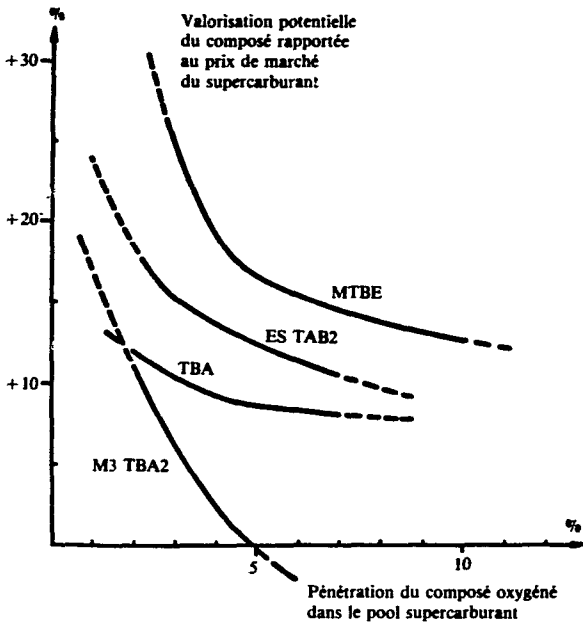


Figure 7
Valorisation potentielle des composés oxygénés. Ethylation 0 g Pb/litre. Raffinerie 'I' (conversion classique).

Potential valorisation of oxygenated compounds. Lead content : 0 g Pb/litre. Refinery II (first step conversion).

MFP-mai 1984

B. — La révision de ces conclusions

Lors de son audition devant le groupe de travail, le 24 juillet 1985, **M. LEPRINCE** a précisé cette première analyse, dans l'hypothèse d'une addition de 7 % de l'éthanol pur et d'un pouvoir calorifique de l'éthanol égal à 70 % environ de celui des hydrocarbures. Ces deux hypothèses pourraient être discutées. Elles n'envisagent que le cas plus défavorable à l'éthanol (mélange à 7 %) pour les moteurs actuels et retiennent l'estimation théorique la plus basse pour son pouvoir calorifique.

L'intérêt essentiel de cette communication réside toutefois dans l'approche méthodologique qu'elle expose.

Au plan économique, l'étude a été conduite par référence aux prix des produits pétroliers à Rotterdam (juin 1985) ; dans ces conditions, le coût d'une augmentation d'un point d'indice d'octane s'établit pour le raffineur à 2,50 dollar/m³ de carburant. En considérant que le coût d'un super carburant avec et sans alcool doit être identique, on a déterminé le prix d'intérêt de l'éthanol par un bilan économique effectué sur les constituants des deux types de carburant. On a tenu compte non seulement de l'apport en octane de l'éthanol mais aussi de la diminution de la teneur en butane qui passe ainsi de la valorisation carburant à la valorisation combustible qui lui est inférieure de 40 % en volume.

Par ailleurs, l'industrie pétrolière estime que dans les structures actuelles et prévisibles à l'horizon 1990 des raffineries françaises, le calcul doit être conduit exclusivement en fonction de l'indice d'octane moteur : c'est en effet cette spécification qui sera déterminante dans la fabrication des supercarburants sans plomb aux normes européennes.

Pour une addition de 7 % d'éthanol, l'étude de l'Institut français du pétrole donne des résultats qui sont valables pour un prix de référence d'environ 2 F le litre (sortie raffinerie) et qui tiennent compte d'une déduction de 0,10 F par litre d'éthanol, afin de compenser les frais supplémentaires de réception, de stockage et de mélange. On obtient :

- sur la base d'une substitution litre pour litre :
1,87 - 2 F/litre (1)
- sur la base d'une substitution à égalité de pouvoir calorifique au litre :
1,30 - 1,40 F/litre (1).

Pour une addition de 5 % d'éthanol et de 2 % d'alcool butylique tertiaire (TBA), mélange autorisé en France, l'industrie pétrolière fixe le prix d'intérêt du mélange à 0,96 fois le prix du supercarburant, soit en tenant compte du prix du cosolvant (2) et des frais de réception-mélange :

- sur la base d'une substitution litre pour litre :
1,65 F/litre
- sur la base d'une substitution à égalité de pouvoir calorifique au litre :
1,15 F/litre

(1) en fonction de l'apport en octane moteur 0,65 - 0,95 point
(2) cosolvant (TBA) à 1,1 fois le prix du supercarburant.

Toutefois, M. LEPRINCE ajoute que pour préciser et compléter cette analyse, il est nécessaire :

- de **procéder à une campagne de mesures** de l'effet de l'addition d'éthanol sur l'indice d'octane moteur avec des carburants sans plomb caractéristiques de la situation du raffinage français en 1990. Ces mesures sont destinées à préciser les données de la littérature scientifique qui ont servi de base au présent calcul,
- d'**affiner l'appréciation du coût du point d'octane** au moyen de simulations mathématiques décrivant la situation réelle du raffinage français et de ses marchés à l'horizon 1990,
- d'**examiner l'effet d'une addition d'un mélange à 3 % méthanol et 3 % éthanol (M3 E3)**, du fait que l'addition de ce mélange peut conduire à une situation économique intéressante et qu'elle est autorisée par le projet de directive communautaire.

II. — LA DOCTRINE DES MILIEUX PÉTROLIERS

La position de l'U.C.S.I.P. a été exposée par M. de PERTHUIS, lors de son audition par le groupe de travail du Sénat, le mercredi 24 juillet 1985.

« Le problème qui se pose au raffineur est celui de savoir quelle est la « valeur de substitution », c'est-à-dire le prix auquel le produit peut être acheté à l'industrie agro-alimentaire en remplacement du supercarburant pétrolier. Il s'agit, naturellement, d'éthanol anhydre.

Dans le cadre de la réglementation actuelle qui suppose que la compensation énergétique au niveau du consommateur est réalisée, la valeur de substitution du mélange éthanol absolu + TBA en volume est de l'ordre de 0,92 fois (0,96 pour un carburant sans plomb le prix du supercarburant actuel plombé).

Ceci non comptés les frais annexes de réception, stockage et mélange qui s'élèvent à près de 100 F/m³.

Au total, le raffineur sur la base d'un supercarburant non plombé de 1 840 F/m³ (valeur décembre 1984) ne peut acheter le mélange éthanol TBA à plus de 1 600 F/m³.

Dans le cas d'un carburant sans plomb (85 d'indice d'octane moteur), le bilan serait légèrement meilleur 1 670 F/m³.

Même si les valeurs de substitution pour l'éthanol au niveau du raffinage que nous donnons sont des valeurs sans doute minimales, elles sont très inférieures à celles que donne le modèle théorique de l'I.F.P. qui, elles, sont des valeurs maximales pour l'éthanol comme pour le méthanol.

En mai 1986, compte tenu d'un coût du supercarburant de 100 F l'hectolitre, le prix maximum d'achat par le raffineur serait de 80 F par hectolitre.

Il n'y a d'ailleurs pas contradiction, mais approche différente : la profession calcule raffinerie par raffinerie et prend en compte les contraintes réelles de chaque usine ; l'I.F.P. fait un calcul France entière qui efface les différences.

L'explication de ces valeurs provient de ce que le maintien des spécifications des carburants (pression de vapeur notamment) rend tout à fait relatif l'intérêt des composés oxygénés. Ce n'est pas forcément le cas pour d'autres pays (États-Unis, Brésil) où le problème des spécifications se pose différemment.

En particulier, l'adjonction de ces composés entraîne la moindre incorporation de butane et le gain procuré par l'éthanol sur l'indice d'octane moteur le plus contraignant est plus faible que pour l'indice recherche.

Enfin, l'effet des densités relatives n'est pas négligeable pour des carburants vendus en volume (près de 6 %).

En résumé, on voit que l'adjonction de carburants oxygénés n'apporte qu'un gain minime (70 F/m³ pour le mélange éthanol-TBA) dans l'élaboration des carburants sans plomb, sans commune mesure avec les coûts à mettre en œuvre pour le raffinage pour élever l'indice d'octane de 3 ou 4 points. »

En mai 1986, compte tenu d'un coût du supercarburant de 100 F l'hectolitre, le prix maximum d'achat par le raffineur serait de 80 F par hectolitre, selon les mêmes modes de calcul (communication de M. PHILIPPON devant le groupe de travail éthanol).

III. — LES AUTRES SOURCES D'INFORMATION

A. — Le rapport JACQUOT

Pour l'éthanol, la valeur d'usage, selon les études de l'Institut français du pétrole (I.F.P.) ou de certaines sociétés d'engineering (comme Abay), se situe entre 10 et 20 % de plus de la valeur de l'essence. Pour l'essence super, si on considère un prix de 28 ECU/hl à la sortie de la raffinerie, le prix d'usage de l'éthanol serait de 31-34 ECU/hl (mai 1985).

B. — Les expériences de l'U.T.A.C.

Lors des auditions organisées par le groupe de travail éthanol, M. MUTHS, représentant la compagnie ESSO, a reconnu que la baisse de pouvoir calorifique était compensée par l'augmentation de la densité du mélange et par l'augmentation du rendement thermique (effet d'approvisionnement du mélange carbure). Selon M. MUTHS, la limite en éthanol pur du mélange se situait à environ 5 % pour éviter certains problèmes sur les moteurs présents et futurs réglés pauvre. Il estime que l'augmentation de la consommation des véhicules serait très faible, inférieure à 2 %. M. BEHAGHEL, de la Chambre syndicale des constructeurs automobiles, a également estimé à 2 % la limite supérieure de la surconsommation éventuelle.

Les données calculées au plan théorique par la commission consultative pour la production de carburants de substitution est encore plus favorable pour démontrer l'absence de surconsommation éventuelle.

Effet dû à	Parc actuel		Parc futur	
	M ₃ TBA ₂	E ₇	M ₃ TBA ₂	E ₇
la diminution du pouvoir calorifique	+ 2,22	+ 1,75	+ 2,22	+ 1,75
l'augmentation de la densité du carburant	} - 2,10	} - 2,60	≅ 0	≅ 0
l'appauvrissement du mélange carburé				
Solde pour le consommateur	+ 0,12	- 0,78	+ 2,22	+ 1,75

Une étude récente de l'U.T.A.C. (Union technique automobile) confirme ces estimations.

L'U.T.A.C. a effectué les mélanges afin d'obtenir précisément les compositions définies ci-dessous. Un supercarburant du commerce, provenant de la même raffinerie que la base a été utilisé comme carburant de référence pour l'ensemble des essais.

Carburants utilisés

Code carburant	A	B	C	D	E	F	G
Dénomination	Super commerce	M3 TBA 2	M3 ABE 2	E5 TBA 2	E5 ABE 2	TBA 7	MTBE 10
Méthanol		3 %	3 %				
Tertiobutyl alcool		2 %		2 %		7 %	
Mélange acétonobutylique			2 %		2 %		
Méthyl-tertio butyl-éther							10 %
Ethanol				5 %	5 %		

Les mesures de consommation de carburant selon le cycle urbain ont donné les résultats qui sont consignés ci-dessous, les valeurs sont exprimées en litres aux 100 km.

Ces résultats sont la moyenne de trois séries d'essais comportant six mesures chacune.

Carburants Véhicules	A	B	C	D	E	F	G
11	12,6	12,4	12,5	12,6	12,6	12,7	12,6
12	12,7	12,8	12,8	12,9	13,3	13,0	13,1
13	8,2	8,4	8,4	8,3	8,4	8,3	8,4
14	9,3	9,1	9,1	9,0	9,1	9,1	9,0
15	8,4	8,2	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3
16	6,9	6,9	7,0	6,9	6,9	6,9	6,9
17	8,4	8,3	8,5	8,3	8,4	8,5	8,5
18	6,7	6,7	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
19	13,7	13,1	13,4	13,5	13,1	13,3	13,2
21	11,5	11,7	12,0	12,0	12,0	11,7	11,8
22	12,5	12,5	12,6	12,6	12,8	12,7	12,7
23	8,6	8,5	8,6	8,7	8,6	8,6	8,5
24	8,2	7,9	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1
25	7,5	7,5	7,6	7,5	7,5	7,5	7,5
26	6,4	6,3	6,4	6,4	6,4	6,4	6,3
27	8,1	7,8	7,9	8,0	7,7	7,8	7,9
28	6,5	6,5	6,6	6,5	6,5	6,5	6,5
29	12,3	12,0	12,2	12,2	12,2	12,1	12,0

On constate ainsi que les mélanges à base d'éthanol (D et E) sont sensiblement aussi performants que les supercarburants vendus dans le commerce. Dans le cas du E5 HTBA2 la consommation est strictement identique, dans le cas du E5 ABE2 le différentiel est également nul. Il conviendrait toutefois que l'U.T.A.C. puisse procéder ou faire connaître les résultats s'ils existent à une mesure de la consommation de carburant additionné d'éthanol sans cosolvant.

IV. — LE RAPPORT MOLLE

Le rapport MOLLE (1) met en évidence trois modifications à apporter au scénario présenté par l'U.C.S.I.P. :

(1) Ethanol carburant - avril 1986

A. — Le pouvoir calorifique

« Le butane est un produit proportionnellement moins riche en énergie que les autres composants de l'essence en sorte que finalement, après l'avoir enlevé, la baisse du pouvoir calorifique du mélange contenant 5 % d'éthanol ne sera que de 1 % environ.

L'augmentation de rendement du moteur annule cet effet et permet alors de considérer qu'un kg d'éthanol (26 750 kJ) remplace dans ce mélange 1 kg d'essence (42 000 kJ) pour les moteurs actuels.

B. — L'apport de points d'octane

Dans les structures actuelles et prévisibles à l'horizon 1990 des raffineries européennes, la spécification d'indice d'octane moteur (minimum 85) sera déterminante dans la fabrication des supercarburants sans plomb aux normes européennes. C'est donc sur ce critère qu'est apprécié l'apport en octane de l'éthanol et sa valeur économique. Ce point est bien sûr défavorable à l'éthanol puisque l'apport en indice d'octane « recherche » est plus élevé. **Aux États-Unis c'est la moyenne de l'indice moteur et de l'indice recherche qui est prise en compte.**

C. — La valeur d'intérêt

« On peut donc considérer que même pour les véhicules de 1990 utilisant de l'essence sans plomb un litre d'alcool mélangé à raison de 5 % en volume à l'essence remplace un litre d'essence. Pour la collectivité, le remplacement est plus efficace encore. (1 tonne d'éthanol remplace 1,2 à 1,25 t de pétrole) grâce aux économies de la raffinerie. »



En conclusion, il apparaît au groupe éthanol que la substitution litre par litre est la seule objectivement envisageable pour mesurer le prix d'intérêt de l'éthanol par rapport au supercarburant. Il s'agit même probablement d'une hypothèse basse, puisqu'un coefficient de 1,2 pourrait également être retenu.

CHAPITRE 3

L'ÉVOLUTION DES PRIX DU PÉTROLE

Le présent rapport ne vise pas à fournir un scénario supplémentaire sur l'évolution des prix du pétrole à moyen ou long terme. Il nous est apparu toutefois indispensable d'analyser de manière plus fine les rapports entre le prix du pétrole et le choix en faveur de la filière éthanol, en soulignant les incertitudes et les conséquences de la baisse du baril à court et à moyen terme.

I. — LA BAISSÉ DU PRIX DU PÉTROLE IMPLIQUE UNE MODIFICATION DE LA CARTE PÉTROLIÈRE GÉNÉRATRICE A TERME D'UN TROISIÈME CHOC PÉTROLIER

Le faible niveau actuel des cours du pétrole exerce rapidement des effets sensibles : déclassement de gisements devenus non rentables (Texas, voire Mer du Nord), ralentissement de la prospection de gisements nouveaux (baisse de l'autofinancement des compagnies pétrolières, coût d'extraction élevé de ces gisements additionnels), concentration du raffinage et de l'industrie chimique au Moyen-Orient.

A. — Le ralentissement de la prospection

Les perspectives d'un amenuisement des résultats financiers liés à la baisse du pétrole ont d'une façon générale conduit les compagnies à revoir en baisse les investissements prévus pour 1986. Ainsi, par exemple, Exxon plafonnerait ses investissements à 8 milliards de dollars contre 10,9 l'année précédente. Chevron, autre compagnie américaine réduirait de 30 % les montants initialement programmés. Royal Dutch Shell estime quant à elle à 15 % la réduction nécessaire. Cette politique va toucher en priorité les dépenses de prospection et de mise en exploitation dans des proportions que l'on peut estimer de 15 à 30 %. Cette attitude conduira à terme à un ralentissement des possibilités de production puisqu'elle s'applique sur une ressource non renouvelable. Les compagnies françaises viennent par ailleurs d'annoncer des réductions comparables dans leurs programmes d'investissement.

B. — La délocalisation du raffinage

La branche « raffinage et distribution », bien que théoriquement mise en meilleure position par la baisse des prix du pétrole, ne verra guère de changement dans l'évolution amorcée au cours de ces dernières années. Le déséquilibre entre produits légers et lourds, la surcapacité qui s'est faite jour au fil de la réduction des consommations, la surenchère des nouvelles formes de distribution sont autant de facteurs qui expliquent le précaire état de santé de l'outil de raffinage national. La perspective des essences sans plomb — génératrices de nouveaux investissements — ne contribue pas précisément à améliorer la situation. Les six compagnies concernées par le raffinage sur le territoire français annoncent la suppression d'environ 3 000 postes pour 1986 : de 41 700 personnes en 1980, ce secteur atteindra à peine 33 000 emplois à la fin de l'année 1986. Dans ces conditions, l'orientation qui consiste à laisser aux pays pétroliers une part croissante du raffinage comme des activités pétrochimiques devrait se poursuivre.

Dans les pays pétroliers, la décote brutale de l'or noir pourra produire des effets qui ne seront pas nécessairement les mêmes. Il est probable que l'exploration, confiée souvent à des compagnies étrangères, sera moins importante. Mais les effets les plus immédiats toucheront l'ajustement quantitatif de la production à la demande. Les experts de l'O.P.E.P. prévoient qu'une baisse de l'ordre de 25 % de la production serait nécessaire pour retrouver l'équilibre de prix antérieur. En revanche, il est certain que la tendance qu'avaient les principaux pays pétroliers du Moyen-Orient à investir dans le raffinage et la pétrochimie, va se confirmer. C'est en effet un des seuls moyens pour ces pays dont l'économie « fonctionne au pétrole » de tirer une valeur ajoutée maximale de leurs ressources tout en renforçant leur capacité de négociation commerciale et leur poids économique.

Une étude récente de la commission des Communautés européennes (1) confirme ces perspectives sombres.

Malgré une augmentation prévisible de la consommation de pétrole brut, la C.E.E. devra poursuivre son programme de réduction des capacités de raffinage. Telles est la conclusion que tire en effet la commission européenne de l'évolution récente du marché dans la communication qu'elle a transmise le mercredi 7 mai au Conseil des Ministres.

De 1977 à 1985, l'industrie a procédé à une diminution de ses installations : Allemagne fédérale — 45 %, Belgique — 44 %. France et Royaume-Uni — 37,9 %, Italie — 34 %. D'ici à 1990, de nouvelles fermetures sont prévues : 42 millions de tonnes de capacité dont 13,5 millions en France.

(1) Le Monde 9 mai 1986 - Article de M. Marcel SCOTTO.

La commission reprend à son compte les prévisions des compagnies, qui portent sur une stabilisation à moyen terme du prix du baril à 15 dollars. Dans cette hypothèse, la commission prévoit l'accroissement sensible — autour de 10 % — de la consommation pétrolière en raison de la reprise de la croissance et de la demande énergétique. Cette évolution ne devrait toutefois pas permettre aux Douze de faire l'économie de nouveaux efforts et donc d'éviter ce qui était prévu avant la chute du prix du brut.

La commission retient dans son document deux autres scénarios : le premier porte sur le prix du pétrole à 20 dollars. Dans ce cas, les Douze devront effectuer des fermetures supplémentaires de 25 millions de tonnes. Le deuxième cas de figure envisage le retour à la situation antérieure (c'est-à-dire à un baril à 25 dollars et plus) **que la commission n'exclut d'aucune façon**. Dans cette hypothèse, les réductions de capacité devront être supérieures de 50 millions de tonnes aux prévisions initiales.

Selon les scénarios envisagés, la restructuration de l'industrie européenne de raffinage devrait entraîner, estime Bruxelles, une nouvelle perte directe de cinq mille à dix mille emplois.

CAPACITÉS DE RAFFINAGE DANS LA CEE A DOUZE
(en millions de tonnes/an)

	Capacités au 1/1/85	Dimension en 1985	Dimension envisagée en 85/86	Capacités au 1/1/90	Réductions au 1/1/90 par rapport aux capacités de 77
Europe à 12	656,6	- 40,1	- 41,9	574,6	- 38 %
Belgique	31,2	0	- 1,6	29,6	- 46 %
Allemagne	104,1	- 16	- 9,2	78,9	- 51 %
Espagne	66,5	- 5	0	61,5	- 15 %
France	110,5	0	- 13,5	96,8	- 45 %
Italie	128	- 6,5	- 9,8	111,7	- 39 %
Pays-Bas	73,6	- 1,1	- 5,8	66,7	- 35 %
Royaume-Uni	99,1	- 11,5	- 1,8	85,8	- 38 %

Source CEE.

C. — La concentration des réserves

Le ralentissement de l'effort de prospection permet d'esquisser, en première analyse, une estimation de la concentration des réserves à partir des réserves prouvées existantes.

La figure 1 (voir page 123) indique les réserves prouvées de pétrole en 1985 et la figure 2 l'évolution de ces réserves en prolongeant la consommation actuelle. On voit d'après ce calcul très simplificateur apparaître un phénomène pourtant réel : les principales réserves seront concentrées avant la fin de ce siècle dans quelques pays. En l'an 2000, l'Arabie Saoudite en possèdera à peu près 80 %.

On conçoit donc que, même si le risque de raréfaction physique du pétrole au niveau mondial semble très lointain, le risque de raréfaction « politique » dû à ce monopole apparaît très important. Selon Jean-François MOLLE, l'accalmie actuelle du marché, en freinant les investissements, porte en elle, presque mécaniquement, un troisième choc pétrolier, certainement avant la fin de ce siècle ou au moins un renchérissement graduel au fur et à mesure du resserrement de l'offre autour de quelques producteurs.

L'Europe est, à cet égard, particulièrement fragile. Elle importe aujourd'hui 70 % du pétrole qu'elle consomme. Ses propres réserves, même au rythme modéré d'extraction actuel, ne représentent que 15 années de consommation. Toutes ces considérations se placent dans un cadre politique stable des pays producteurs. Même dans cette optique favorable, on peut constater qu'il serait pour le moins hasardeux d'arrêter toutes actions visant à desserrer à terme la contrainte pétrolière au moins sur les carburants. Le groupe de travail estime donc fondamental, dans cette perspective, de rechercher les voies de la compétitivité pour la filière éthanol.

Figure 1

PRINCIPALES RÉSERVES DE PÉTROLE BRUT AU DÉBUT DE 1985

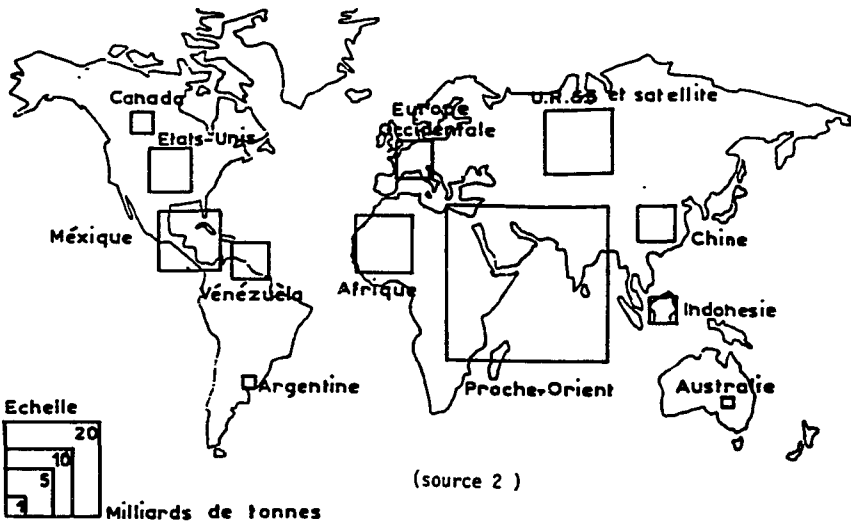
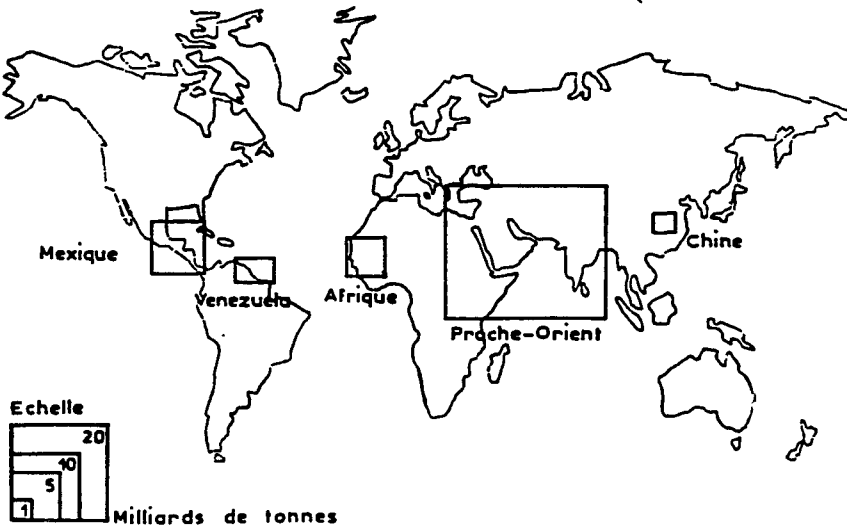


Figure 2

PRINCIPALES RÉSERVES DE PÉTROLE BRUT EN L'AN 2000 (calcul simplifié)



II. — LA BAISSÉ DES PRIX DU PÉTROLE GÉNÈRE DES MÉCANISMES CORRECTEURS A COURT TERME

A. — Le redressement du marché n'est plus exclu à court terme (1)

Depuis la mi-avril 1986, le marché semble de nouveau orienté à la hausse. Les statistiques et les prévisions publiées par les compagnies, les organismes officiels américains et l'Agence internationale de l'énergie, créée au lendemain du premier choc pétrolier par M. KISSINGER afin de faire contrepoids à l'O.P.E.P., justifient cette inflexion de tendance. Ces organismes ont révisé leurs estimations et prévoient désormais une reprise de la consommation d'ici à la fin de l'année. Selon le dernier bulletin de l'A.I.E., la consommation dans l'O.C.D.E. devrait progresser de 2 % au deuxième trimestre et de 3 % au cours de la seconde moitié de l'année, alors qu'elle a encore diminué de 1,5 % au cours du premier trimestre et de 1 % l'an passé. Cette prévision se fonde sur l'hypothèse d'un prix moyen de 15 dollars par baril d'ici à la fin de l'année et d'une croissance de 3,25 % dans l'O.C.D.E.

La baisse des prix pour les consommateurs finaux — de 15 à 30 % jusqu'ici selon les pays et les produits — généralement bien répercutée, sauf au Japon et en Italie, devrait se poursuivre, estime l'A.I.E. Elle provoquera une reprise rapide de la demande de carburants et de fioul domestique, et arrêtera la chute de la consommation du fioul lourd.

De surcroît, l'Agence, comme les compagnies ont également révisé leurs estimations de la production des pays concurrents de l'O.P.E.P. Les difficultés de l'Égypte, du Mexique et de la Norvège devraient entraîner au deuxième trimestre, selon l'A.I.E. une très légère diminution de la production non O.P.E.P. La Chine, le mois dernier, a pour la première fois importé du brut indonésien, alors que jusqu'ici Pékin exportait. Enfin, la production américaine a, selon une grande compagnie, diminué d'environ 200 000 barils par jour du fait de la fermeture de puits devenus non rentables.

L'ensemble de ces facteurs devrait donc, en toute logique, donner à l'O.P.E.P., comme celle-ci le souhaite, une part de marché plus large (d'environ un demi-million de barils par jour hors effets de stock selon l'A.I.E.).

Toutefois, cette reprise dépendra de l'attitude de l'Arabie Saoudite, dont l'intérêt est peut être de viser une augmentation de l'offre présentant un double avantage de court terme (l'effet volume restant supérieur à l'effet prix, ses recettes d'exportation sont accrues) et de long terme (concentration des réserves) permettant une « éviction » des concurrents hors du marché.

(1) Le Monde 8 mai 1986 - Article de Véronique MAURUS

B. — Les anticipations sont modifiées

Une étude récente de la société américaine Frost et Sullivan, spécialisée dans l'estimation du risque politique, prévoit dans l'ensemble une remontée des cours. Cette prévision est bien évidemment assortie d'une marge d'incertitude importante autour d'un cours moyen de 17 dollars. Toutefois, le fait important est qu'une très large majorité des experts consultés se prononcent pour un raffermissement des cours. La société Enerfinance, en revanche, n'exclut pas que les prix remontent dès cette année à 25 dollars (1).

Les projections économiques du Sénat confirment cette tendance. Compte tenu des difficultés méthodologiques évidentes en ce domaine, il a été retenu pour 1986 un prix moyen du baril importé par la France de 23 dollars, qui est, certes, sensiblement supérieur au prix observé en mars 1986, mais qui représente malgré tout, pour l'ensemble de l'année, une baisse de près de 17 % par rapport à 1985. Il a également supposé que ce prix resterait inchangé en 1987, puis que, à partir de 1988, il amorcerait un redressement correspondant à une très légère surindexation par rapport aux prix des exportations des pays industrialisés. Il atteindrait finalement 28 dollars en 1991.

III. — LA SENSIBILITÉ DES PROGRAMMES BIOÉTHANOL A LA BAISSÉ DES PRIX DU PÉTROLE

A. — L'examen des expériences étrangères

Les expériences étrangères les plus intéressantes indiquent clairement la sensibilité des programmes de production d'éthanol carburant à la variation des cours du pétrole. En effet, ces cours déterminent à la fois la subvention nécessaire pour rendre à court terme l'éthanol compétitif et le prix de revient des remonteurs d'octane concurrents.

1°) Aux États-Unis, le service d'inspection des finances (General Accounting Office) a présenté un bilan relativement critique du plan gasohol. Certaines observations apparaissent peu fondées (risque de tension sur les prix du maïs), d'autres plus acceptables (risque d'un conflit avec la C.E.E., sur les sous-produits destinés à l'alimentation animale). En revanche, le G.A.O. souligne le risque de dirigisme si les autres remonteurs d'octane devaient être confrontés à un concurrent subventionné en permanence. Ceci ne devait pas être le cas, puisque l'exemption de taxes fédérales devrait cesser en 1992.

(1) Les Echos 20 mai 1986.

Par ailleurs, il est à noter que « The Highway Users Federation » demande expressément au Gouvernement fédéral de revoir sa position concernant les exemptions fiscales dont bénéficie l'éthanol. Le programme d'amélioration du réseau routier semble pénalisé par l'exemption des taxes qui devaient, à l'origine, être dévolues à ce secteur.

S'il est exact que la baisse du prix du pétrole éveille quelques incertitudes sur la pérennité du plan alcool, on doit en revanche souligner que la finalité agricole du projet reste dominante. **Il a été en effet annoncé, le 2 mai dernier, que les producteurs d'éthanol recevront un bushel de céréales détenues par la C.C.C. pour 2,5 bushels acheté sur le marché.** Ce programme sera en vigueur du 10 mai au 30 septembre, date à partir de laquelle le Loan rate du maïs à 1,92 dollar/bushel entrera en pratique.

2 millions de tonnes de maïs devraient être utilisées par les producteurs d'éthanol pendant cette période. Le bonus total distribué correspondra à 630 000 tonnes de maïs. Il sera distribué sous forme de certificats qui seront échangeables contre n'importe quel type de marchandise détenue par la C.C.C. Si le prix du maïs pendant cette période est de 2,3 dollars/bushel, **la subvention totale peut être estimée à 62 millions de dollars (450 millions de francs).**

2°) Au **Brésil**, la situation est encore plus caractéristique. En février 1986, les autorités brésiliennes ont décidé de ne plus autoriser la création de nouvelles distilleries pour la production d'alcool à partir de la canne à sucre. Deux raisons sont invoquées : la baisse des prix du pétrole et la superproduction. En 1986, la production d'alcool-carburant devrait être de 12 milliards de litres alors que la consommation en 1985 a été de l'ordre de 9 milliards de litres. Quant au prix du baril d'alcool, il est officiellement de 37 dollars par baril.

Ce coup d'arrêt n'est guère surprenant, dans la mesure où le plan pro-alcool se fixait comme objectif prioritaire d'atteindre l'autosuffisance énergétique. Il s'explique en outre par les décisions restrictives prises par la Banque mondiale sur les demandes brésiliennes de financement de construction de distilleries.

3°) En Suède, l'avenir de la filière éthanol n'est que partiellement compromis par l'évolution des prix du pétrole. Comme l'indique à juste titre le conseiller scientifique de l'Ambassade de France à Stockholm, **le gouvernement suédois et ses agences sont plus favorables à l'emploi du méthanol qu'à celui de l'éthanol.** Ceci n'est pas surprenant, car un des éléments intervenant dans cette préférence est la politique quasi prohibitionniste pratiquée en Suède vis-à-vis de la production et de la consommation d'alcool. A cette raison, moralisante, s'en ajoutent d'autres de grand poids. Le gouvernement doit, dans un proche avenir, donner son feu vert à la construction d'un grand complexe charbonnier à Nynäshamm et la production de méthanol à grande échelle constituerait un élément valorisant de première importance, les technologies chimiques correspondant étant bien au point. De plus, les autorités suédoises suspectent que sous la zone d'impact d'une énorme météorite, celle du lac Siljan, se trouve piégée une énorme réserve de méthane. Vattenfall (l'équivalent de l'E.D.F. en Suède) va entreprendre les forages en septembre, et si les espoirs sont confirmés par la réalité, la Suède pourrait disposer dès 1990 d'une source quasi inépuisable de méthane abiogénique à très bon marché, susceptible de servir de matière première à la production massive de méthanol.

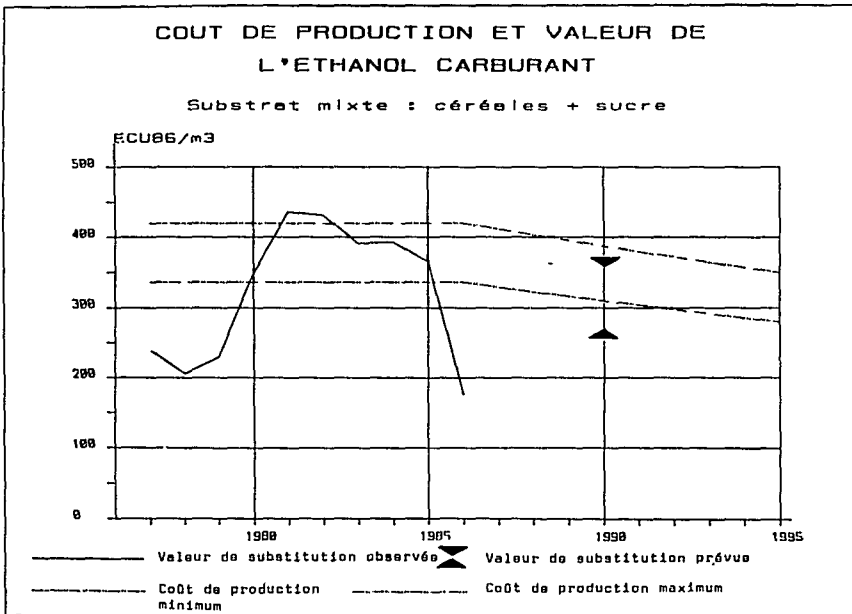
B. — Les conclusions pour la France

Les développements qui précèdent indiquent clairement la nécessité de prendre en compte l'évolution des prix du pétrole dans le choix en faveur de la filière éthanol. Mais cette prise en compte doit être objective et ne pas se résumer à un simple réflexe : « le pétrole baisse, l'éthanol n'est plus une filière intéressante ». Elle doit être effectuée au regard de l'extrême volatilité des cours du brut comparée à la permanence de l'impératif d'autonomie énergétique. Toutes proportions gardées, le programme électro-nucléaire n'est pas fondamentalement remis en cause à tout instant : il résulte d'un choix économique et politique à long terme. Il est par ailleurs plus que probable que dans une dizaine d'années, lorsque l'essence sans plomb représentera une fraction importante des carburants automobiles distribués, les cours du pétrole seront d'un niveau assurant la compétitivité de la filière éthanol.

Cette prise en compte doit en effet faire état des solutions alternatives à ce « challenge » de l'essence sans plomb. Il est indispensable, pour l'industrie pétrolière, de trouver les solutions les mieux adaptées pour remonter les indices d'octane. Comme nous l'avons démontré précédemment, la filière éthanol est l'une des plus intéressantes en volume, en prix et en indice d'octane.

En dernier lieu, il convient de rappeler que la filière éthanol, si elle est techniquement maîtrisée, recèle encore un fort gisement de productivité, ce qui n'est probablement pas le cas du raffinage pétrolier. Pour toutes ces raisons, il nous apparaît donc **infondé, voire dangereux de se complaire dans des raisonnements de très court terme, l'œil fixé sur les cours de Rotterdam, alors que le problème posé a pour horizon l'an 2000.**

Un calcul simple permet d'illustrer ce point de vue. Si l'on considère une valeur d'intérêt de l'éthanol de 1,2 (hypothèse haute), et une valeur du pétrole de 27 à 37 dollars 1983 par baril (prévisions du IX^e Plan) pour les années 1990, on peut dresser le tableau suivant établi en Ecus 1986 (1) qui démontre que l'éthanol était compétitif entre 1980 et 1985 et qu'il devrait le redevenir à l'horizon 1990, compte tenu des hypothèses retenues pour les cours du pétrole.



(1) Pour simplifier les calculs, on a considéré 1 dollar = 1 Ecu = 7 F environ, ce qui minore la compétitivité de l'éthanol. On a pris en compte les matières premières agricoles à leur prix mondial.

CHAPITRE IV

L'OPPORTUNITE FINANCIERE DE LA FILIERE BIOETHANOL

Le présent chapitre vise à étudier dans quelle mesure le bioéthanol peut être compétitif par rapport aux autres remonteurs d'octane oxygénés et à une sévérisation du raffinage. Il se propose également d'étudier le niveau des subventions nécessaires pour assurer à terme sa compétitivité intrinsèque.

I. — LA RENTABILITE DES FILIERE CONCURRENTES

A. — Les remonteurs d'octane

Dans son exposé devant le groupe de travail éthanol du Sénat, le 3 juillet 1985, M. Jean-François MOLLE a dressé un bilan exhaustif des avantages et des inconvénients respectifs des remonteurs d'octane du bioéthanol.

1. — Le M.T.B.E.

Le M.T.B.E. (Méthyl-Tertio-Butyl-Ether) est un produit de la pétrochimie. C'est à tous égards le plus intéressant mais sa production en Europe est limitée. Sa disponibilité ne devait pas dépasser 1 Mt/an en Europe dans les dix ans.

Il peut être mélangé à hauteur de 10 % dans l'essence. Les bénéfices sont tels que 10 Mt de carburant européen devraient à terme faire l'objet d'un tel mélange, ce qui correspond à la quantité maximum de M.T.B.E. disponible.

2. — *Le méthanol*

Le méthanol produit à partir de gaz naturel est et sera disponible en grande quantité à des prix attractifs (capacité de production : 15 millions de tonnes, production effective : 7 millions de tonnes, estimation « prudente » du disponible pour le méthanol carburant de 30 millions de tonnes en l'an 2000) sur le marché international). La tendance lourde est donc d'utiliser le méthanol dans les carburants.

Toutefois, l'emploi d'un cosolvant pour éviter la demixion du mélange en présence de traces d'eau à basse température est absolument nécessaire pour utiliser le méthanol à ces faibles teneurs.

3. — *Le T.B.A.*

Le cosolvant économique du méthanol est le T.B.A. (Tertio-Butyl-Alcool). Le mélange M3 T.B.A.2 remplace, en raison de son prix, encore avantageusement l'essence correspondante. Le T.B.A. est produit à raison de 400 000 t/an en Hollande. Pour être économique, il doit être fabriqué par une filière cogérant le l'oxyde de propylène dont le T.B.A. est un sous-produit. Le marché de l'oxyde de propylène est limité de sorte que même en remplaçant l'unité ancienne de Lavéra (Société Elf) en France par une unité moderne cogérant du T.B.A. (400 000 t/an en plus) il manquera de façon certaine 1 000 000 t de cosolvant pour la généralisation du programme allemand (3 % méthanol, 2 % T.B.A.) à l'Europe.

Ce problème est commun au monde entier car il n'existe aucun lien logique entre le marché de l'oxyde de propylène directeur de la quantité produite de T.B.A. et le marché de cosolvant. Cependant, tant qu'on dispose de T.B.A., un programme M3 T.B.A.2 est le plus intéressant après le programme M.T.B.E. 10.

Il pourra donc concerner 40 Mt supplémentaires de carburants européens, soit 1,2 Mt de méthanol et bien sûr 800 000 t de T.B.A.

4. — *L'éthanol, cosolvant du méthanol*

Si l'on estime à 93 millions de tonnes la consommation d'essence de la C.E.E., à 12, il reste donc à terme 43 Mt qui n'auraient pas fait l'objet d'ajout de composés oxygénés. Il est tentant, en première analyse, de chercher à utiliser un peu plus de méthanol.

Or, d'après les premiers travaux effectués aux Etats-Unis, au Canada et en Europe, l'éthanol pourra jouer le rôle de tiers solvant pour le méthanol avec des mélanges de type M3 E3. Ce mélange est aussi stable que M3 T.B.A.2 surtout avec les essences futures riches en aromatiques. Ce programme correspondrait à l'emploi de 1,3 Mt de méthanol supplémentaire et à 1,3 Mt (16 Mhl/an) d'éthanol (17 Mt/an de betteraves ou 5 Mt/an de blé).

Dans son rapport adressé en avril 1986 aux services de la commission de Bruxelles, **M. Jean-François MOLLE** calcule ainsi le marché potentiel de l'éthanol dans l'essence sans plomb à l'horizon 1900 :

Essence sans plomb	M ₃ E ₃	E ₃
Quantité en Mhl/an	15	25
Prix F/1 de l'éthanol	2,6	2,5
Ethanol en % du carburant européen	1,3	2

hypothèses : 1 baril = 25 \$. 1 \$ = 7,5 F. \$ et F de 1986. Méthanol à 1250 F/t.

B. — La modification du raffinage

Pour s'adapter à la nouvelle réglementation sur l'essence sans plomb, les raffineurs ont le choix entre le recours à des remonteurs d'octane oxygénés et la modification du raffinage. Le groupe de travail ne dispose pas de données très précises sur le surcoût entraîné par cette sévérisation du raffinage, relativement gourmande en énergie. Plusieurs éléments d'information doivent cependant être mentionnés.

1. — *La non prise en compte des composants oxygénés dans les décisions communautaires*

Une seule qualité d'essence sans plomb est en effet exigée, d'indices d'octane au moins égaux à 95 (recherche) et 85 (moteur). Cette décision est un « optimum économique et énergétique entre le raffinage pour lequel les points d'octane coûtent cher et le véhicule pour lequel les mêmes points d'octane autorisent l'emploi de moteurs à haut rendement. L'apport de points d'octane par les carburants oxygénés n'a à aucun moment été pris en compte dans le modèle dont l'utilisation est à l'origine de la décision.

2. — *Les choix opérés par les compagnies pétrolières*

Dans la prise de « position des compagnies pétrolières » du 19 novembre 1985, les choix ne paraissent pas encore définitifs. On pouvait lire, dans le document transmis au groupe de travail :

« Elles envisagent, pour cela, soit de modifier l'équipement de leurs raffineries, soit d'incorporer aux produits issus de leur raffinage, des composants oxygénés, afin que leur supercarburant ait l'indice d'octane fixé par la directive de la C.E.E. le choix entre le recours au traitement en raffinerie ou à l'addition des composés oxygénés sera effectué en fonction de considérations économiques, de façon à optimiser le coût de la production du raffinage, compte tenu notamment des prix des additifs qui existeront sur le marché ».

En revanche, le secrétaire général de la Chambre syndicale du raffinage, auditionné le 26 avril dernier, a été plus précis sur les intentions des raffineurs :

« Un point nouveau important est le choix de l'industrie pétrolière française de ne distribuer finalement qu'un seul carburant : le carburant sans plomb à 95 d'octane si bien que l'élévation de l'indice d'octane global sera plutôt de 4 à 5 points que de 3 à 4 points.

Malgré les difficultés, les raffineurs envisagent de réaliser pour l'essentiel cette élévation de l'indice d'octane par des investissements de raffinage et non pas par un appel massif aux carburants oxygénés qui ne suffirait d'ailleurs pas ».

Selon certaines estimations, la solution retenue au plan communautaire du carburant 85-95 impliquerait environ 21 milliards de francs d'investissements en raffineries répartis sur dix ans et une surconsommation de pétrole de 4 millions de tonnes.

II. — LA RENTABILITE DES FILIERE BIOETHANOL : QUELLES SUBVENTIONS ?

Nous avons pu démontrer, dans le présent rapport, que les préventions techniques à l'encontre de la filière bioéthanol pouvaient être assez aisément levées. Il demeure toutefois à résoudre le problème de sa compétitivité intrinsèque. Plusieurs scénarios ont été évoqués (1) par les ser-

(1) Voir, sur ce point, « L'avenir du bioéthanol en Europe », Agence européenne d'information, Yves Clarisse, janvier 1986

vices de la commission de Bruxelles ou par des entreprises privées comme le groupe italien Ferruzzi. Leurs résultats sont liés étroitement aux hypothèses de départ. Deux approches seront rappelées, afin d'en apprécier essentiellement l'apport méthodologique.

A. — Les différentes approches méthodologiques

1. — *Le budget communautaire*

Le rapport Jacquot avait calculé un prix d'achat de l'éthanol par les pétroliers compris entre 20 et 35 ECU par hectolitre, pour un prix de revient de 53-63 ECU par hectolitre (filière blé). Si l'on considère qu'il est nécessaire de mettre en œuvre 283 kg de blé pour produire un hectolitre d'éthanol, on aboutit ainsi à un écart de compétivité apparent compris entre 50 et 120 ECU. Les données figurant dans le rapport sont en fait :

COMPARAISON ENTRE « ECARTS A COMBLER POUR L'ETHANOL ET LES MESURES PRISES EN CHARGE ACTUELLEMENT PAR LE FEOGA POUR L'ECOULEMENT DES PRODUITS AGRICOLES, EN ECU (SITUATION BUDGETAIRE 1985)

Produit de base	Ethanol (écart à combler par t de matière premières)		Restitution à l'exportation	Restitution à la production	Frais de stockage pour un an (entrée, sortie, stockage, frais d'intérêt)
1	2		3	4	5
Pommes de terre	40	68	—	6,25	
Mais	119	209	(51,5)	19,41	
Blé	65	155	36 (1)	27,79	35

(1) La restitution moyenne pour les campagnes de commercialisation 1980/81 à 1984/85 à été de 60 Ecu/tonne.

On constate donc que, dans l'optique du groupe de travail, il n'y a pas de surcoût dirimant. Selon ses hypothèses de travail (taille de l'usine, restitution à 60-70 ECU pour le blé et les égoûts de sucrerie à 870 F la tonne, transformation d'excédents stockés en excédents transformés à production totale plus ou moins constante), les frais de stockage représentent approximativement la différence entre le prix de revient de l'éthanol et son prix d'intérêt à l'horizon 1990. Et cette appro-

che ne tient pas compte des avantages macro-économiques de la filière, ni du coût d'opportunité pour le F.E.O.G.A. d'une reconversion des superficies cultivées en blé en superficies cultivées en protéagineux (1).

2. — *Les estimations de la société Ferruzzi*

En effet, les experts de Ferruzzi ont estimé ce coût d'opportunité pour la Communauté européenne. Deux hypothèses ont été envisagées : l'aide en vigueur en septembre 1985 (218,6 ECU par tonne pour le colza, 335,14 pour le soja, 270,96 pour le tournesol et 170 pour les autres) ou l'aide moyenne de la campagne 1984/1985 (respectivement 110, 260, 190, 150 ECU par tonne). L'application de l'aide à la reconversion a été calculée uniquement sur la production supplémentaire de 350 000 tonnes de colza, 425 000 tonnes de soja, 198 000 tonnes de tournesol et 240 000 tonnes d'autres protéagineux.

Tous calculs effectués, les experts de Ferruzzi en arrivent à un coût de 125,36 ECU par tonne de blé reconvertie en protéagineux si l'aide en vigueur au 30 septembre 1985 est choisie, ou à 89 ECU par tonne si c'est l'aide moyenne de 1984/1985 qui est retenue. Comparés aux 53,08 ECU par tonne que « coûterait » l'aide à la production d'éthanol, l'avantage pour ce dernier est respectivement de 72,28 et de 35,97 ECU.

Selon les calculs de la multinationale italienne, cet éthanol sera donc vendu à 1,7 FF par litre aux pétroliers (25 ECU/hl), puisque la super se vendait 2 FF le litre (29,8 ECU/hl) à la sortie de la raffinerie à la date du 31 août 1985. Le calcul est simple : entre le prix d'achat de l'éthanol par les pétroliers (25 ECU/hl) et le coût de production grâce aux matières premières obtenues au prix mondial (50 ECU/hl), il y a une différence de 100 %. Cela suppose un « effort supplémentaire », qui pourrait consister en une détaxation de l'essence, estimé aux niveaux suivant par Ferruzzi pour la France et l'Italie :

(1) Voir, sur ce point, rapport Yves Clarisse, pp. 47 et suivantes

**DETAXATION NECESSAIRE POUR RENDRE L'ETHANOL « COMPETITIF »
CAS DE LA FRANCE ET DE L'ITALIE**

	FRANCE		ITALIE	
	Prix matière première			
	Marché mondial	Marché commun.	Marché mondial	Marché commun.
	FF/litre	FF/litre	Lit/litre	Lit/litre
Coût production	3,31	4,31	728	948
Prix de vente	1,70	1,70	346	346
Détaxation nécessaire par litre d'éthanol	1,61	2,61	382	602
Détaxation nécessaire par litre de mélange 5 %	0,08	0,13	19,10	30,10
% détaxation sur imposition fiscale actuelle par litre de mélange :				
France 3,52 FF/litre	2,27 %	3,7 %	2,25 %	3,55 %
Italie 844,51 Lit/Litre				

B. — L'application de ces principes au cas français

1. — La défiscalisation

Les données actuelles de la fiscalité pétrolière sont les suivantes :

— prix moyen de vente du super	4,95 FF	100 %
hors taxe (T.V.A. 18,6 %)	4,17 FF	158 %
T.I.P.P. (1)	2,67 FF	53,9 %
dont autres taxes (2)	0,12 FF	2,4 %
matières premières + marges	1,38 FF	27,9 %

Nous allons examiner, **de manière approximative**, les conséquences des diverses hypothèses fiscales envisageables. Les données de base sont les suivantes : éthanol à 2,70 F/litre, échange litre pour litre, mélange à 5 %.

(1) T.I.P.P. + timbre douanier + remise pour crédit d'enlèvement

(2) Caisse de l'énergie : 0,14 F/hl
Fonds spécial hydrocarbures : 1 F/hl
Fonds spécial grands travaux : 9,71 F/hl
Institut français du pétrole : 1,35 F/hl

Scénario 1 : défiscalisation totale de la T.I.P.P.

- prix de vente du mélange : 4,86 F,
- perte de ressources fiscales par litre de mélange : 0,16 F,
- gains en prélèvements obligatoires : 0,60 à 1 F/litre d'éthanol, soit de 3 à 5 centimes par litre de mélange.

Scénario 2 : défiscalisation partielle de la T.I.P.P. (50 %)

- prix de vente du mélange : 4,94 F,
- perte de ressources fiscales : 0,08 cts,
- gain en prélèvements obligatoires : 3 à 5 cts.

Si nous procédons à un calcul rétrospectif en données août 1985 avec un prix sortie usine du super + marges de 2,20 F environ, soit un prix à la pompe de 5,67 F, la situation est la suivante :

Scénario 1 :

- prix de vente du mélange : 5,55 F,
- perte de ressources fiscales : 0,15 F.

Scénario 2 :

- prix de vente du mélange : 5,70 %,
- perte de ressources fiscales : 0,08 F.

Dans ces deux situations contrastées, il suffit donc de défiscaliser 50 % de la T.I.P.P. sur les 5 % d'éthanol pour ne pas modifier le prix de vente du supercarburant à la pompe.

2. — *Le bilan global*

Si l'on envisage à terme, à l'horizon 1992, la production de 1,25 million de m³ d'éthanol, le bilan global pour la collectivité serait le suivant :

Sans gains de productivité :

- gain en devises (1) : 2 milliards de francs,
- emplois créés ou maintenus : 13 000,
- pertes de ressources fiscales (2) : 2 milliards de francs,
- gain en prélèvements obligatoires (3) : 1 milliard de francs.

(1) Tonne de pétrole importée à 1800 F, économie de devises de 750 F par m³ d'éthanol par valorisation des coproduits.

(2) Défisicalisation à 50 % de la T.I.P.P., prix du super + marges à 2,20 F.

(3) Hypothèse moyenne de 80 F/hl

Ce bilan pourrait apparaître peu encourageant, eu égard à la différence apparente entre les pertes de ressources fiscales et les gains en prélèvements obligatoires. Il convient cependant d'en assortir l'interprétation de trois considérations techniques.

1. — Ce bilan suppose que l'objectif de 5 % est atteint dès la première année. Compte tenu des équipements existants, il est bien évident que cette hypothèse n'a qu'une vertu pédagogique. L'écart absolu serait très sensiblement inférieur dans les premières années de mise en œuvre du programme et tendrait à s'atténuer au fil des années.

2. — On observera par ailleurs que des considérations d'optimisation de la rentabilité des processus de raffinage conduisent à des défiscalisations beaucoup plus importantes : 125 c/l par exemple pour le gazole.

3. — L'écart entre les pertes fiscales et les rentrées en prélèvements obligatoires serait annulé par une défiscalisation à hauteur de 4 centimes. Dans ce cas de figure, il faudrait envisager un prix supérieur pour l'essence éthanolée.

Le bilan étudié ci-dessus repose sur l'hypothèse d'un prix de revient de l'éthanol maintenu à 2,70 F/litre. Si l'on tient compte des gains de productivité pouvant abaisser ce coût à 2,40 F/litre, on obtient les résultats suivants, avec une défiscalisation abaissée à environ 25 % :

Avec gains de productivité :

- gain en devises : 2 milliards de francs,
- emplois créés ou maintenus : 13 000,
- pertes de ressources fiscales : 1 milliard de francs,
- gain en prélèvements obligatoires : 1 milliard de francs.

Ces calculs, nécessairement simplistes et auxquels de multiples reproches pourraient être portés, indiquent toutefois l'ordre de grandeur des pertes fiscales apparentes à court terme (le coût de la détaxation du fioul pour les agriculteurs dans la dernière loi de finances rectificative est estimé à 500 millions de francs en année pleine) et justifient la position du groupe de travail, selon lequel l'éthanol n'a pas vocation à être une filière perpétuellement subventionnée, car elle porte en elle une espérance de compétitivité économique et sociale à moyen terme.

QUATRIEME PARTIE
CONCLUSIONS ET PROPOSITIONS

CONCLUSIONS

1. Le groupe de travail estime que la **filière bioéthanol constitue une chance pour le pays**, parce qu'elle se situe au confluent de trois préoccupations majeures pour la France et pour l'Europe :

- la recherche d'une plus grande indépendance énergétique,
- le souci de préserver l'environnement,
- la volonté de maintenir une agriculture dynamique.

En effet, dans cette triple perspective, le bioéthanol présente trois caractéristiques :

— économiser des importations de pétrole par la valorisation d'une ressource énergétique nationale et renouvelable ;

— remplacer, pour partie, le plomb dans l'essence, en raison de ses qualités de remonte d'octane ;

— constituer un débouché nouveau pour l'agriculture permettant d'utiliser une fraction de la production de céréales ou de betteraves.

2. Le groupe de travail considère que l'analyse de la compétitivité de cette filière doit procéder d'une stratégie macroéconomique à un horizon de moyen-long terme. Dans ce cadre, il apparaît nettement que la **production d'éthanol carburant agricole se solde par un bilan positif pour la collectivité**.

— Le surcoût de l'éthanol par rapport à l'essence est étroitement lié au prix en dollars du baril de pétrole, provisoirement très bas au premier semestre 1986. Ce surcoût devrait se rétrécir progressivement à mesure de la remontée des prix du brut et de la baisse du prix de fabrication de l'éthanol, rendue possible par des gains d'échelle et les progrès considérables des biotechnologies.

— Ce surcoût devra être pris en charge par une défiscalisation partielle et provisoire, étant entendu que la Communauté octroiera une restitution à la production équivalente à la restitution actuelle à l'exportation. Toutefois, cette défiscalisation est compensée partiellement, par construction, puisque la mise en place d'une filière travaillant une matière première nationale génère des prélèvements obligatoires supérieurs à ceux résultant de l'importation de pétrole ou de méthanol avant taxation.

— Dans l'optique choisie, ce surcoût est également compensé par des économies de devises (pétrole, alimentation animale) substantielles et la création ou le maintien d'emplois engendrés par la filière.

3. Le groupe de travail admet toutefois qu'il **n'existe pas de fatalité de la filière bioéthanol**. Celle-ci ne pourra résulter que d'un choix politique national et communautaire, seul capable d'intégrer la multiplicité des contraintes et des objectifs, et de les traduire en termes d'actions. Compte tenu des intérêts en jeu et des stratégies contradictoires qui se font jour, cette décision doit être prise rapidement, et au plus haut niveau.

4. Le groupe de travail est arrivé à la conclusion que la création de cette filière passait par la définition d'une **règle du jeu claire et stable entre le secteur pétrolier et le secteur agro-industriel**. Ce dernier doit être en mesure de s'engager, par voie de convention pluriannuelle, sur des livraisons en prix, en quantité et en qualité prédéterminés, à législation fiscale constante. Le groupe de travail ne saurait en effet méconnaître les inquiétudes ressenties par les raffineurs quant à l'instabilité de ces différentes composantes et aux conséquences dommageables qui pourraient en résulter sur l'équilibre de leurs comptes. Il tient en revanche à manifester sa conviction dans la capacité des organisations professionnelles agricoles à conclure de tels accords.

5. Le groupe de travail rappelle enfin que **la montée en puissance de cette filière devra être progressive et diversifiée**. Elle passe par une utilisation des distilleries existantes, la création d'unités pilotes, puis l'implantation de quelques usines d'une capacité optimale. Elle ne doit exclure aucune alternative entre l'utilisation de l'éthanol pur à 5 ou 7 % ou additivé et l'utilisation de l'éthanol comme cosolvant du méthanol, voire, à plus long terme, la mise au point de moteurs à alcool performants (tracteurs, transports en commun, parcs captifs) comme cela a pu être observé au Brésil. **Une fois les règles du jeu clairement établies, il restera au marché à exercer sa sanction, c'est-à-dire aux opérateurs de la filière à démontrer leur compétitivité.**

PROPOSITIONS DU GROUPE DE TRAVAIL ETHANOL

Proposition n° 1 : Modifier la réglementation française sur les carburants oxygénés.

La réglementation française (arrêté du 4 octobre 1983) n'autorise pas l'utilisation de l'éthanol sans cosolvant, alors que celle-ci est pratiquée dans de nombreux pays étrangers. Elle doit donc être modifiée pour être harmonisée avec la directive communautaire (directive du Conseil du 5 décembre 1985) qui autorise la commercialisation, sans marquage, de carburants contenant 5 % d'éthanol en volume. Le groupe de travail regrette que, lors de l'élaboration de cette directive, la France ait demandé que soit reconnue aux Etats-membres la faculté d'imposer des agents stabilisateurs à l'utilisation d'éthanol.

Proposition n° 2 : Adapter la fiscalité pétrolière aux spécificités des carburants d'origine agricole.

La production d'éthanol-carburant génère des prélèvements obligatoires supérieurs à ceux résultant de l'importation de méthanol ou de produits pétroliers en vue du raffinage (de 0,60 à 1 franc par litre), car elle repose sur des matières premières nationales. Par ailleurs, la fiscalité pétrolière contient déjà de nombreuses dispositions discriminatoires établies en vue de favoriser certains produits (coupes lourdes, gaz de pétrole liquéfié). La fiscalité pétrolière doit donc être adaptée en vue de favoriser l'émergence d'une filière éthanol. Toutefois, comme aux Etats-Unis, cette défiscalisation doit être limitée dans le temps pour permettre à la compétitivité intrinsèque de la filière de se manifester. Cette filière ne doit, en aucun cas, être conçue dans une optique de subventionnement permanent.

Proposition n° 3 : Favoriser l'investissement en usines de production de bioéthanol.

Les expériences étrangères indiquent que l'Etat a permis la création de distilleries par toute une panoplie d'aides à l'investissement (amortissement accéléré, subventions directes, prêts bonifiés). Des mesures nationales doivent donc être prises pour accélérer la création d'unités pilotes, la modification des distilleries actuelles, puis la construc-

tion d'unités de taille optimale. Ces mesures pourront s'inspirer des techniques fiscales déjà en vigueur pour favoriser les investissements économisant l'énergie importée ou les investissements en recherche. Elles permettront la concrétisation des opérations déjà envisagées par plusieurs entreprises françaises, coopératives ou sociétés privées.

Proposition n° 4 : Créer, auprès du Premier ministre, une commission consultative permanente.

Le groupe de travail a constaté que les études sur la faisabilité de la filière éthanol ont été menées généralement d'une manière peu coordonnée, faisant apparaître des divergences sensibles entre les services du ministère de l'Agriculture et ceux du ministère de l'Industrie. Cette dispersion se retrouve par ailleurs au plan des discussions communautaires. De surcroît, la multiplicité des travaux de recherche engagés par les milieux professionnels se traduit par des doubles emplois et la difficulté d'établir un protocole commun sur les hypothèses méthodologiques. Il importe donc de fédérer ces initiatives, à l'image de la création de l'Association pour le Développement de l'Éthanol Carburant agricole (A.D.E.C.A.). Cette commission se substituerait à la commission consultative pour la production de carburants de substitution, avec des pouvoirs élargis et un rattachement direct auprès du Premier ministre, en liaison avec le Comité interministériel pour les questions de coopération économique européenne.

Proposition n° 5 : Accélérer les campagnes d'expérimentation.

Le groupe de travail constate que les expérimentations menées jusqu'à présent ont été opérées de manière dispersée et incomplète (non prise en compte des mélanges en E 5, E 7 ou E 3 M 3). De plus, elles ont semblé servir de prétexte à un retard dans la prise de décision. Il convient donc d'accélérer les programmes de mesure prévus pour 1986 afin d'obtenir des résultats sur les carburants éthanolés dans trois domaines :

- démontrer qu'ils ne sont pas plus polluants que les autres carburants additivés ;
- démontrer l'absence de surconsommation significative ;
- démontrer la compatibilité de ces mélanges avec un bon fonctionnement des moteurs, réglés riche ou pauvre.

Proposition n° 6 : Réorienter et accélérer les études menées à l'I.N.R.A. (Institut national de la recherche agronomique).

Les recherches sur la biomasse menées actuellement à l'I.N.R.A. doivent être orientées et accélérées dans les directions suivantes :

- sélection des productions végétales (betteraves, blé, à terme topinambours ou pommes de terre) ;

- technologie des processus (préparation de la matière première, sélection des levures, séparation continue sur membrane) ;
- valorisation des coproduits.

Ces gisements de productivité, décelables à chaque étape du processus, représentent des gains de coût très significatifs sur la totalité de l'opération.

Proposition n° 7 : Proposer à nos partenaires européens la mise en place d'une action conjointe bio-éthanol.

Les travaux de recherche menés par la Commission européenne n'envisagent pas la biotechnologie de l'éthanol comme un objectif prioritaire. Bien plus, les actions menées semblent relativement disparates et, dans l'ensemble, peu favorables à la filière éthanol. Le gouvernement français devrait donc s'attacher immédiatement à sensibiliser nos partenaires sur la nécessité de réviser les programmes ou documents suivants :

- la biotechnologie dans la Communauté : stimulation du développement agro-industriel (Com. 86-221) ;
- programme de recherche sur les énergies non nucléaires (Direction générale XII) ;
- révision du programme pluriannuel de recherche en biotechnologie 1985-1989 ;
- proposition de communication de la Commission au Conseil sur les interfaces industrie-agriculture.

Le groupe de travail Ethanol estime indispensable de mettre au point un programme de recherche-développement communautaire de **150 millions de francs par an sur cinq ans.**

Proposition n° 8 : Etendre le mécanisme des restitutions à la fabrication du bioéthanol.

Les textes communautaires prévoient la possibilité d'accorder pour la fabrication d'éthanol obtenu à partir d'un substrat agricole une restitution à la production dont le montant ne peut excéder le montant de la restitution octroyée aux céréales à l'exportation. Il appartient donc au gouvernement français de proposer dans les meilleurs délais, l'adoption d'un règlement d'application de façon à permettre le démarrage des projets industriels.