1383

enssib
Ecole Nationale Supérieure
des Sciences de l'Information
et des Bibliothèques

Université
Claude Bernard
Lyon I

DESS Informatique Documentaire

Rapport de recherche bibliographique

Un carburant de substitution des carburants fossiles : le diester

Catherine CHARUEL

Sous la direction de

Madame le Docteur Anne MAITRE

Institut Universitaire de Médecine du Travail et d'Environnement de Grenoble

Année 1997-1998

BIBLIOTHEQUE DE L'ENSSIB
802869A

enssib
Ecole Nationale Supérieure
des Sciences de l'Information
et des Bibliothèques

Université
Claude Bernard
Lyon I

DESS Informatique Documentaire

Rapport de recherche bibliographique

Un carburant de substitution des carburants fossiles : le diester

ENSSIB Bibliothèque Villeurbanne

Catherine CHARUEL

Sous la direction de

Madame le Docteur MAITRE Anne

Institut Universitaire de Médecine du Travail et d'Environnement de Grenoble

Année 1997-1998

1998
ID
03

Un carburant de substitution des carburants fossiles : le diester.

Catherine Charuel

Le développement des biocarburants tels que le diester est un enjeu mondial pour 3 raisons principales : ils permettent de réduire l'impact environnemental des transports, de réduire la dépendance énergétique des pays, de donner des perspectives d'avenir à l'agriculture face à un marché alimentaire saturé. Leurs propriétés techniques sont favorables, les émissions polluantes réglementées diminuent, mais d'autres substances telles que les aldéhydes considérées comme carcinogènes probables pour l'homme par le CIRC, augmentent. Des études complémentaires sont nécessaires.

Mots-clés : biocarburant*, diester, EMC*, colza, pollution, aldéhydes, transport, environnement

The development of biofuels, such as diester, appears to be a key worldwide issue fo three mains issues : it permits to reduce the environmental impact of transports, to reduce the energy dependency, it gives new outlets to agriculture faced with saturated food market.
Their technical characteristics are favourable, the regulated pollutant create less pollution, but other chemical emissions, like aldehydes, which are perceived by IARC as "probably carcinogenic" for human beings increase. More studies are needed.

Keywords : biofuel*, greenfuel*, diester, RME, methylester, rapeseed oil, pollution, aldehydes, transport, environment.

Les mots-clés marqués d'une * sont absents du thesaurus de Pascal édition 1991, mais présents dans l'index du CD-Rom.

remerciements

Je tiens à remercier l'ensemble des personnes qui m'ont aidé dans ce travail, leur expérience et leur contact ont été très profitables :

Madame MESSY m'a pilotée dans le service de documentation de l'ADEME-Lyon, et m'a aidée à obtenir des rapports d'études de l'ADEME,

Madame ROSSIGNOL de l'INRETS et son équipe m'ont guidée et m'ont fournie gracieusement certains documents primaires,

Monsieur CHARRETON de l'ADEME de Lyon m'a expliqué longuement au téléphone les avancées actuelles concernant les nouveaux carburants et les perspectives dans ce domaine,

Monsieur MONTAGNE de l'Institut Français du Pétrole m'a exposé ces travaux sur les diesters, et m'a adressé le tiré-à-part de sa dernière communication à l'ASAE,

Monsieur ROGER de la SEMITAG de Grenoble m'a très agréablement reçue pour me faire part de son expérience dans la mise en œuvre des diesters dans la flotte des transports en commun de la région grenobloise, il a eu la gentillesse de me transmettre le rapport de synthèse de leurs études en collaboration avec l'ADEME,

Madame REVEL de l'Institut d'Economie et de Politique de l'Energie pour sa grande rapidité à me fournir un document primaire,

Le service du prêt interbibliothèque de l'ENSSIB pour avoir cherché avec beaucoup de patience la littérature grise recherchée et non trouvée dans les organismes contactés,

Madame le Docteur MAITRE pour m'avoir confié ce travail, pour les discussions toujours enrichissantes et pour m'avoir, comme toujours, fait partager son enthousiasme.

table des matières

remerciements 3

table des matières 4

1. introduction 6

1.1. Choix du sujet 6
1.2. L'IUMTE 6

2. conduite de la recherche bibliographique 8

2.1. Phase préliminaire 8
2.2 Recherche bibliographique 9
2.2.1. Consultation des dictionnaires et encyclopédies 9
2.2.2. Recherche intuitive des descripteurs et validation dans le thesaurus de Pascal et le Mesh 9
2.2.3. Recherche sur les CD-Roms 10
2.2.4. Recherche dans les banques de données informatisées 13
2.2.5. Recherche sur Internet 17
2.2.6. Etude des bibliographies des documents primaires étudiés 20
2.3. Recherche des documents primaires 20
Les articles de périodiques 20
Les comptes-rendus de congrès et conférences 21
2.4. Contact avec des organismes traitant d'environnement 21
ou de pollution 21
2.5. Coût de la recherche 22
2.4.1. Evaluation du coût matériel de la recherche : 23
2.4.2. Evaluation du temps passé 25
2.6. Rédaction de la synthèse 25
2.7. Bibliographie 26
2.8. Conclusion 26

3. synthèse bibliographique 29

3.1. introduction 29
3.2. Position du problème : place du trafic routier dans la consommation d'énergie 29
3.3. Les biocarburants 31
3.4. Historique des biocarburants a base d'huiles végétales : 32
3.5. Fabrication des diesters 34
3.6. le bilan énergétique 34
3.7. Le coût du diester 35
3.8. Caractéristiques techniques 35
3.9. Les émissions 37
9.1. Les polluants réglementés 39
9.2. Les polluants non réglementés 40
3.10. Conclusion 43

4. références et bibliographie 46

annexe 1 : carnet d'adresses 58

annexe 2 : les différents types de moteurs diesels : 60

annexe 3 : caractéristiques physico-chimiques des huiles – carburants :

définitions 61

annexe 4 : formation des polluants dans le moteur 62

annexe 5 : spécifications techniques de l'ester méthylique d'huile de colza 62

annexe 6 : programme auto-oil 62

1. introduction

1.1. CHOIX DU SUJET

Le sujet choisi n'est pas exactement dans le champ de ma formation initiale, la médecine du travail, mais tout de même proche puisque dans celui de la santé.
Ce choix était motivé par deux aspects :

- la découverte pour moi d'un nouveau secteur d'activité dans le champ de la santé : l'environnement.
  En effet, pratiquant la médecine du travail depuis plus de 10 ans, je connais les circuits d'information dans ce domaine, certaines banques de données pertinentes et le circuit relationnel sur de nombreux aspects de cette spécialité.
  J'ai donc souhaité explorer un nouveau domaine qui reste dans le champ de la santé et plus particulièrement celui de la santé publique.

- l'IUMTE (Institut Universitaire de Médecine du Travail et d'Environnement de Grenoble) développe depuis quelques années ses compétences et ses interventions dans le secteur de l'environnement. Il était donc intéressant pour cette structure de mieux connaitre les sources d'information dans Ce domaine permettant le développement éventuel de leur centre de documentation.

Le Docteur Anne Maître, travaillant actuellement sur la pollution atmosphérique liée aux émissions automobiles, m'a proposé d'étudier les "nouveaux" carburants ou carburants de remplacement des carburants fossiles.
Comme nous le verrons plus loin dans l'exposé de la méthodologie de recherche, ce vaste sujet d'actualité a été et est encore largement traité, le nombre de voies de recherche dans ce domaine sont multiples et le nombre de publications est à la hauteur des préoccupations des pouvoirs publics.
Après une première recherche bibliographique rapide sur le thème général des carburants de remplacement des carburants fossiles, et du fait de l'étendue du sujet, nous nous sommes rapidement centrées sur les émissions automobiles liées à l'utilisation des diesters, Madame le Docteur Maitre étant surtout intéressée par l'émission d'aldéhydes.

1.2. L'IUMTE

L'IUMTE (l'Institut de Médecine du Travail et d'Ergonomie) de Grenoble est né il y a une trentaine d'année sous forme associative par la collaboration de médecins du travail bénévoles autour du service hospitalier de Pathologies Professionnelles et du Laboratoire de Médecine du Travail et Toxicologie de la Faculté de Médecine. Les médecins hospitaliers et les médecins du travail des entreprises s'entraidaient et mettaient à disposition de leurs confrères du matériel et des méthodologies d'analyse des conditions de travail. Ils participaient également à quelques contrats de recherche avec le service hospitalo-universitaire.

En 1987, l'IUMTE se réorganise sous forme d'association structurée avec l'embauche de personnels permanents afin d'assurer des services de qualité aux entreprises de la région. Différents secteurs s'individualisent : toxicologie, analyse des ambiances physiques, qualité de l'air et climatisation, documentation, épidémiologie et analyse des données....

Des agréments du Ministère du Travail sont obtenus dans différents domaines assurant la qualité aux prestations fournies.
L'activité de recherche représentait environ la moitié de l'activité de cet institut (contrat avec le Ministère du Travail et le Ministère de la Recherche surtout).

En 1994, la rédéfinition des objectifs des universités, la disparition du secteur "santé de l'homme au travail" au sein du Ministère de la Recherche et la diminution des crédits de recherche du Ministère du Travail ont obligé l'IUMTE a recentré ses activités sur la recherche. La prestation de services dans les petites entreprises a quasiment disparue.
Au même moment, l'IUMTE qui avait travaillé sur les Risques Chimiques Majeurs en collaboration avec Monsieur Tazieff, a poursuivi son développement dans le secteur de l'environnement. De nombreuses professions sont exposées à des toxiques environnementaux : policiers, jardiniers municipaux, salariés du BTP, etc.
Et, naturellement, l'Institut Universitaire de Médecine du Travail et d'Ergonomie est devenu l'Institut de Médecine du Travail et d'Environnement.

Le Docteur Anne Maître est Maître de Conférences des Universités et Praticien Hospitalier en Médecine du Travail dans le service de Pathologies Professionnelles du CHRU de Grenoble. Du fait de ses compétences en toxicologie (DEA de Toxicologie Industrielle et thèse de Chimie), elle est la responsable scientifique du laboratoire universitaire de Médecine du Travail et Toxicologie de la Faculté de Médecine de Grenoble

2. conduite de la recherche bibliographique

2.1. PHASE PRELIMINAIRE

Cette phase a consisté essentiellement à étudier le sujet avec le Docteur Maître, le commanditaire de ce travail, c'est à dire à définir précisément le sujet, les objectifs, les limites et sa place dans le programme de recherche de l'organisme, enfin les connaissances qu'elle avait déjà sur le sujet. Cette phase est essentielle pour pouvoir répondre précisément à la requête du commanditaire, le temps passé a cette préparation est fondamentale pour la poursuite du travail.

Plusieurs études ont été conduites dans le laboratoire concernant des professions à risque : policiers travaillant toute la journée au centre ville, travailleurs des Travaux Publics et péagers d'autoroute. Les objectifs étaient de mesurer les niveaux de pollution atmosphérique, d'évaluer leurs répercussions sur la santé et de mettre au point des indicateurs biologiques d'exposition faciles à utiliser pour le plus grand nombre.
Les polluants automobiles sont donc une préoccupation depuis plusieurs années pour ce laboratoire.

Dans l'agglomération grenobloise, cuvette entourée de montagnes favorisant la survenue de pics de pollution, une action est menée depuis 1992 par la SEMITAG (Société d'Economie Mixte des Transports de l'Agglomération Grenobloise) pour réduire l'émission des polluants par les bus. L'expérience d'utilisation du diester (de colza) en mélange (30%) au gazole sur 3 véhicules comparés à 3 témoins et pendant 3 ans a été concluante en ce qui concerne les aspects mécaniques des moteurs et les émissions de polluants réglementés. L'extension progressive au reste de la flotte se poursuit (22 bus supplémentaires devraient fonctionner avec ce carburant en 98, malgré un coût supléméntaire de 5 cts au km par rapport au gas-oil traditionnel).
Mais ces carburants, s'ils ont la réputation de diminuer l'émission des polluants réglementés (particules, CO, NOx), émettraient des aldéhydes, toxique irritatif à des doses faibles et reconnus potentiellement cancérigènes pour l'homme par le CIRC (Centre de Recherche sur le Cancer).

Une thèse réalisée dans le laboratoire du GRECA (Groupe de Recherche sur l'Environnement et la Chimie Appliquée) de l'Université Joseph Fourrier de Grenoble a mis en évidence la présence d'aldéhydes et d'alcènes dans l'air après le passage des bus roulant au colza.
Le Docteur Maître a donc voulu faire le point sur les connaissances actuelles sur la question.
Dans un premier temps, elle souhaitait étudier l'ensemble des techniques ou des produits de remplacement des carburants fossiles et les émissions à l'échappement. Mais la première recherche a ramené de nombreux documents même en se limitant aux 4 dernières années. Deux possibilités s'offraient : soit nous étudions succinctement l'ensemble des procédés soit nous en choisissons un et nous l'étudions plus complètement. Madame le Docteur Maître a choisi la seconde solution en se centrant sur les diesters.

L'ensemble des références bibliographiques trouvées, même sur la première partie de cette recherche, est remis au Docteur Maître, lui donnant ainsi une base de travail pour des recherches à venir.

Limites : nous n'aborderons ici uniquement les émissions relatives aux véhicules automobiles, les poids lourds et les transports en commun correspondant aux véhicules roulant en milieu urbain.
Nous laissons les autres types de véhicules : engins de chantiers, trains, avions, flotte nautique, gros diesels industriels ainsi que ce qui concerne les raffineries et la production de carburants.
Les aspects législatifs sur les carburants et sur l'environnement ne sont pas abordés ici, ni les politiques énergétiques des différents pays.

2.2 RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

2.2.1. Consultation des dictionnaires et encyclopédles

Nous avons consulté :
★*l'Encyclopédia Universalis*[1] pour cerner le sujet et lister les différents carburants de remplacements et pour définir les mots-clés.
★les sommaires du périodique *La Recherche* par l'intermédiaire de son site internet[2], car je dispose d'une collection d'une dizaine d'année de ce périodique.

Lors d'une réunion avec Madame le Docteur Maître, j'ai pu consulter *les bases de données* sur CD-Rom disponibles au service de documentation de l'IUMTE bien que ne me paraissant pas pertinentes puisque centrées sur la pathologie professionnelle et la toxicologie industrielle :
-NIOSHTIC du National Institut of Safety and Health,
-Cheminfo du Centre Canadien de Recherche sur la Santé au Travail,
-la base de données de INRS, Institut National (Français) de Recherche et de Sécurité,
-HSDB.

Consultation également de quelques ouvrages disponibles à l'IUMTE (49, 81, 147), même s'ils ont déjà quelques années, ils ont permis de débrouiller le sujet. Cette étape a permis de réfléchir au sujet et d'établir un plan de travail.

2.2.2. Recherche intuitive des descripteurs et validation dans le thesaurus de Pascal et le Mesh

Pour la première partie de la recherche bibliographique, les mots-clés retenus étaient :
-pollution, voiture, automobile, camion, car, bus, transport
-essence, carburants, diesel, carburants verts, GPL, GNL, biocarburants, diesters, colza,
-remplacement, substitution, alternatif, dépollution,
-pot catalytique, électrique, moteur dépollué.

Et leur traduction en anglais *: pollution, car, bus, lorries, transport, gasoline, motor fuel, motor spirit, petrol, petroleum, motor vehicles, engines, catalytic converter, depolluted engine, electric vehicle, GPL, GNL.*
L'ensemble de ces termes a été utilisé au singulier et au pluriel (avec troncatures).

---

1 *Guibet Jean-Claude. Encyclopedia Universalis. [CD-Rom]. Paris : 1995 [novembre 1997l. Les carburants.*
2 *http://www.larecherche.fr*

La recherche de références dans Pascal, base de données scientifiques généraliste, sur CD-Rom en libre accès à la Bibliothèque Universitaire de Sciences de l'Université Claude Bernard a permis de valider les mots-clés, ceux-ci ont été ensuite vérifiés dans le thesaurus de Pascal.
Cette recherche a également permis d'estimer l'importance du sujet puisque environ 100 références par an étaient sélectionnées et correspondaient à l'interrogation. Une recherche rapide sur Dialog lors d'une séance de travaux pratiques recueillait environ 200 références par année.
Suite à ce résultat, nous avons recentré le sujet avec Madame le Docteur Maître.
Nous avons tout de même dépouillé et classé ces références afin de les donner au Docteur Maître, base de travail pour d'autres recherches.

Pour la seconde partie de la recherche centrée sur les émissions de diesters, les mots-clés retenus sont : *greenfuel, biofuel, biodiesel, diester, émissions (exhausts), aldéhydes (aldehydes).*
Le terme de biomasse a été éliminé car contient les éléments relatifs à l'utilisation des déchets, des excrétats animaux, ...

2.2.3. Recherche sur les CD-Roms

Les caractéristiques des différents CD-Rom utilisés sont répertoriées dans le tableau n°1.

La recherche d'informations sur CD-Rom s'est effectuée en 2 temps.

❍ Pascal

La première recherche générale sur les produits de remplacements des carburants automobiles a été effectuée uniquement sur le CD-Rom Pascal à la Bibliothèque Universitaire de Sciences comme évoqué ci-dessus. Cette recherche avec première sélection a duré environ 3 heures, ensuite l'étude des références télédéchargées sur disquettes et une seconde sélection environ 2 heures et demie.
Nous avons retenu après sélection 263 références :

En 95 : 101,
En 96 : 82,
En 97 (1^{ier} trimestre) : 80.

(En novembre 1997, les CD-Roms Pascal du second semestre n'était pas encore disponibles).

Ce qui suit concernera essentiellement la deuxième partie de la recherche centrée sur les diesters.

La seconde recherche a été effectuée après recentrage du sujet, mais par une interrogation en ligne multibases dans Dialog.

❍ Docthèses

Le CD-Rom DocThèses est disponible à l'ENSSIB, ce CD-Rom répertorie les thèses de doctorat soutenues en France depuis :
.1972 pour les lettres, les sciences humaines, les sciences sociales,
.1983 pour la santé,
.1990 pour la médecine vétérinaire.
Le Cd-Rom consulté est l'édition 1996.

Quatre thèses sont sélectionnées traitant des techniques de remplacements des carburants. Deux traitent des diesters.
Cette recherche était inutile puisque les thèses scientifiques sont également inventoriées dans Pascal.

Titre commercial	Pascal	Cdthèses (thèses françaises)	BNF	Medline	Embase	Transport
Source	INIST CNRS	Agence Bibliographique de l'Enseignement Supérieur	Bibliothèque Nationale de France	National Library of Medecine	Excerpta Medica (Elsevier)	OECD-ECMT-TRB
Domaines couverts	Scientifique Médical Environnement Santé publique, ...	Sciences Lettres Sciences humaines Sciences sociales Santé vétérinaire	Publications en série et documents électroniques	Médecine	Médecine Pharmacie	Tous types de transports
Nombre de références	12 millions		1 million	9 millions	6 millions	600 000
Périodicité de mise à jour	Trimestrielle		Annuelle	Mensuelle	Mensuelle	Trimestrielle
Nombre de références ajoutées chaque année	500000			300000	390000	25000
Nombre de disques	4 par an	1	1	Variable suivant les distributeurs		2
Années concernées	1987	1972- 1983- :santé 1990- : vétérinaire	1970-	1966-	1974 -	1968 -
Délai de mise à jour	1 à 2 mois			1 à 2 mois	20-21 jours	
Prix de l'abonnement	Collection complète : 60000 F Abonnement annuel : 16000 F			Dépend du distributeur	46000 F	1795 $ =10770 F (silverplatter)

Tableau n°1 : caractéristiques des différents CD-Rom consultés

❍ BNF

BNF est le CD-Rom de la Bibliothèque Nationale de France, il permet la recherche et l'identification de livres et documents enregistrés auprès de la Bibliothèque Nationale. Les documents non inventoriés n'y figurent pas : littérature grise.
Nous avons trouvé 3 livres qui pourraient être intéressants mais déjà relativement anciens. Ces ouvrages n'ont pas été retrouvés dans Pascal.
L'ouvrage de Gateau (67) publié en 1997 n'a pas été trouvé dans ce répertoire car trop récent.

Le CD-Rom consulté est la version 1997.

Dans un domaine scientifique d'actualité, les publications dans les périodiques restent la source d'informations de choix.

❍ Medline (version électronique de l'Index Medicus)

Medline, base de données de référence dans le domaine médical, n'avait pas été retenu en première intention. Nous l'avons tout de même interrogé car facilement disponible sur le serveur de l'Université Claude Bernard. Cette recherche a permis de confirmer le faible impact de la santé publique dans cette base de données.

❍ Embase (version électronique de l'Excerpta medica)

Idem Medline. Ce Cd-Rom a été interrogé car disponible facilement sur le réseau local. Ne connaissant pas cette base de données, j'ai souhaité l'explorer sur différents sujets et notamment sur le sujet du présent travail.

Résultats des recherches :
1) recherche concernant les carburants de remplacements des carburants fossiles : 7 références
2) recherche sur les diesters (biofuels) : 1 référence.

L'interrogation avec une autre équation de recherche : (biofuel? or biodiesel? or diester?) and (adverse effect? or poisonning or toxicol? or health") ramène 3 références.
Parmi ces références, 4 étaient également sorties dans Pascal.

❍ Transport

Le CD-Rom Transport a pu être interrogé lors d'une journée de travail au service de documentation de l'INRETS (Institut National de Recherche sur les Transports et la Sécurité) (cf. chapitre n° 2.4. contacts extérieurs).
Le descriptif précis de cette base de données a été demandé auprès de Silverplatter éditeur et distributeur de ce produit.
Les informations répertoriées dans Transport proviennent de :

- OECD's IRRD (Organisation for Economic Cooperation and Develoment 's International Road Research Documentation),
- ECMT Transdoc database (European Conference of Ministers of Transport),
- TRIS (Transportation research Information Service du Transportation Research Board).

Son champ couvre donc tous les aspects de l'industrie des transports en Europe et en Amérique du nord (route, rail, flotte, avions, aéroports, transports des carburants ...).
Il contient environ 600000 références avec une mise à jour de 20 à 25000 nouvelles références chaque année.
Il comprend 2 disques, sa mise à jour est trimestrielle

Remarques :

▪ *Les CD-Roms présentent l'avantage d'être consultés facilement sans problème de durée, le coût correspond à l'achat du CD-Rom et il peut être utilisé ensuite aussi longtemps et aussi fréquemment que souhaité.*

▪ *Les menus de recherche sont conviviaux facilitant la recherche même lors d'une première utilisation, ce qui était mon cas pour Embase, Transport et BN-Opale.*

▪ Les CD-Roms présentent un index de mots-clés. Cet index n'est pas un thesaurus, mais une liste alphabétique des termes utilisés permettant parfois de sélectionner d'autres mots proches du mot retenu au départ.
A noter que dans Medline, l'index par assimilation au thesaurus est appelé Mesh.

▪ Leur inconvénient principal est dans le délai de mise à jour, en effet pour BNF ou CD-thèses la périodicité de mise à jour et de diffusion est de un an, nous n'avons donc pas les dernières informations. Par exemple, le livre de Gateau sur les carburants de remplacement publié au printemps 97 n'était pas encore répertorié dans le dernier CD-Rom. Lorsque l'on veut effectivement les dernières données, il est préférable d'interroger des banques de données en ligne.

2.2.4. Recherche dans les banques de données informatisées

La consultation du catalogue de banques de données de Dialog-Datastar[3] et du répertoire de banques de données de l'ADBS[4] a permis de retenir 5 types de bases de données :

1. *scientifiques et techniques générales* : SciSearch, Biosis, Pascal, Energy Science and Tecnology, Compendex, Energy New Index, Abstracts in New Technologies and Engineering*, CNEW-European Chemical News*, Current Contents Search

2. *spécifiques à l'environnement :* Pollution Abstract, Environmenline, Energyline, Environmental Bibliography, Natur*, Energy Science and Technology

3. *toxicologiques :* Nioshtic, Toxline, RTECS, Material Safety Data Sheets

4. *médicales* (mais le domaine de la santé publique est généralement mal représentée dans les banques de données traditionnelles médicales) : Medline, Biobusiness

5. *spécifiques à l'automobile* : API Petroleum, MIRA*, SAST, DKFL*, AINS*, Apilit MOJO* comprend une partie spécifique aux moteurs automobiles

Les bases de données marquées d'un astérisque sont accessibles par le serveur Datastar.

L'étude des feuillets descriptifs (ou blue-sheets et data-sheets) de ces différentes bases de données a permis de réaliser cette sélection. Pour cela, le serveur de Dialog[5] sur l'Internet a permis d'avoir les fiches les plus récentes. Compte-tenu des moyens à disposition, nous en avons retenu 8 à interroger en ligne sur Dialog :
1. Pascal, Compendex, SciSearch
2. Enviroline, Pollution Abstract, Toxline
3. API, Biosis

A noter que malgré l'interrogation de Pascal sur CD-Rom, nous l'avons inclus dans les bases de données interrogées en ligne car d'une part, nous avons pu avoir les références des 6 derniers mois, et d'autre part nous avons pu éliminer ainsi d'éventuels doublons.

Current Contents n'a pas été retenu car une partie est répertoriée dans SciSearch.

---

3 *Catalogue Dialog-Datastar-Etats-Unis : Knight-Ridder Information, April 1996. 110 p.*
4 *Répertoire des bases de données professionnelles. Paris : ADBS, 1996. 783 p.*
s5 http://www.dialog.com

Le tableau n°2 répertorie les caractéristiques des bases de données interrogées (et non l'ensemble des fiches descriptives étudiées).

Les banques de données spécifiques à l'automobile disponibles sur le serveur Datastar auraient été intéressantes à explorer et à comparer à des bases de données scientifiques généralistes, mais le serveur Datastar n'est pas accessible à l'ENSSIB. Son utilisation n'est possible que sous certaines conditions.

Trois bases de données spécifiques à l'automobile étaient sélectionnées : nous les décrivons succinctement ici pour informations pour Madame le Docteur Maître :

- *MIRA : Motor Industry Research.*
Produite par MIRA (Motor Industry Research Association), elle couvre tous les aspects de l'automobile (techniques et prochainement les aspects législatifs). Les informations sont internationales : USA, Grande Bretagne, Europe et Europe de l'Est, Japon. Elles dépouillent des périodiques techniques, des comptes-rendus de congrès ou conférences, des quotidiens et des informations commerciales. Existante depuis 1980, elle a une périodicité de mise à jour mensuelle. Elle est de type bibliographique et en langue anglaise.

- *AINS : Automotive Information and News.*
Elle répertorie les informations et les nouveautés concernant l'automobile (recherche et développement, technologie, émissions, état du marché).
Elle dépouille environ 100 journaux (presse et périodiques techniques) depuis 1987, la mise à jour est quotidienne. Elle est de type bibliographique et en langue anglaise.

- *DKFL-Automotive Engineering.*
Elle traite de la littérature mondiale des aspects techniques, de la recherche et du développement, de sécurité et de pollution et de la législation dans le domaine de l'automobile de route et tous terrains, civile et militaire. Elle correspond au DKF-Literaturinformations-dienst, elle comprend des articles de différents pays : Allemagne, Grande-Bretagne, Etats-Unis, France, Suisse, Italie, ...
La moitié des références correspond à de la littérature grise.
Elle couvre les informations depuis 1974 et a une mise à jour mensuelle. Elle est de type bibliographique et en langue allemande.

Certaines bases de données sont disponibles sur Minitel, nous ne les avons pas interrogées :

-Echotek (3615 Ideal) traite de l'aménagement et de l'environnement en France (dont les transports),
-Urbamet (Kiosk 36 29 00 15)

Remarques :
- *Un serveur de bases de données tels que Dialog permet d'interroger plusieurs bases simultanément,*
- *L'élimination des doublons par l'ordinateur peut être demandée facilement à la fin des recherches,*
- *Un inconvénient est le coût, celui-ci dépend du temps de connexion au serveur, l'interrogation des bases n'est pas longue si elle a été préalablement préparée, mais le télédéchargement dans un fichier sur l'ordinateur est relativement long puisque se fait quasiment ligne à ligne.*

Ce télédéchargement a pour avantage la consultation de l'ensemble des références et la sélection des références intéressantes après déconnection.

Bases de données	Compendex	Scisearch	Enviroline	Pollution Abstract	Pascal	Toxline	API	Biosis
N° de la bbd dans Dialog	8	34-434	40	41	144	156	257	
Domaine couvert	Littérature technique mondiale dont environnement, pétrole, chimie, géologie, médecine, nucléaire, aérospatial, électricité, informatique	Science Technologie Biomédecine (contient science de l'environnement)	Environnement (aspects techniques, scientifiques, socio-économiques, politiques	Environnement, Qualité de l'air, qualité de l'eau, bruit, déchets, pollution des sols, toxicologie et santé	Physique, chimie, sciences de la vie (biologie, médecine, psycho), technologies, sciences de la terre, sciences de l'information	Effets toxiques, pharmacologiques, biochimiques et physiologiques des substances chimiques	Pétrole, pétrochimie, industries de l'énergie, gaz naturels : marketing, finances, politique, environnement, technique	Biologie, sciences biomédicales, aérospatiale, agriculture, bactériologie, biochimie, biophysique, génétique, environnement, médecine du travail, pathologie, ...
Source	Engeeniring Information	Institute for Scientific Information (SCI + une partie de CC)		CSA (Cambridge Scientific Abstract)	INIST-CNRS	US National Library of Medicine	American Petrol Institute	Biological Abstracts, bioResearch Index
Nombre de sources primaires dépouillées	4500	4500	3500	2500	8500			280000 documents originaux 9000 périodiques et monographies 26000 résumés de congrès Brevets US 86-89
Années traitées	1976 : réf. biblio 1982 : congrès	N°434 : 1974 N°34 : 1988	1971-	1970 -	1973-	1965-	1975-	5 : 1969 55 : 1985
Nombre de références		N°434 : 15.1 millions N°34 : 7 millions		225000	11.5 millions	Environ 2 millions	764000	11 millions
Périodicité de mise à jour	Hebdomadaire	Hebdomadaire	Mensuelle	Mensuelle	Mensuelle	Mensuelle (+10000 ref par mois)	Quotidienne	Hebdomadaire
Type	Bibliographique	Bibliographique	Bibliographique	Bibliographique	Bibliographique	Bibliographique	Bibliographique	Bibliographique

Tableau n°2 : caractéristiques des bases de données interrogées par le serveur Dialog

▪ Les opérateurs booléens et les opérateurs de proximité sont plus développés ici que sur les CD-Roms.

▪ Chaque référence télédéchargée est facturée, le coût dépend du type d'informations recueillies (références ± résumés).

Résultats des recherches :
Pour l'interrogation en ligne, les questions sont préparées à l'avance afin de réduire au maximum le temps de connexion. L'interrogation est effectuée étape par étape en évitant de multiplier les opérateurs booléens sur une même requête, ainsi le croisement des questions est facilité. Nous n'exposons pas ici les codes des champs de recherche et leur technique d'utilisation.

Bases de données / Equation de recherche	Compendex (N°8)	Pascal (n°144)	Biosis (n°5)	SciSearch (n°34)	Enviroline (n°40)	Pollution Abstracts (n°41)	API en compass (n°257)	Toxline (n°156)	Total
1. biofuel? or greenfuel? or biodiesel? or biocarburant?	249	619	180	258	591	29	72	77	2075
2. exhaust? or toxic? or emission? or health or asthma?	149932	586638	601589	423102	45602	62159	10961	903839	2783822
3 = 1 and 2	51	106	37	69	151	13	12	61	500
4. automobil? or car? or bus?	277337	604669	121604	21539	36930	39992	70111	208743	1490778
5 = 4 and 3	24	16	1	1	75	2	9	24	152
6. 5 et années 1987 et suivantes (PY>1987)	22	16	1	1	60	1	9	18	**128**

Tableau n°3 : stratégie de la recherche "biocarburants" dans les bases de données de Dialog

Après l'étape 5 une recherche de doublons en a dépisté 9. L'étape 6 a donc porté sur 143 références.
Lors du dépouillement des références, sont éliminées celles écrites dans une langue non compréhensible (tchèque, japonais, russe, allemand, ..) lorsque le résumé n'est pas suffisamment informatif.

Lors de la présentation et de la discussion de ces résultats avec Madame Maître, celle-ci souhaitait cibler des informations plus précises sur l'émission d'aldéhydes lors de l'utilisation des diesters. Une recherche complémentaire est donc effectuée sur les mêmes bases de données sur Dialog.

Résultats de cette recherche spécifique :

Bases de données / Equation de recherche	Compendex (N°8)	Pascal (n°144)	Biosis (n°5)	SciSearch (n°34)	Enviroline (n°40)	Pollution Abs-tracts (n°41)	API en compass (n°257)	Toxline (n°156)	**Total**
1. biofuel? or greenfuel? or biodie-sel?	248	597	181	259	591	29	71	80	2056
2. ester? or diester?	13476	323234	162477	106554	590	1003	263	54058	661655
3. aldéhyd?	3057	26082	65077	22515	265	454	35	24753	142238
4 = (1 and 3) or (2 and 3)	5	9	5	2	0	0	2	5	**28**

Tableau n°4 : stratégie de la recherche "diester et aldéhydes" dans les bases de données sélectionnées de Dialog

Aucun doublon n'est retrouvé.
L'étude des résumés de ces références montre que 10 articles ont intéressants, 10 sont d'un intérêt moyen, 2 sont éliminés car anciens (plus de 20 ans), et 5 sont hors sujet.

2.2.5. Recherche sur Internet

La recherche sur Internet est effectuée à l'ENSSIB puisqu'en libre accès.

Plusieurs types de services ont été utilisés :

❶ la recherche "bibliographique" à proprement parler.
Les mots-clés utilisés étaient les mêmes que pour la recherche dans les bases de données

❷ la recherche d'organismes organisateurs de congrès dont les références ont été trouvées dans Dialog, mais dont le document primaire n'a pu être trouvé par l'intermédiaire du PEB.

❸ la recherche d'informations sur les programmes de recherche de l'Union Européenne et notamment sur le programme "Pollution et Effets sur la Santé".

❹ Utilisation de la messagerie électronique pour la recherche de documents primaires.

❺ Consultation de sites d'organismes pour consulation de documents :
-site de La Recherche pour consultation des sommaires de la revue,
-site de Dialog pour consultation des fiches descriptives des bases de données,

-site de l'INSA[6] (Institut National des Sciences Appliquées) pour consultation du catalogue du centre de documentation, consultation d'un document édité par Doc'Insa pour la rédaction des références bibliographiques, voir chapitre 2.7.

La recherche bibliographique :
❍ Recherche par l'intermédiaire de catalogue "Yahoo[7]"et "Magellan[8] ".
❍ Recherche par le moteur de recherche "Altavista" (et son miroir en France)[9] permet de communiquer en français.
L'aide proposée par Altavista a permis d'utiliser l'interrogation par requête évoluée utilisant les opérateurs booléens.

Plusieurs sites ont été localisés comme traitant des produits de remplacements des carburants fossiles :
-organismes officiels américains : EPA (Environmental Protection Agency, CEC (California Energy Commission),
-ASAE (Association of Agriculture Engineers)[10],
-fabricants automobiles, associations écologistes, ACAE (Association Européenne des Constructeurs Automobiles),
(cf. bibliographie et annexe 1: carnet d'adresses).

❍ Recherche de listes de discussion notamment dans le domaine environnement-écologie, différents serveurs ont été explorés mais aucun n'a répondu à notre attente (Dans newsgroup. : sci.environment, Envirolink.org par exemple ou d'autres sites comme dieselnet.com). Les messages de ces listes traitent de problèmes très précis et nous n'avons pas trouvé de commentaires correspondant aux diesters.
Nous n'avons pas laissé de messages demandant des informations complémentaires.

Nous n'avons pas interrogé les bases de données disponibles sur l'Internet : Medline[11] (car interrogé sur CD-Roms plus facilement et plus rapidement), la base de données Uncover[12] n'a pu être interrogée car fortement encombrée. Quatre essais de connexion à des horaires différents sont restés infructueux.

Nous n'avons pas trouvé de "préprints" relatifs au sujet.

Le temps passé sur l'Internet est de l'ordre de 9 h, mais probablement sous-estimé car le web étant disponible facilement et nouveau pour moi, son utilisation est encore une découverte.

Remarques :
- *L'Internet a pour avantage d'avoir une présentation assez conviviale et une manipulation relativement simple grâce aux liens hypertextes.*

- *Des ouvrages en texte intégral (54, 159) non mentionnés dans les autres bases de données ont été trouvés, ils ont été édités par des organismes américains et font partie de la littérature grise.*

---

6 *http://www.insa-lyon.fr/*
7 *http://www.yahoo.fr*
8 *http ://www.mckinley.com/*
9 *http://altavista.telia.com*
10 *http://www.SAE.org*
11 http://adresse de medline
12 http ://www.carl.org./uncover

▪ Idem pour des organismes tels que l'ACAE (Association des Constructeurs Automobiles Européens) à Bruxelles.
Maintenant de nombreux organismes ont leurs pages Web, ce qui permet de mieux les connaître avant un contact éventuel. D'autre part, la communication par la messagerie électronique (adresse toujours mentionnée) permet un contact immédiat.
Des ouvrages ou des services peuvent être commandés immédiatement réduisant ainsi les délais imposés par un intermédiaire.

▪ Les informations sont récentes.
Les bases de données disponibles sur Internet ont l'avantage, comme les bases de données en ligne, d'être plus à jour que des CD-Roms.

Les inconvénients sont encore multiples :
▪ Le bruit : malgré les moteurs de recherche d'utilisation simple, les sites trouvés sont mal ciblés, nous n'avons pas calculé la pertinence des informations recueillies, c'est à dire le rapport du nombre de sites proposés au nombre de sites pertinents, mais il doit être inférieur à 1%. Le "bruit" est important.

▪ Le temps de réponse : Internet est saturé à certaines heures de la journée, il est victime de sa gloire. Cet encombrement montre bien l'importance et l'aspect pratique de cet outil. Une meilleure organisation des sites permettrait de diminuer le temps de connexion et les navigations inutiles.
En France, il est préférable de l'interroger le matin de bonne heure et demande donc une organisation du temps de travail.

▪ Le dédale des sites avec la multitude de liens. Ceux-ci permettent une demande de connexion plus rapide, mais de liens en liens et de site en site, on perd vite l'objectif initial !
La consultation demande donc une certaine organisation et une certaine vigilance.

▪ Les sites sur Internet sont majoritairement américains.

▪ Les textes trouvés sont mal référencés, tant au niveau des auteurs non mentionnés que de la date d'édition. La date de publication sur l'Internet est facile à obtenir par le menu général du logiciel d'interrogation. Par contre, la date de rédaction du document est rarement précisée.
Lors du télédéchargement ou de l'impression d'un fichier, l'adresse du site ne figure pas systématiquement, il faut donc être vigilant et le noter à la main !

▪ Les informations mentionnées dans l'Internet ne sont pas toujours validées. Les périodiques scientifiques ont l'avantage d'avoir un comité de lecture, et les rapports de congrès sont tout à fait crédibles. La vigilance s'impose donc, la vérification du nom de l'auteur est impérative.

▪ De nombreux sites ne contiennent que des données générales relatives à un organisme, la liste de programme de recherche ou pour certains des articles de vulgarisation destinés au grand public ;

▪ Certains sites ou certaines informations sont fugaces et disparaissent lors de consultations espacées d'un mois.

▪ Il est intéressant de constituer un carnet d'adresses des sites les plus intéressants lors de leur découverte.

2.2.6. Etude des bibliographies des documents primaires étudiés

L'étude de ces bibliographies a permis de trouver quelques articles non mentionnés dans les bases de données.

2.3. RECHERCHE DES DOCUMENTS PRIMAIRES

Nous avons sélectionné un certain nombre de documents à rechercher afin de lire le texte intégral. Une soixantaine d'articles a été étudiée. Ils sont mentionnés au chapitre 4 : références et bibliographie.
Deux types de documents sont recherchés :

- ***Les articles de périodiques***

Nous avons localisé les périodiques grâce au catalogue collectif national (CCN) répertoriant les périodiques mis à disposition des prêts entre bibliothèques en France. La participation au CCN n'est pas obligatoire pour une bibliothèque ou un centre de documentation mais est une démarche volontaire. Il n'est donc pas exhaustif de ce qui existe en France.
Ce CCN est consultable sur CD-Rom, Myriade-plus, disponible à la bibliothèque de l'ENSSIB (version 1996).

Descriptif de Myriade :
Editeur : Chadwyck –Healey France
Producteur : Agence Bibliographique de l'Enseignement Supérieur
Contenu : 290000 titres de 2900 établissements publics ou privés
Périodicité de mise à jour : semestriel
Langue : français
Nombre de disque : 1

Les références des périodiques issues de Dialog comportent toutes un numéro d'ISSN facilitant ainsi la recherche dans Myriade qui comporte cette clé de recherche. Ce numéro d'ISSN évite les erreurs notamment lorsque le titre est écrit en abrégé.
Myriade permet d'identifier précisément le titre du périodique et donne sa localisation, l'état de la collection et l'adresse de la bibliothèque détentrice.

Nous avons contacté différents centres de documentation en France pour obtenir les documents souhaités soit par téléphone, soit par messagerie électronique.
Ceci a été intéressant pour évaluer le coût de la fourniture de ces documents. Les prix allaient de 0 à 50 francs pour un article de moins de 10 pages. Le coût d'un PEB (prêt entre bibliothèques) se situe donc au milieu de cette fourchette.

Certains périodiques ne sont disponibles qu'en 2 ou 3 exemplaires sur l'ensemble du territoire français comme par exemple "Transactions of the ASAE". L'abonnement annuel à ce périodique très spécialisé coûte environ 15000 F (information donnée par un centre de documentation et non vérifiée par moi-même).

La moitié environ a pu être trouvée localement soit à la Bibliothèque Universitaire de Sciences de l'Université Claude Bernard de Lyon, 5 au centre de documentation de l'INSA de Lyon, 2 à l'INRETS, 2 à la Bibliothèque Universitaire de Médecine Pharmacie Rockfeller de Lyon.
Dans ce cas, outre le déplacement, le coût était celui de la photocopie soit 0.40 F la page.

Certains documents ont pu être obtenus directement auprès de centres de documentation (ADEME, IEPE), les autres ont été demandés en PEB (3 articles de périodiques, 1 thèse et 3 comptes-rendus de congrès).

A noter qu'une revue traitant des carburants de remplacement des carburants fossiles à été trouvée à DocForum (Lyon novembre 1997) auprès d'un exposant, par hasard.

○ *Les comptes-rendus de congrès et conférences*

Ce type de documents a été difficile à trouver notamment pour les documents américains. Le service de PEB de l'ENSSIB a été sollicité mais certaines demandes ont échoué, les documents sont introuvables.
Une demande sur la liste de discussions Biblio.fr a également échoué.
Nous avons alors accédé au serveur Internet de l'organisme organisateur de cette conférence, le coût du document de 70 $ + 10 $ de frais de port est prohibitif. Nous signalerons l'existence d'une série d'articles pertinents dans ce compte-rendu afin que notre commanditaire puisse le commander directement.

2.4. CONTACT AVEC DES ORGANISMES TRAITANT D'ENVIRONNEMENT OU DE POLLUTION

Cette démarche a pu être réalisée du fait du temps disponible pour ce travail.
En effet, ces contacts directs avec des professionnels sont très enrichissants, la présentation de leur expérience a été très utile pour la bonne compréhension des enjeux, mais ils demandent persévérance et ténacité car la disponibilité de ces interlocuteurs est réduite et aléatoire !
Certains m'ont transmis des références de documents non trouvées dans les bases de données ou ont pu me transmettre de la littérature grise que je n'ai obtenu en PEB.
Généralement, j'ai reçu un excellent accueil même par téléphone.
L'ensemble des adresses intéressantes est détaillé dans l'annexe 1 : carnet d'adresses.

Certains organismes m'étaient connu, d'autres ont été trouvés dans un "répertoire des sources d'information scientifiques et techniques" du CFPJ (Centre de Formation et de Perfectionnement des Journalistes)[13] ou dans l'annuaire de l'ADBS[14] (Association des Documentalistes et Bibliothécaires Spécialisées). Nous aurions pu consulter également le "répertoire des professionnels"

❶ Organismes spécialisés en environnement :
▪ *L'institut Français de l'Environnement* mais le sujet n'entre pas dans leur champ. Leur domaine est plutôt l'information grand public sur l'écologie et les grands problèmes d'environnement.

▪ *L'ADEME (Agence pour la Maîtrise de l'Energie) a plusieurs agences en France. Celle* de Lyon travaille sur les problèmes de pollution automobile, j'ai pu discuter avec le responsable des études diester (notamment réalisées en collaboration avec la SEMITAG de Grenoble). J'ai pu consulter des documents dans leur centre de documentation.

---

13 Bénard Karine, Van Hollebeke Michèle, Zanetti Amélie. Les sources de l'information scientifique et technique. Paris : les guides du CFPJ, 1993. 447 p.
14 Annuaire 97-98. L'association des professionnels de l'Information et de la Documentation. Paris : ABBS, 1997,442 p.

▪ *Le Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique* traite plutôt de la pollution atmosphérique induite par les sources fixes et non pas des sources mobiles.

❷ Organismes spécialisés dans l'automobile
▪ *L'INRETS* (Institut National de Recherche sur les Transports) travaille beaucoup sur ce sujet, j'ai pu consulter des documents sur place, les documentalistes m'ont gentiment fourni des articles de périodiques.

▪ *L'ACAE* : Association des Constructeurs Automobiles Européens basée à Bruxelles m'a adressée quelques documents sur leurs actions.

❸ Organismes utilisateurs des nouveaux carburants :
▪ *La SEMITAG* (Syndicat Mixte de Transports de l'Agglomération Grenobloise), Monsieur Roger, responsable de la flotte m'a fait part de son expérience et des débuts et des avancées dans l'utilisation du diester dans les transports en commun.

▪ *Le Club des Villes Diesters* fédère les villes françaises utilisant le diester dans leurs transports en commun. Elles sont actuellement au nombre de 32.

❹ Des entreprises privées :
▪ *Renault - centre de recherche :* ceux-ci n'ont pas souhaité me présenter leurs travaux antérieurs ni les perspectives actuelles, il n'a pas été possible d'obtenir quelque information que ce soit.

▪ *Centre de Recherche d'Elf Carburants Solaize* : premier producteur industriel de diester actuellement. Le service Mise au point des moteurs m'a renvoyée à *l'Institut Français du Pétrole* avec lequel ils ont mené des études.

❺ Autres organismes :
▪ *Ministère de l'Environnement* , Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques, le centre de documentation a pu me fournir quelques documents primaires, ainsi que le

▪ *Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie*, Secrétariat à l'Industrie, Direction Générale de l'Energie et des Matières Premières, Direction des Hydrocarbures.

Remarques :
Pour gagner du temps, plutôt que d'établir une liste à l'aveugle de ces organismes, il aurait été utile de dépouiller d'abord les résultats de la recherche informatisée afin de cibler les organismes et les chercheurs ayant travaillé sur le sujet.

2.5. COUT DE LA RECHERCHE

L'évaluation du coût de cette recherche comprend 2 volets

2.4.1. Evaluation du coût matériel de la recherche :

2.4.1.1. Connexion à Dialog :

1ière recherche : tableau n°5 : produits de remplacements des carburants fossiles.
Cette recherche effectuée lors d'une séance de Travaux Pratiques n'a pu être télédéchargée correctement, un incident technique a provoqué une déconnexion, nous n'avons donc pas la facture totale de la fin de fichier. Toutefois, nous avions relevé le temps passé : environ 40 minutes. Nous n'avons pas le montant du coût de raccordement.

N° de la base	Nom de la base	Durée de la connexion	Coût de la connexion	Total
8	EI Compendex		0.15	
40	Enviroline		0.15	
69	Energyline		0.15	
41	Pollution Abstracts		0.15	
257	API En Compass		0.15	
	Total	40 min	0.30	14 $

Deuxième connexion : tableau n°6 : recherche traitant des biocarburants, des diesters.

N° de la base	Nom de la base	Durée de la connexion en heures	Coût de la connexion pour 0.010 h	Total En $
5	Biosis	0.028	0.15	0.42
8	EI Compendex	0.273	0.15	4.10
34	SciSearch	0.020	0.15	0.30
40	Enviroline	0.0487	0.15	7.30
41	Pollution Abstracts	0.003	0.15	0.05
144	Pascal	0.334	0.15	5.01
257	API En Compass	0.275	0.15	4.12
156	Toxline	0.310	0.15	4.65
	Total	1.73	1.2	25.95

Avec le coût de raccordement de 10.40 $, le coût total est de **36.35 $**, soit **218.50** FF.

Troisième connexion : tableau n°7 : recherche sur les diesters et les émissions d'aldéhydes.

N° de la base	Nom de la base	Durée de la connexion en heures	Coût de la connexion pour 0.010 h	Total En $
5	Biosis	0.567	0.15	8.50
8	EI Compendex	0.004	0.15	0.06
34	SciSearch	0.007	0.15	0.11
40	Enviroline	0.002	0.15	0.03
41	Pollution Abstracts	0.001	0.15	0.15
144	Pascal	0.016	0.15	0.24
257	API En Compass	0.002	0.15	0.03
156	**Toxline**	0.007	0.15	0.105
	Total	0.613	1.2	**9.22**

Avec le coût de raccordement de 3.7 $, le coût total est de **12.92 $,** soit **77.50 FF.**

Le coût des 3 recherches cumulées est de **63.3 $,** soit **379.50 FF**.

Ces prix correspondent à des prix préférentiels consentis par Dialog à L'ENSSIB en tant qu'organisme de formation.
Pour un autre abonné, le télédéchargement des références est payant. Nous avons télédéchargé les références sous le format 5, c'est à dire, références du document, résumé, mots-clés.

Nom de la base	Coût de télédéchargement d'une référence format 5 (en $)	Nombre de réf. télédéchargées sur la 2° recherche	Nombre de réf. télédéchargées sur la 3° recherche	Coût (en $)
Biosis	1.45	1	5	8.7
EI Compendex	1.95	28	5	64.35
SciSearch	2.5	1	2	7.5
Enviroline	1.5	60	0	90
Pollution Abstracts	1.5	1	0	1.5
Pascal	1.45	16	9	36.25
API En Compass	2	9	2	22
Toxline	0.7	18	5	16.01
Total		134		**246.4**

Le coût global comprenant le temps d'interrogation et le télédéchargement des références pour l'ensemble de la recherche serait de **309.4 $** soit **1856.40 F**.

2.4.1.2. Connexion à Internet

Le temps passé sur Internet est évaluer à 9 heures soit 540 minutes de communication locale en plein tarif en une dizaine de connexions, le coût est donc de
10 x tarif de connexion + 510 min de communication locale plein tarif, soit **150.22 F**.
Nous ne prenons pas en compte ici le coût du fournisseur d'accès, il est gratuit à 'ENSSIB, mais il serait à prendre en compte dans une situation professionnelle.

2.4.1.3. Consultation des CD-Roms

L'utilisation de ces CD-Roms est ici gratuite, mais l'acquisition de ces sources d'informations serait à prendre en considération dans un budget global.
Par exemple, le coût de l'acquisition de la collection complète de Pascal sur CD-Rom est de 60000 F et l'abonnement annuel est à 16000 F.

2.4.1.3. Coût de fournitures des articles primaires : 363.50 F
dont photocopies : 300 photocopies à 0.40 cts = 120 F
Coût des PEB : 2 articles à 29 F et un à 14.5 F = 101.50 F
Prêt international d'un ouvrageBritish Library) : 100 F
Achat d'ouvrages : un ouvrage a été acheté à 42 F

2.4.1.4. Coût des communications téléphoniques

Le temps passé en communications locales, nationales et internationales n'a pas été évalué. La prochaine note de téléphone pourra me renseigner. Cette dépense est comprise dans les frais généraux de fonctionnement.

2.4.1.5. Coût des consommables non évalué

2.4.2. Evaluation du temps passé

Recherches documentaires :

CD-Rom Pascal :	3 h30
+ dépouillement des références	2 h
CD-Roms Medline et Embase :	1 h
CD-Rom Transport :	½ h
CD BNF	¼ h

Etude du catalogue Dialog et des blues-sheets :	1 h
Recherche sur Internet :	9 h
Localisation des documents primaires dans Myriade	1 h
Recherche des articles à la BU Sciences et Doc'Insa et photocopies	1h 30
Consultation de documents à l'INRETS	3 h
Consultation des documents à l'ADEME	6 h 30
Réunions avec le commanditaire (4)	4 h
Communications téléphoniques	?

Ne sont pas pris en compte les temps de trajets, ni leurs coûts.

Le temps consacré à la lecture des documents, la rédaction de la synthèse, la frappe du document n'a pas été très justement totalisé, une évaluation donne :
-39 h 30 pour la lecture des documents primaires,
-15 h de rédaction de la première partie de ce document : chapitre 2 conduite de la recherche bibliographique,
-30 h de rédaction des autres chapitres : chapitre 3 : synthèse bibliographique, et chapitre 4 : bibliographie ainsi que les annexes,
-4h de réunion avec le commanditaire.

En situation professionnelle, une partie de ces tâches pourrait être réalisée éventuellement par une assistante-documentaliste

Nous avons tenté d'établir une facture, le travail étant réalisé en totalité par une documentaliste spécialisée au tarif horaire de 120 F (brut) de l'heure.

2.6. REDACTION DE LA SYNTHESE

La synthèse, au chapitre suivant est plus longue que les 10 pages recommandées, car il nous est apparu intéressant de dépasser le strict cadre de l'étude des émissions polluantes liées à l'utilisation de diesters. Les données écolo-économico-politiques sont importantes à

considérer dans l'enjeu que représente actuellement les diesters. Ces données doivent être connues avant de développer un éventuel programme de recherche.
Une synthèse beaucoup plus courte aurait été tout à fait réalisable.

D'autre part, certaines abréviations ne sont pas développées car communément admises et utilisées dans le domaine de travail de Madame Maître. Il en est de même pour certaines informations qui sont connues du commanditaire comme la toxicité des différents polluants. En fonction des qualifications et des connaissances du commanditaire, ce chapitre aurait pu être développé.

2.7. BIBLIOGRAPHIE

La rédaction de la bibliographie a suivi les recommandations de Doc'Insa[15]. Celles-ci reprennent les normes Afnor. La principale difficulté a été de référencer les documents électroniques.
Contrairement aux prescriptions de la norme AFNOR, nous n'avons pas classé les références bibliographiques par ordre d'appel dans le texte, mais par ordre alphabétique d'auteurs, ce qui est plus facile pour retrouver les travaux d'un auteur. Cette forme est la plus utilisée par le docteur Maître.

A noter, qu'en février 1998, l'AFNOR vient de publier la norme ISO690-2 consacré à la rédaction des références des documents électroniques[16].

Les références ayant servies à la rédaction de la synthèse sont mentionnées dans le chapitre n°4 : bibliographie.

2.8. CONCLUSION

L'étape de la recherche bibliographique la plus importante est la discussion avec le demandeur afin de cerner au mieux ces besoins, de définir exactement son sujet et ses attentes. Elle conditionne l'organisation des autres étapes. Elle ne doit pas être négligée, et le temps consacré est du temps gagné sur la suite du travail.

L'organisation de la recherche documentaire dépend de plusieurs paramètres :

- le type d'informations souhaitées par le demandeur : la connaissance de son secteur d'activité ou de son domaine de recherche est une donnée appréciable.
- la profondeur de la recherche. Pour cela, il est intéressant de connaître l'usage des documents fournis, simple information ponctuelle, élaboration d'un programme de recherche, information avant rencontre avec des interlocuteurs particuliers,...
- le temps disponible : la recherche ne sera pas menée de la même façon si le temps imparti est de 2 jours ou de 2 mois,
- des moyens à disposition en première intention et en seconde intention : CD-Rom, serveurs de bases de données, internet, autres ressources : bibliothèques, centres techniques, ..

---

15 *Prudhomme B. Références bibliographiques. Rédaction et lecture. [On-line]. Villeurbanne (France) : Insa, Doc'insa, 4 novembre 1997, imprimé le28 novembre 1997. Available from Internet : http://www.insa-lyon.fr*
16 *AFNOR.. : Information et Documentation – Références bibliographiques – Partie 2 – Documents électroniques. Paris : Afnor. 1998.*

☞ des moyens financiers disponibles pour ce travail.

Enfin, la stratégie de recherche dépend aussi de la bonne connaissance du domaine étudié et des différentes sources pertinentes. Les différentes sources sont complémentaires : papiers, CD-Roms, Bases de données, internet. Une forme ou une autre est à privilégiée en fonction du domaine considéré.

Les relations avec le demandeur sont importantes afin de "coller" au mieux à ses besoins.

Enfin, nous regrettons que la littérature grise qui représente une part non négligeable des connaissances scientifiques soit si difficilement accessible.
Internet a besoin d'être structuré pour être efficace. Cet outil est intéressant pour l'avenir car largement répandu, facile d'accès, pas très coûteux, international, malgré la prépondérance des sites américains.

enssib

Madame le Docteur MAITRE
IUMTE
Laboratoire de Médecine du Travail
et Toxicologie
Faculté de médecine
38700 LA TRONCHE

Villeurbanne, le 6 mars 1998

Facture n° Doc 98-1

		Prix en FHT
Recherche bibliographique :		
Interrogation des bases de données sur Dialog (connexion au serveur et télédéchargement)		1856.40
Interrogation d'Internet		150.22
Vacations de recherche sur Dialog : 4.30 h x 120 F		540.00
Vacations de recherche sur Internet : 9 h x120 F		1080.00
Vacations de recherche sur CD-Roms : 5 h 1/4 x120 F		630.00
	total	*4256.62*
Recherche des documents primaires		
Photocopies 300 à 0.40 F		120.00
Prêt entre bibliothèques		201.50
Livres		42.00
Vacations de recherche des articles primaires : 2h30		300.00
	total	*663.50*
Synthèse bibliographique :		
Vacations de sélection des articles : 1h30		180.00
Vacation sde lecture : 39 h 30		4716.00
Vacations de synthèse et rédaction : 30 h		3600.00
	total	*8496.00*
Divers		
Réunions diverses : 4h		480.00
Déplacements 4x60 km à 2.50 F		600.00
Livres		42.00
Vacations de recherche des articles primaires : 2h30		300.00
	total	*1422.00*
Total		**14838.12**
Frais généraux : 5%		**741.90**
	TOTAL F HT	**15580.02**
	TVA 20,6%	**3209.48**
	Total	**18789.50 FTTC**

Facture factice

3. synthèse bibliographique

1. INTRODUCTION

L'abondance et l'internationalisation de la littérature concernant la pollution atmosphérique et l'effet de serre montrent que l'ensemble des pays est concerné et que la lutte contre la pollution est un enjeu mondial.
Les préoccupations écologiques s'accompagnent d'une volonté des pays à être indépendants sur le plan énergétique. De plus, l'épuisement des réserves naturelles de pétrole évalué à 45 ans pour les uns (67) et 100 ans pour les autres, a conduit à rechercher des carburants de remplacement des carburants fossiles pour la fourniture de l'énergie.
La consommation mondiale annuelle de pétrole est de 3.2 milliards de t.
Ce problème de fond est ravivé lors de chaque choc pétrolier.
Nous allons traiter ici des aspects positifs et négatifs d'un carburant de remplacement particulier : le diester, qui appartient à la catégorie des biocarburants.

2. POSITION DU PROBLEME : PLACE DU TRAFIC ROUTIER DANS LA CONSOMMATION D'ENERGIE

Depuis 1985, on assiste à une forte augmentation du trafic du fait d'une nouvelle politique de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire avec délocalisation des emplois par rapport à l'habitat. Désengorger les villes, déserrer la contrainte spatiale détériore le bilan énergétique car engendre plus de déplacements.
Le nombre de kilomètres parcourus s'est multiplié par 2 ces vingt dernières années tant pour le travail que pour les loisirs.
En 1994, étaient recensés 570 millions de véhicules dans le monde (430 millions de véhicules particuliers et 140 millions d'utilitaires) sans compter les 100 millions de deux roues. (118, 125).
L'ONU prévoit une multiplication par 2 du trafic dans les 30 ans à venir notamment par une explosion du nombre de véhicules dans les pays en voie de développement ces prochaines années.
Actuellement, ¼ de la population mondiale consomme ¾ de l'énergie avec en moyenne un facteur 10 entre les pays industrialisés et les pays sous-développés. Par exemple, les Etats-Unis et le Canada consomment 30 à 40 fois plus d'énergie que l'Asie ou l'Afrique (115).

La consommation mondiale d'énergie est évaluée 1,432 milliards de Tep[17] an 1990 dont 0.6 milliard par les transports, 2 milliards sont prévus en 2060 avec l'émission de1.6 milliards de tonnes de carbone.
En France, 25.3 % de la consommation d'énergie est consacré aux transports, soit 61 % de la consommation totale de pétrole dont 80 % plus spécifiquement à l'automobile (118, 125).
En effet, on estime que 70 % des transports sont effectués par route (moitié personnes et moitié marchandises, 10 à 15 % par air, 10 à 12 % par mer et fleuves, 5 à 7 % par fer) (118).

Pour le déplacement des personnes : 40% s'effectuent en ville, 40% en bassin de vie (région) et 20% en interurbain ou longue distance.

17 *TEP : tonne équivalent pétrole*

Pour les marchandises, 38 % se font en ville, 15 % en zone régionale peu urbanisée et 46 % en longue distance (28).
(Augmentation importante également du trafic aérien : +73% entre 1980 et 1991).

En France, en 1995, 46 % des voitures neuves sont des diesels (70 % des hauts de gamme) alors qu'en Europe, les diesels représentent 23 % des véhicules neufs.

La pollution[18] :
En ville, les transports sont responsables de 40% de la consommation totale de l'énergie et de 50 % des émissions de CO (oxyde de carbone), de 65 % d'hydrocarbures et 30% du CO_2 (123, 152). Pour Robert, un trafic congestionné par rapport à un trafic fluide multiplie par 4 les émissions de CO et par 3 celles des hydrocarbures. Une conduite brutale peut augmenter les émissions de 30 à 40 %. Le fonctionnement du moteur (performances, consommation, agrément) joue un rôle important dans la consommation de carburants (33).

Trois niveaux de pollution peuvent être individualisés (87) :

1.pollution locale due aux CO, COV (composés organiques volatiles), NO_X,

2.pollution régionale par dilution des gaz émis (le soufre se transforme en SO_2) et réaction avec la matière, les composés acides réagissent avec l'eau pour former des pluies acides (dépérissement des forêts, acidification des sols et des lacs). Les réactions photochimiques provoquent la formation d'oxydants puis d'ozone.

3.pollution mondiale avec problème de l'ozone et effet de serre (réchauffement de la planète). Les oxydes d'azote, et les composés carbonés (COV et CO) réagissent avec les UV du soleil réalisant une pollution photochimique et forment de l'ozone et du méthane. Ces gaz, avec les CFC, les chlorés contribuent à la formation du trou de la couche d'ozone.

Les carburants automobiles issus pour 98.8 % du pétrole sont considérés comme responsable de 18.5 % de l'accroissement de l'effet de serre due à l'énergie et de 13 % de l'accroissement total de cet effet de serre (120).

A l'heure actuelle, les transports sont tenus pour responsable d'une grande partie des rejets dans l'atmosphère des activités humaines (source CITEPA) (28) :

- 12% du SO_2,
- 69% des NO_X,
- 64% du CO,
- 49% des COV,
- 33% des particules en suspension,
- 33% du CO_2, principal gaz à effet de serre (+35% en 10 ans).

Alors que l'émission de polluants est en baisse dans les autres activités consommatrices d'énergie, celle des transports est en constante augmentation. Les véhicules particuliers ont une place importante.

De plus, les émissions des diesels sont classées depuis quelques années comme cancérigènes probables par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) classe 2A (81). Pour la NIOSH, les émissions diesel sont des cancérigènes professionnels potentiels.
La génotoxicité de ces particules est influencée par la nature du gazole et le type de combustion. Les émissions contiennent des hydrocarbures aliphatiques aromatiques, nitrosubs-

18 Pollution : définition du Conseil de l'Europe du 14.09.1967 : "il y a pollution de l'air lorsque la présence d'une substance étrangère ou une variation importante dans la proportion de ces constituants est susceptible de provoquer un effet nuisible, compte-tenu des connaissances scientifiques du moment, ou de créer une gène".

titués connus pour leurs pouvoirs de mutation sur les bactéries, les cellules de mammifères, l'atteinte de l'ADN, les effets chromosomiques et les transformations oncogènes (36).
Les pots catalytiques installés sur les véhicules diesel diminuent les émissions de particules mais ils ne diminuent pas significativement l'activité mutagène.

Ainsi la conjonction de ces différents facteurs économiques, géopolitiques, toxicologiques et environnementaux a amené les pays consommateurs à s'interroger et à travailler sur la recherche d'énergie moins polluante et produite localement afin de diminuer leur dépendance énergétique. Les objectifs de la convention de Rio sont ambitieux et poseront des problèmes aux pays engagés.

Différentes voies sont étudiées en parallèle dans le remplacement des carburants traditionnels : les biocarburants, le GPL, le GNL, l'électricité, l'hydrogène et aussi de "nouveaux" carburants issus des carburants fossiles. Des améliorations techniques des moteurs conventionnels sont également envisagées (Japon) : pots catalytiques, filtres, allégement des véhicules, diminution des frottements des pneus, etc...

3. LES BIOCARBURANTS

Les biocarburants, néologisme pour désigner les carburants issus de la biomasse, par opposition aux carburants traditionnels d'origine fossile, sont attrayants, car :
- ils remplacent l'énergie fossile épuisable par une énergie renouvelable,
- ils réduisent notre dépendance énergétique,
- ils atténuent les effets économiques des chocs pétroliers,
- ils tentent de répondre aux préoccupations écologiques de tout un chacun.

De plus, la situation agricole de ces dernières années et la Politique Agricole Commune, et la restriction des surfaces destinées aux productions alimentaires a conduit à la mise en jachère de 1.5 millions d'ha en France soit 15 % de la surface cultivable, une orientation vers la culture à visée non alimentaire est une opportunité pour la filière des oléagineux, donc pour l'agriculture (66, 74).

Mais qu'en est-il de l'effet sur la réduction de la pollution et de leurs effets sur la santé ?

Une étude de veille technologique réalisée par Coronini sur la littérature internationale a montré que, entre 83 et 93, les biocarburants ont fait l'objet de 1578 références bibliographiques et de 482 brevets dans de nombreux pays (en France avec l'Institut Français du Pétrole, aux Etats-Unis avec Texaco, au Japon et en Australie). Ces études portaient plus souvent sur l'alcool, mais les huiles végétales ont un développement plus récent (45).

Il existe 2 types de biocarburants :

❶ *l'éthanol et ses dérivés :*

l'alcool éthylique est obtenu par fermentation du glucose, de l'amidon ou de la cellulose provenant de la biomasse :
. des plantes saccharogènes : betterave, canne à sucre, topinambours,
. des plantes amylacées : pomme de terre, blé, maïs,
. de la cellulose : bois, paille.

Des études ont été conduites avec des excréments animaux, ou d'autres produits "naturels"
La réaction est une fermentation anaérobie des sucres en C6.

L'éthanol pur nécessite un moteur adapté (moteur à essence). La consommation est augmentée. La production est encore chère. En mélange, il est utilisé à 5 % (en Europe) ou à 10 % (aux USA) sans modification des moteurs. Ses dérivés, l'ETBE ou éthyl-tertio-butyl-éther obtenu par réaction avec de l'isobutène (produit pétrolier), ou le MTBE (ou éthyl-tertio-butyl-éther), obtenu par réaction de l'isobutène avec du méthanol sont utilisés comme adjuvant de l'essence sans plomb. La législation française autorise l'adjonction de 10 % à l'essence (5% sont habituellement utilisés).
Ce carburant est donc destiné aux moteurs à essence. Nous ne l'étudierons pas ici.

❷ *les huiles végétales et leurs dérivés* que nous allons développer plus loin : mode de fabrication, propriétés et émissions.
Ces huiles sont destinées à des moteurs diesels uniquement. Les huiles végétales pures sont trop visqueuses, elles ont une température de filtration trop élevée nécessitant une adaptation technique des moteurs. Les dérivés de ces huiles ont des propriétés leur permettant d'être utilisées dans des moteurs diesels classiques.

Ces huiles sont issues de plantes variées et nombreuses : colza, tournesol, palme, canola, jatropha, arachide, ricin, coton, cacahuète, ...
Le brevet Erner répertorie l'ensemble des produits végétaux utilisables (62).
Des essais avec des huiles alimentaires usagées ont été également réalisés.

Ces biocarburants sont destinés aux moteurs diesels, les huiles pures nécessitent une adaptation du moteur. Les dérivés peuvent être utilisés directement dans un moteur diesel classique. Ils sont appelés diesters.

4. HISTORIQUE DES BIOCARBURANTS A BASE D'HUILES VEGETALES :

Les huiles végétales sont utilisées depuis de nombreuses années dans les moteurs diesels.
En effet, la possibilité d'utiliser les huiles végétales comme carburant a été soulignée dès la conception des moteurs diesels dans les années 1892 par Rudolph Diesel lui-même (huiles végétales de coprah, tournesol, palme, soja ou arachide, pures filtrées et dégommées).

A l'exposition universelle de Paris en 1900, était présenté un petit moteur monocylindrique de Otto fonctionnant à l'huile d'arachide afin d'utiliser les excédents d'huile d'arachide produits dans les colonies.
Depuis plus de 50 ans, les huiles végétales sont étudiées avec attention.

En 1958, le moteur Magic de Berliet fonctionnait avec de l'essence, du kérosène, du pétrole brut du Sahara, des huiles végétales diverses (olive, arachide), des huiles animales (huile de foie de morue) et la publicité de l'époque vantait son utilisation même avec de la ... brillantine ! (152).

Enfin, le moteur Elko d'Elsbett en Allemagne fonctionnait au gazole, aux huiles végétales ou aux deux (31).

En Afrique, plusieurs dizaines de moteurs fonctionnent à l'huile d'arachide, de palme ou de poughère.

En 1981, en France, l'Institut Français du Pétrole, avec le soutien de l'ADEME, s'intéresse aux esters méthyliques d'huile végétale. Les problèmes agricoles de l'époque avec les accords du GATT et la PAC imposent une diversification des débouchés pour les agriculteurs,

et la culture des oléagineux à visée non alimentaire apparaît comme une opportunité pour eux. L'objectif est de produire 500000 t de diesters sur 400000 ha de colza correspondant à moins de 5% de la consommation de gazole.

La première usine de production a vu le jour en 1988 à Compiègne avec les premières expérimentations sur les flottes en 88-89 et sur flottes captives des collectivités locales à partir de 1990.
De 1990 à 1995, un important programme d'études naît en France, coordonné par l'Institut Français du Pétrole avec les pétroliers (Elf, Total), les constructeurs (PSA, Renault, Renault VI) et les ministères de l'Agriculture et de l'Environnement, les producteurs de diesters (Sofiprotéol, Onidol) et l'ADEME (111).

En 1990 aux Etats-Unis, le" Clean Air Act" voit le jour.

En1991, le diester est homologué à 5% dans le gazole en distribution à la pompe en France.

En1992, les huiles végétales sont exonérées de la TIPP (directive Scrivener). Un écobilan est réalisé (56).
Le colza est produit pour la première fois sur jachère (35000 ha).

Le rapport Levy, en 1993, prend en compte les aspects techniques, économiques et écologiques. Il évalue la rentabilité de ce produit sur 20 ou 30 ans. En 93, le coût est encore trop élevé et la production limitée.

Le 1.1.1994, l'obligation d'affichage sur les pompes des stations service distribuant du gazole à 5 % est levée.
En août de la même année, 5 % de diesters est incorporable dans le fuel à usage domestique, le diester est également défiscalisé pour cet usage (150).

En 95-96, ce sont 300000 ha qui sont cultivés pour cette production.

En 1994, le Club des Villes Diesters créé par 17 villes fondatrices fédèrent actuellement 30 collectivités locales.
Ses objectifs sont de :

- constituer un réseau d'échanges et d'informations autour de l'utilisation du diester,
- promouvoir le diester auprès de tous les gestionnaires de flotte captive,
- assurer un rôle d'interlocuteur privilégié auprès des pouvoirs publics.

Actuellement, 5000 véhicules municipaux sont équipés et ils ont parcouru plus de 150 millions de kilomètres.

Deux taux d'incorporation sont autorisés :

5 % taux homologués de distribution à la pompe,

30 % sur les flottes captives avec une simple information à l'ADEME sans autre formalité notamment au niveau des véhicules.

En station service, 160 millions de tonnes de gazole sont délivrées donnant donc un potentiel de 800000 tonnes de diesters.

5. FABRICATION DES DIESTERS

La fabrication procède en quatre étapes :

❶ *la trituration :* pour libérer l'huile, les graines (colza, soja, tournesol dans les pays tempérés) sont triturées, laminées, cuites et écrasées.
Le co-produit de fabrication, le tourteau est destiné à l'alimentation du bétail (riches en protéines).

❷ *le semi-raffinage* consiste à éliminer les acides gras et les phospholipides par précipitation et centrifugation en présence de vapeur d'eau.

❸ *la transformation ou trans-estérification* :
on appelle transestérification (ou alcoolyse) une réaction entre un ester et un alcool :

R-COO-R' + R''-OH ↔ R4-OH + RCOO-R''

$$\begin{array}{l} CH_2\text{-O-CO-R1} \\ | \\ CH\text{-O-CO-R2} \\ | \\ CH_2\text{-O-CO-R3} \end{array} + 3\ CH_3OH \rightarrow \begin{array}{l} R1\text{-}COOH_3 \\ | \\ R2\text{-}COOH_3 \\ | \\ R3\text{-}COOH_3 \end{array} + \begin{array}{l} CH_2\text{-OH} \\ | \\ CH\text{-OH} \\ | \\ CH_2\text{-OH} \end{array}$$

R comprend de 11 à 22 C (avec 3 insaturations au maximum).
Réaction à 50°C en présence d'un catalyseur sodique à une pression d'1 atm.
100 ha de colza permettent d'obtenir 1200 tonnes de diesters.
1.05 t d'huile + 0.11 t d'alcool → 1 t d'esters +0.1 t de glycérol +23 kg d'acides gras
1 m3 d'esters utilisés correspond à 1 ha de jachère évitée.

Le méthanol est produit à partir de la combustion de gaz naturel des raffineries, il serait donc préférable d'utiliser de l'éthanol issu de la biomasse.
Pour plus de détails, on pourra consulter (6, 62).

❹ *la décantation du glycérol* suivie d'un *filtrage* sur résine est facultative mais assure une bonne qualité physico-chimique du produit.

Différents procédés de transestérification existent : Henkel haute ou basse pression, Esterfip, Unilever, BioEnergy Technology LTD (62), d'autres sont à l'étude (129).
Les catalyseurs, les alcools, la température, la pression, le degré de raffinage de l'huile, la présence d'eau sont variables. Filières liste les différents procédés (62).
Ali présente les acides gras contenus dans les huiles végétales (6).

Une double distillation améliore la qualité du produit (acides gras contenus) (133).

6. LE BILAN ENERGETIQUE

Une étude réalisée par la société Ecobilan avait pour objectif d'évaluer l'impact sur l'environnement des esters d'huiles végétales (129, 56).
Pour ceci il est nécessaire de calculer l'énergie fournie par ce carburant et la quantité d'énergie nécessaire pour le produire. De cette étude, il ressort que le bilan énergétique est plus favorable pour les diesters que pour le gazole. L'énergie totale fournie par les esters et les coproduits (tourteaux et glycérine) est 2.5 fois supérieure à l'énergie utilisée pour sa production. L'énergie renouvelable provenant des esters est 2 fois supérieure à l'énergie fossile utilisée pour sa production, compte-tenu des différentes étapes de sa culture, du transport et de sa transformation :

Energie restituée sous forme de carburants = 1.9
Energie fossile consommée pendant sa production

Ces calculs sont effectués sur la base d'un rendement de 3 t/ha de graine de colza (56, 95, 112).

Filière ester : Energie renouvelable 2.5 MJ/km parcourus
Energie non renouvelable : 0.88 MJ/km
Gazole : Energie non renouvelable : 2.73 MJ/km (129)

De plus ce carburant est biodégradable en 21 jours.

Les détracteurs évoquent le problème de l'utilisation des engrais et des phytosanitaires pour la culture de colza qui produisent des nitrates avec les conséquences que l'on connaît (157, 152). Une Charte Environnement est respectée par les producteurs de colza à vocation énergétique respectant un cahier des charges précisant des règles strictes concernant les engrais et les pesticides (56).
De plus, certains pensent que la culture de colza sur les jachères limite le lessivage des nitrates en comparaison à une jachère nue, le colza couvrant le sol pendant 10 mois de l'année (66, 113).

Viennet trouve que le bilan est contestable et que le coût est encore trop important pour la collectivité (157).

7. LE COUT DU DIESTER

Le prix des carburants est constitué majoritairement de taxes en Europe.
En 95, le prix du super sans plomb 98 était de 5.63 F/l, les taxes représentaient 4.49 F/l.
Pour le gazole, le prix était de 3.86 F/l dont2.76 F/l de taxes. (A noter que les 2 produits sortent de raffinerie à des prix voisins).

En 96, le coût de production de l'EMC[19] est de 2.70 F/l et par ratio avec les PCI 2.85 F/l l'équivalent d'un litre de gazole. Ce coût correspond pour les 2/3 à la production (agriculture) et pour 1/3 à la transestérification. Ces prix sont élevés si on les compare aux prix de vente HT des carburants pétroliers (67). Des baisses de prix sont envisageables dans le futur grâce à des augmentations de productivité. Actuellement, le diester bénéficie de l'exonération de la TIPP (42), ce qui le met en concurrence directe avec le gazole du point de vue du consommateur. Qu'en sera-t'il dans 10 ans à la fin de cette mesure compensatoire ?

8. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

L'ensemble des caractéristiques du gazole, huile de colza pure et de l'EMC est répertorié dans le tableau n°8. Les définitions des différents critères sont en annexe n°3.
L'utilisation des esters méthyliques de colza comme carburant est subordonnée au respect du cahier des charges techniques figurant en annexe n°5.

Des valeurs similaires sont rapportées par les différents auteurs (153, 109, ...).
Pour Devel, l'indice de cétane est un peu inférieur pour l'EMC 48.7 contre 50 pour le gazole.

19 EMC : ester méthylique de colza

▪ L'huile végétale pure, quelle que soit son origine, est trop visqueuse, son indice de cétane est trop élevé (il augmente avec le PM de l'acide gras et celui de l'alcool) et elle entraîne un encrassement accéléré du moteur par polymérisation (6, 62, 109, 95). L'atomisation sera trop petite et la combustion incomplète sans un système d'injection adapté : injection haute pression, turbulence maximum, lubrification spéciale (69).
De plus, la combustion de l'huile pure est à l'origine d'une odeur de friture.
Sa viscosité nécessite un démarrage du moteur avec un autre carburant jusqu'à ce que la température atteigne 70 °C environ avant l'injection d'huile pure.

Caractéristiques	Gazole	Huile pure	EMC
Densité à 15 °C (kg/m^3)	820-860	920	880-885
Viscosité à 40° C (mm^2/s)	2-4.5	30.2	4.5
Point éclair (°C)	>55	285	188
Point de trouble (°C)	<-5	-11	-3
Point de figeage (°C)	<-15	20	-12
Distillation	250°C : <65%	T10 : 256	T10 : 335
	350°C : >85%	T50 : cracking	T90 : 342
Point initial-point final	182-350		321-350
Valeur calorifique (kJ/kg)	42300		37040
Indice de cétane	>49	35	50

Tableau n°8 : caractéristiques techniques comparées du gazole, de l'huile de colza et de son ester méthylique d'après Montagne (111)

▪ Les esters présentent un point de cétane comparable au gazole, son haut point éclair en fait un produit moins dangereux à utiliser que le gazole.
Ces esters sont le plus souvent utilisés en mélange avec le gazole. Les tests sont effectués sur des mélanges allant de 0 à 100 % d'esters.
L'addition d'alcool en faible quantité améliore la viscosité du produit et les caractéristiques à froid du moteur mais diminue de façon importante le point éclair du mélange et la perte de puissance a tendance à faire augmenter la consommation (62).

➢ Les tests d'usure du moteur ne montre pas d'usure prématurée du moteur (104, 111), certains moteurs ont effectué plus de 5 millions de kilomètres sont problèmes particuliers (111, 130).

➢ La légère diminution de puissance est compensée par l'augmentation de la consommation de 5 à 6 % (le pouvoir calorifique est plus faible).

➢ Les impuretés contenues dans le diester (glycérides, phospholipides, catalyseurs) sont responsables de la formation de carbone favorisant la formation de "trompettes" de coke sur les injecteurs sans conséquence néfaste.

➢ L'EMC ($R\text{-}COO\text{-}CH_3$) comporte 11% d'O_2, ce qui favorise la combustion.

➢ Certains auteurs constatent une dilution dans les huiles de lubrification imposant des vidanges plus fréquemment (62, 138, 98), pour d'autres, ce problème n'existe pas (109).

➢ L'étude des huiles de vidange a montré une augmentation inattendue du taux de plomb, le diester ne contenant pas de plomb, ni le gazole, ce métal a pour origine le réservoir de carburant du véhicule attaqué par le RME ou ces produits de dégradation.

➢ La tendance au moussage, désagréable lors du remplissage, peut être combattue sans inconvénient par l'adjonction d'antimoussants.

➢ La tenue des polymères, joints des moteurs, (élastomères et thermoplastiques : poids, perméabilité, résistance mécanique, gonflement) est variable suivant les auteurs, pour certains ces polymères ont vieilli avec des mélanges à 50 % mais sans effet particulier (111). Le circuit d'essence, le filtre à essence ou le pot d'échappement ne sont pas affectés.
L'EMC a une acidité faible que n'a pas le gazole. Devel recommande d'être vigilant quant au caoutchouc et aux joints, mais également au remplissage du réservoir afin de ne pas endommagé la peinture du véhicule.

➢ Sur le plan microbiologique, l'augmentation du carbone soluble en phase aqueuse favorise la contamination microbienne. De plus, l'augmentation de l'eau dans le mélange eau-carbone et la diminution du pH de la solution aqueuse favorisent le développement microbien, celui-ci est favorisé dès les mélanges à 5 %, surtout l'été. Des biocides sont ajoutés (111, 134).

➢ Il ne contient pas de soufre ni d'azote donc n'émet ni SO_2 ni NO_x, il ne contient pas non plus d'HAP (36, 129).

Le mélange optimum recommandé sur le plan technique et écologique est de 30% de diesters pour 70% de gazole (149, 54).

➢ Le diester ne provoque pas de problème technique particulier quant à sa mise en œuvre dans un moteur diesel classique, il ne nécessite pas de modification du moteur.
A Grenoble, Renault Véhicules Industriels a engagé sa responsabilité dans la garantie de constructeur jusqu'à un mélange 50% EMC - 50% gazole

9. LES EMISSIONS

Nous ne reviendrons pas sur la transformation troposphérique des différents polluants, pour cela nous nous reporterons aux ouvrages spécialisés ou à la thèse de Mr Ferrari qui reprend les différentes réactions chimiques (61).
Nous ne reviendrons pas non plus sur les différentes normes et réglementations des différents pays. Ferrari les répertorie dans son travail.

Les atouts techniques apparents des diesters sont contrebalancés par les aspects environnementaux liés à leurs émissions. Un rapport de l'Académie des Sciences rapporté dans le Bulletin de l'Industrie Pétrolière précise que l'ajout ou la substitution de produits oxygénés aux carburants pétroliers présente des avantages puisque ces produits "contribuent à diminuer la pollution acide, permettant de réduire l'incorporation d'aromatiques et de benzène" dans les carburants, et, enfin, limitent l'émission de benzène, mais ils engendrent d'autres polluants, les aldéhydes, suspectés de provoquer des cancers. "L'intérêt qui s'attache aux produits oxygénés apparaît au mieux comme limité. Le risque lié à l'émission d'aldéhydes,

mal connus, sera d'autant plus réduit que la proportion de ces composés oxygénés dans les carburants restera faible". (11).

Pour Joumard (87), il existe trois types de pollutions :

- l'évaporation d'hydrocarbures à partir du réservoir soit par refroidissement à l'arrêt, soit par évaporation journalière surtout l'été (61, 87), ce type de pollution est mal documenté.
- l'émission de gaz d'échappement à chaud,
- l'émission de gaz d'échappement moteur froid,

Les différentes études rapportant des valeurs de polluants mesurés sont effectuées dans des conditions différentes. Deux types de véhicules diesel sont testés :
- des moteurs à injection directe (la majorité des études),
- des moteurs à injection indirecte (37).
Les tests ont été effectués sur véhicules neufs ou sur véhicules usagés.
Les tests effectués sont également variables, bancs d'essai normalisés ou situation réelle. Ils ont été réalisés soit avec de l'EMC pur, soit avec des mélanges d'EMC et de gazole en proportion variable : 0 à 100 %.

Les normes de tests sont différentes en Europe et aux USA, elles précisent les conditions de départ (moteur froid ou moteur chaud), les vitesses maximales et moyennes de véhicules et leurs durées, la durée des phases de ralenti, l'équivalent de la distance parcourue et les points et moments précis de prélèvement. Ces cycles simulent une automobile en circulation urbaine ou périurbaine. Ferrari rapporte l'ensemble des tests standards appelés cycles en Europe (au nombre de 8) et aux Etats-Unis (au nombre de 7) (61). Les techniques d'échantillonnage et d'analyse des émissions sont variables.

Pour toutes ces raisons, les valeurs indiquées ci-dessous ne sont qu'indicatives et ne servent qu'à donner un ordre de grandeur des polluants émis. L'objectif de ce travail n'était pas d'effectuer une métaanalyse des ces différents résultats. Les résultats trouvés sont répertoriés dans le tableau n°10. Nous n'avons pas fait figurer les méthodes de prélèvements et de dosages employés.

Les normes actuelles de pollution ne prennent en compte que certains polluants appelés polluants réglementés, généralement, l'EMC répond à ces normes.

Un certain nombre de polluants ne font pas encore l'objet d'une réglementation comme les aldéhydes, les cétones, ...
Dans de nombreuses études ces polluants ne sont pas mesurés, et c'est sur ces produits que la polémique a cours.

Nous ne reprendrons pas ici les normes actuelles, le 18 février dernier, une réglementation plus sévère devait être votée par le parlement européen. A l'heure de rédaction de ce texte, nous n'en avons pas encore connaissance.

9.1. Les polluants réglementés

❍ Le CO_2 ou dioxyde de carbone :
Le CO_2 est le produit final de combustion de matières carbonées. C'est le principal gaz responsable de l'effet de serre. Les transports seraient responsables de 25 % des émissions de ce gaz dans l'air.
Il n'y a pas d'augmentation de l'émission de CO_2 dans les échappements lors de l'utilisation de diesters. De plus, la quantité de CO_2 absorbé lors de la croissance de la plante est équivalente à celle produite lors de la combustion de ce produit. Le bilan du CO_2 est donc nul, le diester est donc particulièrement favorable vis-à-vis de ce gaz par rapport au gazole.
L'usage d'un pot catalytique réduirait l'émission de CO_2.

❍ Le CO ou monoxyde de carbone
Le CO est également un produit de la combustion du carbone, il est produit lors de combustion incomplète. Son émission dépend du réglage carburants-comburants. Il est surtout émis lorsque le moteur est ralenti.
Avec les diesters, les taux mesurés dans les échappements sont inférieurs à ceux constatés avec le gazole. Cette différence vient du fait que le diester contient plus d'oxygène (11% de la molécule), ce qui favorise la combustion (67, 153).

Laforgia précise que la valeur qu'il a mesurée est due à un mauvais réglage du moteur (97).

❍ Les NOx :
Les oxydes d'azote participent à l'effet de serre et aux pluies acides.
Dans la plupart des études mentionnées dans le tableau n°10, le taux de NOx est augmenté avec les diesters par rapport au gazole. Ces taux dépendent de la température de la combustion, du taux d'oxygène, de la durée de la combustion et de la charge du véhicule (69).
Pour Chang, le rôle de l'oxygène dans la combustion n'est pas très clair : les esters sont décarboxylés rapidement et le CO_2 se forme précocement (température de combustion 12 % plus faible que le gazole). Le taux de NOx serait dû à une combustion trop précoce, il suffit donc de modifier le calage de l'avance à l'injection et réduire les taux de compression (68).
Par contre, le raccourcissement du délai d'injection va diminuer la température de combustion du mélange (6, 38, 105, 111, 143).
Pour Gateau, il s'agit d'une solution intermédiaire adoptée pour appliquer rapidement la réglementation actuelle mais qui s'avérera insuffisantes vis-à-vis des normes futures.
Pour Wilson, le taux de NOx est le même qu'avec du gazole, et Peterson mesure une diminution de 10 % des NOx et une augmentation du CO_2 et des particules (159, 126).

Le changement du diamètre de l'orifice d'injection par exemple, plus petit diamètre augmente la pression dans le cylindre ainsi que la pression maximale assurant un meilleur taux de combustion des carburants mais une augmentation de la production de NOx (96).
Un pot catalytique pourrait diminuer l'émission de NOx (113, 98, 159).

❍ Les hydrocarbures
Le taux d'hydrocarbures totaux est diminué avec le diester. Ceci est lié à la meilleure combustion du diester par présence d'oxygène dans sa molécule.
L'augmentation de la température et de la pression dans la chambre favorise la combustion diminuant la formation des particules et le pourcentage d'hydrocarbures imbrûlés, mais augmente le taux d'oxydes d'azote.
Pour Morcheoine, les pots catalytiques diminuent nettement leur taux.

Des essais d'addition d'eau soit dans le gazole, soit dans le cylindre, soit dans l'air d'admission diminuent les taux de NOx et de particules.

O Les particules (solides)
Ces particules insolubles sont 2 fois moins importantes avec le diester qu'avec le gazole liées à une combustion plus complète (153).
Pour Schumacher, la pose d'un filtre à l'échappement réduirait encore l'émission de particules (143).

O Le soufre (principal responsable des pluies acides) :
Le diester ne contient aucun atome de soufre dans sa molécule, il n'en rejette donc pas. On en trouvera uniquement dans les échappements des véhicules fonctionnant avec un mélange diester-gazole, ce soufre a pour origine le gazole uniquement.
A noter que la réglementation européenne actuelle limite le taux de soufre dans les carburants à 0.05 % depuis 1996.

9.2. Les polluants non réglementés
Ces polluants font l'objet de moins d'études non astreints à réglementation.

O les HAP ou hydrocarbures aromatiques polycycliques
Les études consultées montrent plutôt une action favorable du diester sur l'émission d'HAP.
La préoccupation vient du fait que parmi la dizaine de composés aromatiques polycycliques, 4 sont connus pour être biologiquement actifs et surtout cancérigènes. Il s'agit du benzo-a-pyrène, le benzofluoranthène, le chrysène, l'indeno1,2,3-cd-pyrène.
Mittelbach et Trittahrdt ont étudié la nature et les proportions des HAP produits. 70% seraient des pyrènes et des fluoranthènes (109, 153). Les HAP émis seraient diminués par les pots catalytiques (98).

O Les aldéhydes
sont réglementes en Californie seulement.
Il est connu depuis longtemps que la combustion de graisses et d'huiles laissent échapper des aldéhydes et des cétones. C'est l'acroléïne décomposée à haute température qui est à l'origine de l'odeur caractéristique d'huile brûlée ou de pommes frites des gaz d'échappement diesters.
Dans la plupart des études une augmentation du taux d'aldéhydes dans les gaz d'échappement de véhicules roulant au diester est signalée. C'est ainsi que l'Académie des Sciences a alerté en 1996 l'Assemblée Nationale avant l'étude du projet de loi prévoyant l'incorporation systématique de EMC dans les carburants en l'an 2000.

Le taux d'aldéhydes pour certains auteurs serait de 25 % supérieur avec le diester qu'avec le gazole : 57 mg/mile pour le diester et 43 mg/mile pour le gazole (153). Pour Mittelbach, le taux d'aldéhydes émis est variable de 1.5 à 5 fois en fonction de la charge et de la vitesse du véhicule avec le diester par rapport au gazole (109, 69).
Pour Krahl le taux d'aldéhydes augmenterait lors de l'utilisation de mélange supérieur à 20 % de diester.
Les principales aldéhydes trouvées sont le formaldéhyde, l'acétaldéhyde, le propionaldéhyde et l'acroléïne. Parmi ces aldéhydes, l'acroléine et le formol sont suspectes d'être cancérigènes, classe 2A du CIRC. L'acroléïne et de le propionaldéhyde ne présentent pas de différence significative entre les 2 carburants (80, 109).

Aldéhydes ou Cétones	Gazole	Huile de colza	EMC
formaldéhyde	4.2	16.0	5.9
acétaldéhyde	1.9	6.1	1.7
acroléïne	1.3	9.6	2.5
acétone	0.52	0.74	0.23
propionaldéhyde	0.54	2.9	0.88
crotonaldéhyde	0.51	1.6	0.49
méthacroléïne	0.16	0.11	0.027
méthyl-éthyl cétone + n-butyraldéhyde	0.56	1.8	0.43
benzaldéhyde	0.23	0.63	0.22
Total	*9.9*	*39.5*	*12.4*

tableau n° 9 : émissions pondérées d'aldéhydes et de cétones (en g/h) d'après Gateau (68)

Des tests ont été réalisés pour savoir si l'élimination de la glycérine lors de la fabrication des diesters réduirait le taux d'aldéhydes : le formaldéhyde reste augmenté de 40 % par rapport au gazole, l'acétaldéhyde est légèrement augmentée ainsi que le propionaldéhyde et l'acroléïne. Le taux d'émissions d'acroléïne, composé très toxique, dépend du degré d'insaturation des esters, la présence d'acroléïne serait due à la décomposition pyrogène des esters à longue chaîne grasse et non à la décomposition de la glycérine (62). L'augmentation du taux de glycérine n'augmente pas le taux d'acroléïne émise (109).
La transformation de colza en EMC diminue l'émission des aldéhydes en C3 et légèrement les C2, mais pas les autres aldéhydes (109, 69).
Knothe a étudié la décomposition des triglycérides insaturés par injection dans un réacteur pressurisé simulant les conditions de combustion d'un moteur diesel. Il souhaitait connaître les réactions pendant la phase de préinjection et identifier les produits formés. Du glycérol a été retrouvé, intermédiaire de combustion vers l'acroléïne, mais cette dernière n'a pas été trouvée.
Les aspects de dégradation des chaînes HC par un mécanisme de radicalisation avec aromatisation sont discutés. Les aldéhydes et les autres composés oxygénés sont généralement bien le résultat de telles réactions, ici le doute persiste, les réactions ne sont pas formellement démontrées entre les paramètres de la réaction et les produits de dégradation des triglycérides. Les produits indésirables se forment avant et pendant la combustion (92).
L'utilisation d'un pot catalytique pourrait diminuer l'émission d'aldéhydes dans l'air ambiant (129).
Nous n'avons pas trouvé d'études comparant les émissions avec ou sans pots catalytiques avec l'utilisation de diesters validant ces améliorations techniques.

Montagne, Poitrat sont réservés quant aux conclusions émises dans la littérature sur les taux d'aldéhydes mesurés du fait des problèmes techniques inhérents à leurs recueils et à leurs dosages. (129, 111, 154)
On remarque que de nombreux auteurs ne donnent pas de valeurs précises des taux mesurés mais des pourcentages entre les 2 carburants.

D'ailleurs, Geyer pense que ses résultats avec 40% d'augmentation d'aldéhydes entre diester et gazole sont en grande partie à des artefacts de prélèvements et de dosages. Les taux obtenus avec 2 méthodes de mesures différentes sont éloignés (69).

Koebitz, en Autriche, mesure les émissions d'un moteur alimenté par un EMC très purifié (norme Önorm 1190-RME précisant 12 caractéristiques du produit et techniques de mesures des polluants) : tous les polluants sont diminués même les aldéhydes (93).

❍ Les cétones

les cétones aussi sont fréquemment trouvées augmentées avec le diester, mais la toxicité n'est pas la même.

❍ Le protoxyde d'azote N_2O

Il est émis lors de la culture des oléagineux. Son taux est diminué légèrement dans le mélange ester-gazole allant jusqu'à 45 % lorsque le moteur tourne au ralenti (129).

❍ Les métaux :

- Le plomb est utilisé dans les carburants comme antidétonants.
- Les métaux précieux : les supports céramiques des épurateurs catalytiques imprégnés de catalyseurs produisent des poussières contenant du platine et du paladium qui se déposent au niveau des axes de circulation ou sont entraînées par les eaux de ruissellement. Ces catalyseurs peuvent contenir d'autres métaux : nickel, cuivre, chrome, ...
- Le cadmium ne provient pas des carburants, mais de certains lubrifiants, idem pour le zinc.

Dans l'expérimentation grenobloise, les métaux ont été mesurés dans les gaz d'échappement ne montrant pas de différence significative entre les bus alimentés par du gazole ou par un mélange à 30 % d'EMC (130).

❍ Le pouvoir mutagène

Compte tenu de la présence de différents composés cancérigènes connus ou fortement suspectés, la mutagénicité est évaluée par le test de Ames. (36, 95)
Les effets mutagènes semblent être réduits avec l'EMC par rapport au gazole (diminution de 50%). Les effets mutagènes sont plus importants avec des moteurs à injection directe qu'avec des moteurs à injection indirecte pour Carraro pas pour Krahl (35, 94). Ils sont majorés lorsque les véhicules sont en charge plutôt qu'à vide. L'utilisation d'une valve EGR (exhausts gaz recirculation) diminue le taux de NOx des émissions donc diminue l'action mutagène liée aux HAP et nitroHAP.
Même effet avec un mélange à 20 % que sans traitement catalytique (129)
Les HAP et les nitroHAP sont diminués avec l'EMC, ainsi que les suies, mais les particules sont augmentées, ce qui laisse supposer que l'effet cancérigène de la phase particulaire est plus faible pour l'EMC que pour le gazole. En ce qui concerne les aldéhydes et les effets cancérigènes, Carraro conclue que l'on ne peut pas trancher.

Remarques :

• La connaissance précise des émissions polluantes dans les gaz d'échappement est difficile à apprécier. En effet, les différentes études ont été effectuées avec des véhicules différents, à des saisons différentes, avec des cycles de tests différents bien que normalisés. Des études en grandeur nature, c'est à dire pendant des cycles d'utilisation en ville et pas uniquement sur bancs d'essai sont plus intéressantes, prenant en compte les différences de charge et le nombre d'arrêt des véhicules et le temps de chauffe du moteur. Les mesures à vitesse stabilisée sous-estiment de 30 % les émissions de polluants (87).

• Les techniques de prélèvement et d'analyse ne sont pas toujours comparables. La charge du véhicule a également des conséquences sur la combustion et les taux des polluants émis. Il est donc très difficile d'annoncer clairement le taux de polluants émis.

• Les tests ont été faits en comparaison avec des gazoles disponibles dans le commerce (133). Certaines études ont montré des différences non négligeables tant dans la composition que dans les émissions de ces carburants malgré les limites légales.
Le diester, s'il a fait l'objet d'une Charte de Production devrait être normalisée afin d'homogénéiser leurs caractéristiques. La France propose une ébauche de réglementation pour la production d'EMC, la qualité des produits utilisés est importante, une double distillation semble améliorer les résultats.

• Il semble bien que le diester ait plutôt une action bénéfique en terme d'émissions de mono et dioxyde de carbone, sur l'émission de particules, d'hydrocarbures totaux et d'hydrocarbures aromatiques polycycliques.
La situation reste préoccupante car non clairement établie pour les oxydes d'azote et les aldéhydes.

Le taux de mélange au gazole recommandé est de 20 à 30 % assurant un bon compromis entre l'augmentation de certains polluants "critiques" et la diminution d'autres polluants émis (8, 150).

10. Conclusion

L'utilisation de carburants alternatifs aux carburants fossiles est une préoccupation mondiale tant des scientifiques, des économistes que des politiques. L'épuisement des réserves de carburants fossiles, le souhait d'indépendance énergétique, les préoccupations environnementales et écologiques favorisent l'étude et la recherche de nouvelles sources d'énergie.
Les biocarburants et les diesters en particulier, directement issus de la biomasse, apparaissent comme une bonne alternative de part ses qualités d'énergie renouvelable, biodégradable, faiblement productrice de gaz à effet de serre, diminuant l'émission des polluants réglementés, utilisables purs ou en mélange sans modification des moteurs diesels, sans altération mécanique particulière ni usure précoce de ces moteurs. De plus, le développement de cultures non alimentaires sur les jachères est une perspective intéressante pour le secteur agricole.

Toutefois, ces avantages importants au premier abord sont contrebalancés par l'augmentation de certains polluants à fortes conséquences sur la santé tels que les oxydes d'azote, très irritants et les aldéhydes irritants et cancérigènes probables pour l'homme. Des solutions techniques sont proposées : réglages particuliers des moteurs (avance à l'injection), pots catalytiques. On estime à 15 ans l'équipement de l'ensemble du parc automobile en pots catalytiques.
Mais des études complémentaires sont nécessaires pour confirmer ou infirmer ces résultats notamment en ce qui concerne les aldéhydes et le potentiel mutagène et cancérigène des émissions des esters d'huiles végétales utilisés comme carburants.
De nombreux auteurs restent réservés quant à l'avenir des diesters comme carburants de remplacements du fait des coûts élevés de production compensés actuellement par l'exonération de la TIPP, mais lorsque celle-ci sera levée dans 10 ans, le diester ne sera pas concurrentiel. Le bilan économique est contestable pour Viennet.

Le diester ne peut remplacer totalement le gazole comme carburant automobile. La production actuelle ne peut que fournir le mélange à 5% dans le gazole pour la consommation habituelle des automobiles.
Il est donc un carburant "propre" de substitution parmi d'autres. Des solutions à plus long terme et moins polluantes devraient se développer, le GPL et l'hydrogène semblent prometteurs. D'autres voies sont explorées : de nouveaux filtres avec carburants conventionnels, nouveaux pots catalytiques, ...
Actuellement des tests intéressants sont effectués sur la flotte captive de la ville de Chambéry utilisant une émulsion eau (15 %)-gazole qui réduirait de 33 % le CO, de 16 % les NOx, et de 66 % l'opacité des suies et le débit de fumées.

Enfin, d'autres facteurs de lutte contre la pollution urbaine doivent être reconsidérés comme l'aménagement du territoire et des zones périurbaines, l'utilisation élargie des transports en commun,

Les mesures recommandées doivent être appliquées non seulement dans les pays les plus forts producteurs de polluants (Europe, Etats-Unis) mais également dans les pays en voie de développement compte tenu des développements prévus du nombre de véhicules dans ces pays.
La lutte contre la pollution liée au transport est donc multifactorielle.

Degobert reste réservé : "sans négliger l'impact négatif de la pollution automobile au sein de la pollution générale de l'air, en particulier pour les personnes à risque, la synergie avec d'autres causes, tabac, obésité, alcoolisme, pollution industrielle et domestique doit rendre modeste les effets bénéfiques attendus d'une réduction de la pollution automobile: l'accroissement régulier du parc automobile et du trafic ne peut faire espérer une réduction importante de la pollution. A l'échelle mondiale, l'accès à la civilisation de l'automobile des pays en voie de développement et de l'augmentation de la population mondiale pourrait compenser les effets modestes attendus.

Catherine Charuel
6 mars 1998

Etudes Auteurs Réf n°	Type de moteur ID=injection directe IDI=injection indirecte	Type de diesters	Pourcentage de diesters dans le carburant utilisé (en %)	CO	CO_2	Particules	NOx	HC	HAP	SO_2	Odeur des	Opacité	N_2
Alfuso	ID	Soja	100	Variable suivant les conditions		↗	↗	↘	↘				
Ali		Cacahuète	10 à 40	↘ 5.4 à 29.1 %		↘ 11.1 %	2 à 10 %	↘ 22 à 38 %			=		
Bernhardt	Golf ecomatic	Colza		↘ 30 %	↘ 12 %	↘ 50%		↘ 30 %	↘ 55 % BaP : ↘ 2.5 %		↗ 25 % formald ↗ 43% acroléïne 75 %		
Chang	ID	Soja	20 50	Différence significative		↘ 9.6 % ↘ 20 %	↗ 8%	Légère ↘					
Devel				↘ 25 %	↘	↘	↗15 %		↘ 60 %	traces	↘		
Duprès		Colza	50	↘		↘ légère	↗ légère	↘		↘			
Krahl	ID	Colza	100			↗	=	↘	↗		↗ 20 %	↗ 20 %	
Krahl, Munnack	IDI et ID	Colza	0 à 100	↘ 15 %		= jusqu'à 40 %	↗ 10 %	↘ 10 à 40 %	↘↘ 10 à 90 %		↗ 20 à 40 %		
Kyle	ID	Soja		Variable suivant les conditions		↘	↗ liée aux taux de compression	↘					
Laforgia	IDI	? (végétal)	100	↗ 6 %	↘	↗		↘ 42 %					
Ramaz	ID	Colza	30	↘ 20 %	=	↘ 20 %	↗	↘ 20 %		↘	↗		
Mittelbach	ID	Colza	100	=		=	↗ légère	=			↗ mais composition ≠		
Montagne	ID	Colza	5	Légère ↘		=	Légère ↗ 5%	= ou légère ↘	↘		Pas de conclusion: variable		
Poitrat	ID récent ID ancien	Colza Colza	30 50	0 ↘	=C02 absorbé	↘ 40 % ↘ 47 %	= ou ↗ (réglage et âge du moteur	↘ sauf benzène = ↘ sauf benzène légèrement ↗	↘ 27 à 94 % ↘ 85 à 99 %	↘	"Délicat" car variables suivant expérimentations	"Délicat" car variables suivant expérimentations	↘ légère
Romig	?	Soja et Canola	20 et 100	↘ 12 à 20%									
Schumacher	ID	Soja	10 à 50	↘ paralléle au % de diester dans le mélange	=	↘	↗ 20 %	↘ paralléle au % de diester dans le mélange					
Tritthardt	ID	?	100	↘ 13 %		↘ 16 %	↗ 20 %	↘ 20 %	↘ lègère		↗ 25 %		
Ucelli		Olive	10 à 65	↘ 10 à 65 %		↘ 50 %			↘ 50à 60%	0	↗ (40%)	↗ (40%)	

Tableau n°10 : Récapitulatif des émissions des polluants (réglementés et non réglementés) lors de l'utilisation d'esters d'huiles végétales

4. références et bibliographie

1. **ADEME.** *Atelier agricole de production d'huile de colza énergétique : analyse technique et microéconomique.* Vanves : ADEME, 1994. 2 vol : 80 et 335 p. Rapport d'études n°ADEME/94-01-0006.

2. **ADEME.** *Bilan technique du diester : des essais en laboratoire aux différentes utilisations sur véhicules.* Vanves : ADEME, 1995. 42 p. Rapport d'études n°ADEME/94-01-DOC.

3. **ADEME.** Le transport public et la lutte contre la pollution. *Transport Public,* 1993, n°913, p14-32.

4. **AGENCE INTERNATIONALE DE L'ENERGIE.** *L'automobile et les changements climatiques.* Paris : OCDE : AIE 1993. 268 p.

5. **ALCAMO, J., VAN DEN BORN, G.J., BOUWMAN, AF., et al.** Modeling the global society-biosphere-climate system : part 2 : computed scenario. *Water, Air and Soil Pollution*, 1994, vol 76, n°1-2, p 37-78.

6. **ALI, Y., HANNA, MA.** Alternative diesel fuels from vegetable oils. *Bioresource Technology*, 1994, vol 50, n°2, p 153-163.

7. **ALI, Y., HANNA, MA., BORG, JE.** Effect of alternative diesel fuels on heat release curves for cummins N14-410 diesel engine. *Transactions of the SAE*, 1996, vol 39, n°2, p 407-414.

8. **ALI, Y., HANNA, MA., LEVITICUS, L.I.** Emissions and power characteristics of diesel engines on methyl soyate and diesel fuel blends. *Bioresource Technology*, 1995, vol 52, n°2, p 185-195.

9. **AMANN, CA.** Alternative fuels and power systems in the long term. *International Journal of Vehicle Design*, 1996, vol 17, n°5-6, p 510-549.

10. **AN, F., ROSS, M.** Model of fuel economy with applications to driving cycles and traffic management : energy and alternative fuels. *Transportation Research Record*, 1993, n°1416, p 105-114.

11. **ANONYME.** Biocarburants en France : les scientifiques contestent leur intérêt. *Bulletin de l'Industrie Pétrolière*, 1996, vol 33, n°8164, p 1.

12. **ANONYME.** Conférence de Presse. Ecobilan et bilan technique du diester. Paris : Ecole des Mines, 19 mars 1996. 12 p.

13. **ANONYME.** Distribution. *Petrole Informations*, 1994, vol , n°1706, p 49-56.

14. **ANONYME.** Encourage regional approaches to air quality problems. *Fuel Reformulation*, 1995, vol 5, n°5, p 31-33.

15. **ANONYME.** La production d'ester de colza multipliée par quatre en 1994/95. *Pétrole Informations*, 1994, octobre, p 49.

16. **ANONYME.** Les carburants du futur. *R & D*, 1997, n°7, p 16-31.

17. **ANONYME.** *Quels carburants pour l'automobile.* [On-line]. Paris : Les Amis de la Terre, 1995 (mise à jour 29-07-96) [3-3-98]. 8 p. Available from internet <URL : http://alex.union-fin.fr/usr/vannier/at/publications/publications_1.html>

18. **ANONYMOUS.** E-Link : Clean air standards finalized. *Envirolink News Service* [On-line]. 18-07-97 [25-11-97]. Available from internet <URL : http://www.envirolink.org/archives/enews/0508.html>

19. **ANONYMOUS.** E-Link : New pollution-free fuel system. *Envirolink News Service* [On-line]. 18-07-97 [25-11-97]. Available from internet <URL : http://www.envirolink.org/archives/enews/0508.html>

20. **ANONYMOUS.** E-Link : Reinventing environmental reporting EPA style. *Envirolink News Service* [On-line]. 25-07-97 [25-11-97]. available from internet <URL : http://www.envirolink.org/archives/enesw/0508.html>

21. **ANONYMOUS.** E-Link : UK traffic reduction law gets green light. *Envirolink News Service* [On-line]. 31-10-97 [25-11-97]. Available from internet <URL : http://www.envirolink.org/archives/enews/0237.html>

22. **ANONYMOUS.** Proceedings of the 1997 International Spring Fuels and Lubricants Meeting. *State of Alternative Fuel Technologies SAE Special Publications*, 1997, n°1274. 240 p.

23. **ANONYMOUS.** Transportation environmental issues : air, noise, water, mitigation processes, and alternative fuels. *Transportation Research Records*, 1994, n°1444, 184 p.

24. **ANONYMOUS.** Transportation related air quality and energy. *Transportation Research Records*, 1996, n°1520, 177 p.

25. **ASSOCIATION DES CONSTRUCTEURS AUTOMOBILES EUROPEENS.** *Auto-oil programme. The point of view of the automobile industry.* Bruxelles : ACAE, 1992. 17 p. Rapport n°F59.

26. **ASSOCIATION DES CONSTRUCTEURS AUTOMOBILES EUROPEENS.** *Communiqué de presse.* [On-Line] Bruxelles : ACAE, 21-06-96 [4-2-98], 3 p. Available from internet <URL : http://www.psa.fr/psaEE0044.html>

27. **ASSOCIATION DES CONSTRUCTEURS AUTOMOBILES EUROPEENS.** *Fuel choices and market realities. Show us a market and we'll show you a vehicle.* Bruxelles : ACAE, 1996. 17 p. Rapport n°F58.

28. **ASSOCIATION TECHNIQUE DE L'INDUSTRIE DU GAZ EN FRANCE.** Gaz carburants, véhicules propres. *Gaz d'aujourd'hui*, 1996, n°9, p 309-428.

29. **BAILEY, PD., GRENNFELT, P., ROHDE, H., et al.** Modelling future exhaust emissions in Europe. *Water, Air and Soil Pollution*, 1995, vol 85, n°4, p 1879-1884.

30. **BATA, R.** Proceedings of the 1997 International Congress and Exposition. *Alternative Fuels and Heavy Duty Engines SAE Special Publications*, 1997, n°1247, 127 p.

31. **BEHRENS.** Présentation du moteur Elsbett, 1964 In *Biocarburants en Europe : développements, applications, perspectives 1994-2004, Tours (France), 9-11 mai 1994.* Paris : ADEME : 1994. 25 p. ADEME 94-01-DOC(2).

32. **BERNHARDT, W.** L'expérience internationale de Volkswagen en matière de biocarburants. In *Biocarburants en Europe : développements, applications, perspectives 1994-2004, Tours (France), 9-11 mai 1994.* Paris : ADEME : 1994. p 232-237. ADEME 94-01-DOC(2).

33. **BILLON, A., HEINRICH, G., HENNICO, A.** Carburants : les nouvelles approches. Point de vue et solutions proposées par l'Institut Français du Pétrole. *Pétroles et Techniques*, 1994, n°388, p 23-45.

34. **BOWMAN, F.M., SEINFELD, J.H.** Atmospheric chemistry of alternate fuels and reformulated gasoline components. *Progress in Energy and Combustion Science*, 1995, vol 21, n°5, p 387-417.

35. **BUTLER, D.** France told to put brake on biofuels. *Nature*, 1996, vol 382, n°6594, p 743.

36. **CARRARO, E., LOCATELLI, A.L., FERRERO, C., et al.** Biological activity of particle exhaust emissions from light-duty diesel engines. *Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology*, 1997, vol 16, n°2 & 3, p 101-109.

37. **CARRARO, E., LOCATELLI, A.L., FERRERO, C., et al.** Biological activity of exhaust emissions from two after-treatment device-equipped light-duty diesel engines. *Journal of Environmental Science and Health*, 1995, vol 30, n°7, p 1503-1514.

38. **CHANG, DYZ., VAN GERPEN, J.H., LEE, I., et al.** Fuel properties and emissions of soybean oil esters as diesel fuel. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 1996, vol 73, n°11, p 1549-1555.

39. **CNRS.** *Rapport d'activité 1993. Programme Ecotech. 3 : cadre de vie, technologie et environnement. 4 : environnement et transports :animation de la recherche, documentation.* Meudon (France) : CNRS, 1994. 223 p. Rapport d'activité ECOTECH-RA/93-3.

40. **CNRS.** *Rapport d'activité 1994. Programme Ecotech. 3 : cadre de vie, technologie et environnement. 4 : environnement et transports : animation de la recherche, documentation.* Meudon (France) : CNRS, 1995. 513 p. Rapport d'activité ECOTECH/4-94-0005/6(3).

41. **COLLING, M.A.** Objectifs des programmes communautaires. In *Biocarburants en Europe : développements, applications, perspectives 1994-2004, Tours (France), 9-11 mai 1994.* Paris : ADEME : 1994. ADEME 94-01-DOC(2). p 76-82.

42. **COMMUNAUTE EUROPEENNE.** Décision 1.3.78 Décision de la Commission relative à une aide en faveur de la production de biocarburants. *Journal Officiel de la Communauté Européenne* 72 du 10.3.1994 et Bull 12693, point 1.2.73.

43. **COMMUNAUTE EUROPEENNE.** *Mesures en faveur des biocarburants.* Bruxelles : EIS, 1992. 15 p. Document Europe transports Document 1992/04.

44. **CONNEMAN, J.** Biodiesel in Europa 1994. *Fett*, 1994, vol 96, n°2, p 536-546.

45. **CORONINI, R., DE LOOZE, M.A.** Les biocarburants sous les feux des brevets. *Biofutur*, 1996, n°152, p 22-25.

46. **COUE, D., BISEAU, G.** Pourquoi les constructeurs continuent de parier sur le diesel. *L'usine Nouvelle*, 1997, n°sep, p 113.

47. **CRAPS, R.** Carburants alternatifs en Belgique. *Tijdschrifdt Voor Sociologie*, 1994, vol 14, n°4, p 451-470 (en belge).

48. **CROOKES, R.J., KIANNEJAD, F., NAZHA, M.A.A.** Seed-oil biofuel of low cetane number : the effect of water emulsification on diesel-engine operation and emissions. *Journal of the Institute of Energy*, 1995, vol 68, n°476, p 142-151.

49. **DEGOBERT, P.** *Automobiles et pollutions, carburants et leur remplacement.* Paris : Technip, 1992. 210 p.

50. **DELARUE C.** Le moteur conventionnel dans la course à la dépollution et au rendement. In *Véhicules automobiles et qualité de l'air : le transport aujourd'hui et demain, Paris, 20 mars 1997.* Paris : Renault, AFTP, SIA, AFITE,1997. p 75-98.

51. **DELSEY, J.** *Emissions de polluants par les autobus diesel : moyens de réduction et carburants alternatifs.* France : Ministère de l'Environnement-INRETS, 1992. 39 p. Rapport d'études n° ENV 88082.

52. **DEMOULIN, A.** La lubrification : la voie lipochimique. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 1995, vol 2, n°4, p 274-276.

53. **DRANCSAK, M.** *Transit planning and research reports. An annoted bibliography.* [On-line] Washington : Federal Transit Administration, 1995 [25-11-97], 98 p. Report n°FTA-TRI-30-95-1. Available from internet <URL : http://www.fto.dot.gos/library/reference/ftabib95.html>

54. **DRANKSACK, M.** Clean Air Program. Biodiesel. *In Summary assesment of the safety, health, environmental ans systeme risks of alternative fuel.*[On-line]. USA : Department of Transportation, 24-02-97 [28-11-97]. 123 p. Available from internet <URL : http://www.bts.gos/smart/cat/CAP.HTML>

55. **DUNN, R.O., SHOCKLEY, M.W., BAGBY, M.O.** Improving the low-temperature properties of alternative diesel fuels : vegetable oil-derived methyl esters. *Journal of the American Oil Chemists'Society*, 1996, vol 73, n°12, p 1719-1728.

56. **ECOBILAN.** *Ecobilan du diester : évaluation comparée des filières gazole et diester.* Paris : Proléa, 1993. 24 p.

57. **ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY.** *Clean fuels : an overview.* [On-line]. Washington : EPA, august 1994, 3 p. EPA 400-F-92-008, Fact sheet OMS-6. Available from internet <URL : http://www.gov/OMS.vvw/06.clean.htm>

58. **ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY.** *Final US EPA emissions standars for heavy-duty diesel engines.* [On-line] Washington : EPA, 7-10-97 [29-01-98], 2 p. Available from internet <URL://www.dieselnet.com/news/9710epa.html>

59. **ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY.** *Reformulated gasoline ("RFG").* [On-line] Washington : EPA, 13-11-97 [25-11-97]. Available from internet <URL : http://www.epa.gov.OMSWWW/rfg.htm>

60. **EURITT, M.A., MARTELLO, M., QIN, J., et al.** Strategies for reducing energy consumption and emissions in Texas transportation sector. Transportation-related air quality and energy. *Transportation Research Record*, 1996, n°1520, p 122-130.

61. **FERRARI, C.P.** *Mise en évidence des composés organiques volatiles provenant de la combustion d'un biocarburant : le diester. Mesure des constantes de photodégradation de composés spécifiques émis.* Thèse de chimie : Université Joseph-Fourier Grenoble1, 1995. 250 p.

62. **FILLIERES, R.** *Les esters éthyliques de l'huile de colza : un biocarburant potentiel d'origine agricole. Etude de l'influence de l'hydratation relative de l'éthanol sur la réaction de transestérifiaction.* Thèse de chimie : ENSC Toulouse, 1995. 157p.

63. **FILLIERES, R., BENJELLOUN-MLAYAH, B., DELMAS, M.** Ethanolysis of rapeseed oil : quantification of ethyl esters, mono-, di-, and triglycerides and glycerol by high-performance size-exclusion chromatography. *Journal of the American oil chemists society*, 1995, vol 72, n°4, p 427-432.

64. **FOIDL, N., FOIDL, G., SANCHEZ, M., et al.** Jatropha curcas L as a source for the production of biofuel in Nicaragua. *Bioresource Technology*, 1996, vol 58, n°1, p 77-82.

65. **FUKSI, G., EVDOKIMOVA, Y.U., DZHAMALOV, A.A.** Ecological consequences of using lubricating oils and motorfuels made from vegetal and animal feedstocks. *Khimija : Tekhnologiya Topliv i Masel*, 1992, n°6, p 36-40 (en russe).

66. **GABRIELLE, B., GOSSE, G.** Bilan environnemental du colza : premiers résultats expérimentaux : oléagineux et environnement. *Oléagineux, Corps Gras et Lipides*, 1995, vol 2, n°6, p 443-444.

67. **GATEAU, P.** *Les carburants et leur remplacement. Que sais-je n°3164.* Paris : Presses Universitaires de France, 1997. 125 p.

68. **GATEAU, P., GUIBET, J.C., HILLION, G., et al.** Utilisation des huiles végétales et de leurs produits de transestérification comme carburants diesel. *Revue de l'Institut Français du Pétrole*, 1985, vol 40, n°4, p 509-528.

69. **GEYER, SM., JACOBUS, M.J., LESTZ, S.S.** Comparison of diesel engine performance and emissions from neat and transesterified vegetable oils. *Transactions of the ASAE*, 1984, p 375-384.

70. **GOLD, D.R.** Indoor pollution. *Clinical Chest Medicine*, 1992, vol 13, n°2, p 215-229.

71. **GOODGER, E.M.** Light distillate fuels for transports. *Journal of the Institute of Energy*, 1995, vol 68, n°477, p 199-212.

72. **GOSSE, M.G.** Les bilans environnementaux des filières biocarburants, synthèses et perspectives. In *Biocarburants en Europe : développements, applications, perspectives 1994-2004, Tours (France), 9-11 mai 1994.* Paris : ADEME : 1994. ADEME 94-01-DOC(2). p 126-131.

73. **GREEN, R., PEARCE, S.** Alternative transport fuels. *Energy World*, 1994, vol , n°222, p 8-11.

74. **GUEGUEN, J.** *Colloque de l'INRA n°71 : valorisations non alimentaires des grandes productions agricoles. Nantes (France), 18-19 mai 1994.* Paris : INRA, 1994. 341 p.

75. **GUIBET,J.C.** *Encyclopedia Universalis.* [CD-Rom]. Paris : Encyclopedia Universalis, 1995 [novembre 1997]. Carburants.

76. **GUTAVSSON, L., SVENNINGSSSON, P., RIEMER, P.W.F., et al.** Substituting fossil fuels with biomass. *Energy Conversion and Management*, 1996, vol 37, n°6-8, p 1211-1216.

77. **HANSEN, K.F., JENSEN, M.G.** Chemical and biological characteristics of exhaust emissions from a DI diesel engine fuelled with rapeseed oil methyl ester (RME). In *Proceedings of the 1997 International Spring Fuels and Lubricants Meeting.* Warrendale PA (USA) : SAE. *State of Alternative Fuel Technologies SAE Special Publications*, 1997, n°1274. p .215-220.

78. **HENRY, J.B., ORD, C.B., SWIFT, B.** NOx and VOCS emission market could be major new profit center for refining industry. *Fuel Reformulation*, 1995, vol 5, n°2, p 68-70.

79. **HU, P.S., WANG, M.Q.** State vehicle fleets and their potential acquisition of alternative fuel vehicles under EPACT 507. transportation-related air quality and energy. *Transportation Research Record*, 1996, n°1520, p 140-146.

80. **IARC**. *Acroleïn. IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans.* Lyon : IARC, 1984, n°36, p133-161.

81. **IARC**. *Diesel and gasoline engine exhausts and some nitroarenes. IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans.* Lyon : IARC, 1989, n°46. p 41-185.

82. **JACKSON, K.** Alternative road transport fuels. *Petroleum Review*, 1996, vol 50, n°592, p 230-231.

83. **JAMET J.P., SABIN, J.C.** *Le diester-Les enjeux du diesel vert.* Paris : Les Editions de l'Environnement, 1993. 372 p.

84. **JENSEN, T.E., YOUNG, W., BALL, J.C., et al.** Direct-acting mutagenicity of diesel particulate extract is unchanged by addition of neat aromatic compounds to diesel fuel. *Journal of Air Pollution Control Association*, 1988, vol 38, n°1, p 56-58.

85. **JOHANSSON, B.** Will Swedish biomass be sufficient for future transportation-fuel demands ?. *Energy-Pergamon*, 1996, vol 21, n°12, p 1059-1070.

86. **JONES, T.D.** Use of bioassays in assessing health hazards from complex mixtures : a rash analysis. *Chemosphere*, 1995, vol 31, n°1, p 2475-2484.

87. **JOUMARD , R.** Caractérisation des émissions unitaires des véhicules légers. *Recherche, Transports, Sécurité*, 1991, n°32, p 71-81.

88. **JOUMARD, R.** Ville et voiture il y a de l'eau dans le gaz. *Lyon-Cité*. [On-line] 1997, n°22, [15-11-97]. Available from internet : <URL : http://www.mairie-lyon.fr/lyon-cite/>

89. **KANDPAL, J.B., MADAN, M.** Jatropha cursus : a renewable source of energy for meeting future energy needs. *Renewable Energy*, 1995, vol 6, n°2, p 159-160.

90. **KATIKANENI, SPR., ADJAYE, JD., BAKHSHI, NN.** Studies on the catalytic conversion of canola oil to hydrocarbons : influence of hybrid catalysts and steam. *Energy and Fuels*, 1995, vol 9, n°4, p 599-609.

91. **KNOTHE, G., BAGBY, M.O., RYAN, T.** Cetane numbers of fatty compounds : influence of compound structure and various potential cetane improvers. In *Proceedings of the 1997 International Spring Fuels and Lubricants Meeting.* Warrendale PA (USA) : SAE. *State of Alternative Fuel Technologies SAE Special Publications*, 1997, n°1274. p.127-132.

92. **KNOTHE, G., BAGBY, M.O., RYAN, T.X., et al.** Degradation of unsaturated triglycerides injected into a pressurized reactor. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 1991, vol 68, n°4, p 259-267.

93. **KOERBITZ, W.** Développement des esters en Autriche et en République Tchèque. In *Biocarburants en Europe : développements, applications, perspectives 1994-2004, Tours (France), 9-11 mai 1994.* Paris : ADEME : 1994. p 238-241. ADEME 94-01-DOC(2).

94. **KRAHL, J., MUNACK, A., BAHADIR, M., et al.** Review : utilization of rapeseed oil, rapeseed oil methyl ester or diesel fuel : exhaust gas emissions and estimation of environmental effects. *Topics in Alternative Fuels and their Emissions SAE special publications*, 1996, vol 1208, n°oct, p 311-330.

95. **KRAHL, J., VELLGUTH, G., MUNACK, A., et al.** Utilisation de carburants à base d'huile de colza pour les moteurs diesel : les émissions et leurs effets sur l'environnement. *Recherche, Transports et Sécurité*, 1995, n°46, p 61-66.

96. **KYLE, W.S., SPENCER , C.S.** Combustion of soybean oil methyl ester in a direct injection diesel engine. *SAE Transactions*, 1993, vol SP 958, n°930934.

97. **LAFORGIA, D., ARDITO, V.** Biodiesel fueled IDI engines : performances, emissions and heat release investigation. *Bioresource Technology*, 1995, vol 51, n°1, p 53-59.

98. **LANDGREBE, M.J.** Le risque pour l'environnement des moteurs fonctionnant aux biocarburants. In *Biocarburants en Europe : développements, applications, perspectives 1994-2004, Tours (France), 9-11 mai 1994.* Paris : ADEME : 1994. p 117-125. ADEME 94-01-DOC(2).

99. **LARAMEE, V.** Quelle énergie pour vos transports. *Entreprise et transports*, 1996, n°1549, p 31-43.

100. **LE MER, M.** L'impact environnemental de l'addition de produits oxygénés dans les essences. In *Biocarburants en Europe : développements, applications, perspectives 1994-2004, Tours (France), 9-11 mai 1994.* Paris : ADEME : 1994. p 257-262. ADEME 94-01-DOC(2).

101. **LEPELTIER, P.M., ROSSAT, D.** *Les carburants de substitution.* Mémoire de Mastère en Management de l'Environnement : Institut National des Sciences Appliquées Lyon1, 1997. 35 p.

102. **LEWTAS, J.** Comparative potency method for cancer risk assessment : application to the quantitative assessment of the contribution of combustion emissions to lung cancer risk. *Progress in Clinical and Biological Research*, 1986, vol , n°209B, p 529-535.

103. **LUXENHOFER, O., SCHNEIDER, E., BALLSCHMITER, K.** Separation, detection and occurence of (C2C8)-alkyl-and phenyl-alkyl nitrates as trace compounds in clean and polluted air. *Fresenius Journal of Anayitical Chemistry*, 1994, vol 350, n°6, p 384-394.

104. **MARCHAL .** Expérimentation du carburant à 30 % du diester sur le réseau de la SEMITAG. In *Carburants de substitution : atouts et contraintes, Association Technique Energie Environnement, 4 octobre 1995.* Paris : Ademe, 1995 : p 22-30.

105. **MAUGUIN, P.** Using biofuels as additives for cleaner fuels formulation In *Technology forum on energy environment and transportation systems perspectives. Valbonne, 14-16 décembre 1994.* Paris : ADEME : 1994. ADEME 94-13-DOC. p.227-235.

106. **MESSIAN, M.A., REAU, M.R., WAGNER, M.D.** La charte environnement du colza en France. In *Biocarburants en Europe : développements, applications, perspectives 1994-2004, Tours (France), 9-11 mai 1994.* Paris : ADEME : 1994. p 138-144. ADEME 94-01-DOC(2).

107. **MICHAELIS, L.** Le coût réel des biocarburants. *L'observateur de l'OCDE*, 1994, vol 190, p 23-26.

108. **MINTZ, M., SINGH, MK.** Issues and costs associated with transition to alternative transportation fuels and vehicles. Transportation-related air quality and energy. *Transportation Research record*, 1996, n°1520, p 164-172.

109. **MITTELBACH , M., TRITTARDT, P., JUNEK, H.** Diesel fuel derived from vegetable oils. II : emissions tests using rape oil methyl ester. *Energy in Agriculture*, 1985, vol 4, n°3, p 207-215.

110. **MOHNSENIN, V.** Human exposure to oxides of nitrogen at ambient and supra-ambient concentrations. *Toxicology*, 1994, vol 89, n°3, p 301-312.

111. **MONTAGNE, X.** Introduction of rapeseed methyl ester in diesel fuel. The french national program. *Topics in Alternative Fuels and their Emissions*, 1996, vol 1208, n°oct, p 239-248.

112. **MORCHEOINE, A.** Transport et environnement. : quels enjeux pour la ville ?. *Transports Publics*, 1993, n°mars, p 30-32.

113. **MORCHEOINE, A.** Transportation Energy Perspectives in Europe. In *Technology forum on energy environment and transportation systems perspectives. Valbonne, 14-16 décembre 1994.* Paris : ADEME : 1994 . ADEME 94-13-DOC.

114. **MORCHEOINE, A., LAMURE, C., TROCHE, J.P. ET AL.** *Mieux se déplacer, moins polluer. transports urbains : choix énergétiques et modaux. Lille (France), 6-7 avril 1993.* Le Kremlin Bicètre (France) : Ideal, 1993. 129 p.

115. **MOSER, F.X.** Expérimentation sur le réseau de Nancy. In *les nouvelles filières industrielles des produits végétaux : les biocarburants, Nancy (France), 19-20 octobre 1992.* Paris : ADEME : 1993. 7 p . ADEME 92-34-DOC.

116. **NWAFOR, O.M.I., RICE, G.** Performance of rapeseed methyl ester in diesel engine. Climate change, energy and the environment. *Renewable Energy*, 1995, vol 6, n°3, p 335-342.

117. **OCDE-GROUPE SUR LA GESTION DE L'AIR.** *Sélection d'un carburant de substitution et effets sur les gaz à effet de serre.* Paris : OCDE, 1993. 159 p.

118. **ORFEUIL, J.P.** Quelle perspective transport-énergie-environnement à l'horizon de 30 ans ?. *Revue de l'Energie*, 1994, n°463, p 561-571.

119. **ORSELLI, J.** *Energies nouvelles pour l'automobile.* Caen (France) : Paradigme, 1992. 508 p.

120. **ORSELLI, J.** Les énergies nouvelles pour l'automobile. *Recherche, Transports et Sécurité*, 1993, vol 40, n°septembre, p 37-50.

121. **ORTIZ-CANAVATE, J.** Characteristics of different types of gaseous and liquid biofuels and their energy balance. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 1994, vol 59, n°4, p 231-238.

122. **OZAKTAS, T., BARIS CIGIZOGLU, K., KARAOSMANANOGLU, F.** Alternative diesel fuel study on four different types of vegetable oils of Turkish origin. *Energy Sources*, 1997, vol 19, n°2, p 173-181.

123. **PALMER, F.H.** European challenges for cleaner gasoline and diesel road transport road and system. In *Technology forum on energy environment and transportation systems perspectives. Valbonne, 14-16 décembre 1994.* Paris : ADEME : 1994. p.175-187. ADEME 94-13-DOC.

124. **PARFAIT, C., OUSTRIC, M.** Un laboratoire d'analyse des émissions diesel à bord d'un bus. *TSM. Techniques Sciences Methodes, Génie Urbain, Génie Rural*, 1994, n°9, p 520-524.

125. **PERCEBOIS, J.** Energie, transports, environnement. *Revue de l'Energie*, 1994, n°463, p 557-560.

126. **PETERSON, C., REECE, D.** Emissions characteristics of ethyl and methyl ester of rapeseed oil compared with low sulfur diesel control fuel in a chassis dynamometer test of a pickup truck. *Transactions of the ASAE*, 1996, vol 39, n°3, p 805-816.

127. **PETERSON, C., REECE, D., THOMPSON, J. AND AL.** Producing biodiesel for "the Truck in the Park" project. *Nat Renewable Energy Lab/et al Second Biomass Conference of the Americas : Energy, Environment, Agriculture, and Industry,*1995,août, p 921-931.

128. **PLANK, C., LORBEER, E., EVANS MICHAEL, B., et al.** Simultaneous determination of glycerol and mono-, di- and triglycerides in vegetable oil methyl esters by chromatography. *Journal of Chromatography*, 1995, vol 697, n°1-2, p 461-468.

129. **POITRAT, E.** Effets environnementaux de la combustion de l'ester méthylique de colza. *Oléagineux, Corps gras, Lipides*, 1995, vol 2, n°4, p 276-279.

130. **RAMAZ M., ROGER, S., ROLET, T., EL MANSOUR, K.** *Les biocarburants : l'exemple du diester à Grenoble.* Mémoire de l'ENSEEG (section Matériaux) Grenoble, 1997. 42 p.

131. **REECE, D., PETERSON, C.** On-road testing of rapeseed biodiesel. *Nat renewable Energy lab/et al Second Biomass Conference of the Americas : Energy, Environment, Agriculture, and Industry*, 1995, n°august, p 951-1051.

132. **RENAULDON, U.A.** Quelles options pour les nouveaux carburants ?. *Technologies Internationales*, 1995, n°20, p 12-13.

133. **ROMIG, C., SPARATU, A., DALE, B.E., et al.** Emissions and engine performance from blends of soya and canola methyl esters with ARB #2 diesel and in a DDC 6V92TA MUI engine. *Bioresource Technology*, 1996, vol 56, n°1, p 25-34.

134. **RYU, D., BULLERMAN, L.B., HANNA, M.A., et al.** Viability in methyl soyate of microbial contaminants from farm fuel storage tanks. *Transactions of the ASAE*, 1996, vol 39, n°6, p 2001-2004.

135. **SABOURAUD, S.** COPARLY et qualité de l'air dans l'agglomération lyonnaise. *Vigitox* [On-line].1996 [3-3-98], n°11, 5 p. Available from internet <URL : http://laennec1.univ-lyon1.fr/SCIENTIFIQUE/PHARMA:pharma.html

136. **SAE.** *Alternative Fuel.Composition, performance, engines and systems.* Warrendale (USA) : SAE, 1996. 95 p.

137. **SAGERER, R.** Alternative regenerative energy carriers in combustion engines : questions of fuels. Rape methyl-ester-interesting on practical operation, hydrogen- a hope for the future. *Wärmetechnik*, 1997, vol 42, n°2, p 67-76 (en allemand).

138. **SCHAFER, A.** Alternative fuels for commercial vehicles, especially "biodiesel" (rapeseed methyl ester RME). In *Technology forum on energy environment and transportation systems perspectives. Valbonne, 14-16 décembre 1994.* Paris : ADEME : 1994. p. 261-262. ADEME 94-13-DOC.

139. **SCHARMER, M.K.** Le bilan énergétique : besoins en énergie fossile pour la production de biodiesel. In *Biocarburants en Europe : développements, applications, perspectives 1994-2004, Tours (France), 9-11 mai 1994.* Paris : ADEME : 1994. p 61-67. ADEME 94-01-DOC(2).

140. **SCHLAMADINGER, B., MARLAND, G.** Role of forest and bioenergy strategies in the global carbon cycle. *Biomass and Bioenergy*, 1996, vol 10, n°5-6, p 275-300.

141. **SCHNAKENBERG, G.H.** Current state-of-art of diesel emission control-An overview. *Annals of the American Conference of Governmental Industrial Hygienists*, 1986, n°14, p 233-243.

142. **SCHOEMAKER, J.H.** A vision on a sustainable urban transport. In *Technology forum on energy environment and transportation systems perspectives. Valbonne (France), 14-16 décembre 1994.* Paris : ADEME : 1994. p.315-317. ADEME 94-13-DOC.

143. **SCHUMACHER, L.G., BORGELT, S.C., FOSSEEN, D., et al.** Heavy-duty engine exhaust emission tests using methyl ester soybean oil/diesel fuel blends. *Bioresource Technology*, 1996, vol 57, n°1, p 31-36.

144. **SCHUMACHER, L.G., WEBER, J.A., RUSSEL, M., et al.** An alternative fuel for urban busses biodiesel blends. *Nat renewable Energy lab/et al Second Biomass Conference of the Americas : Energy, Environment, Agriculture, and Industry*, 1995, n°august, p 893-902.

145. **SII, H.S., MASJUKI, H., ZAKI, A.M.** Dynamometer evaluation and engine wear charactEristics of palm oil diesel emulsions. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 1995, vol 72, n°8, p 905-909.

146. **SMYTH, A.W.** The development of long term land use guidelines and public transport strategy for Belfast : lessons for medium-size cities. *Proccedings of the Institution of Civil Engineers*, 1995, vol 111, n°3, p 213-224.

147. **SOCIETE FRANÇAISE DE SANTE PUBLIQUE.** *La pollution atmosphérique d'origine automobile et la santé publique. Bilan de 15 ans de recherche internationale. Collection Santé et Société n°4.* Paris : Société Française de Santé Publique, 1996. 251 p.

148. **SOURIE, M.J.C.** Compétitivité des biocarburants : perspectives d'amélioration. In *Biocarburants en Europe : développements, applications, perspectives 1994-2004, Tours (France), 9-11 mai 1994.* Paris : ADEME : 1994. ADEME 94-01-DOC(2).

149. **STAAT, F.** Biodiesel. L'expérience française. *Pétroles et Techniques*, 1995, n°393, p 59-63.

150. **STAAT, F.** Le diester et ses applications. In *Carburants de substitution : atouts et contraintes, Association Technique Energie Environnement, 4 octobre 1995.* Paris : Ademe, 1995 : p 5-21.

151. **STOURNAS, S., LOIS, E., SERDARI, A.** Effects of fatty acides derivatives on the ignition quality and cold flox of diesel fuel. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 1995, vol 72, n°4, p 433-437.

152. **SUROT, O.** *Les biocarburants : perspectives d'évolution et risques sanitaires liés à leur utilisation.* Mémoire pour le DU Environnement et Santé Publique Grenoble, 1993. 32 p.

153. **TRITTHARDT, P., ZELENKA, P.** Vegetable oils and alcohols-Additive fuel for diesel engines. *SAE Transactions*, 1990, n°905112, p 849-855.

154. **UCELLI, R., CIRO LOMBARDI , C., MAURO, F.** Impatto ambientale e sanitario dei carburanti per autotrazione. *Energia, ambiente e innovazione*, 1996, vol 42, n°5-6, p 19-32.

155. **VANNIER, G.** *Les biocarburants.* [On-line]. Paris : CLER, 16 octobre 1992 [1-3-98]. 6 p. Available from internet :<URL : http://www.union.fin.fr/natcog/ecologie/documents/biocarburants.html>

156. **VIENNET , R.** Le transport public et la lutte contre la pollution. A la pointe du combat. *Transport Public*, 1993, n°mars, p 14-27.

157. **VIENNET, R., OUSTRIC, M.** Biocarburants, quelle réalité ?. *Transport Public*, 1992, n°903, p 10-15.

158. **WHO WORKING GROUP.** *Acrolein. Environmental health criteria n°127.*Genève : WHO, 1992, 111 p.

159. **WILSON, P.** *A guide to alternative fuel vehicles.* [On-line]. San Fransisco : California Energy Commission, 1996. Chap. 9 : Other Alternative and Clean Fuels. [3-3-98] Available from internet : <URL : http ://wwww.energy.ca.gov/afvs/ABCsintro.htm>

160. **WISNIEWSKI, G., ROGULSKA, M., GRZYBEK, M.** The role of renewable energy in carbon dioxide emission reduction in Poland. *Applied Energy*, 1995, vol 52, n°2-3, p 291-299.

161. **ZHENG, D., HANA, MA.** Preparation and properties of methyl esters of beef tallow. *Bioresource Technology*, 1996, vol 57, n°2, p 137-142.

Les références consultées pour la rédaction de la synthèse sont les références n°2, 3, 6, 7,11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 28, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 41, 42, 43, 45, 46, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 72, 73, 75, 76, 78, 81, 82, 84, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 128, 129, 130, 132, 133, 134, 135, 138, 139, 142, 143, 145, 148, 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156, 157, 160, 161.

annexe 1 : carnet d'adresses

▪ ***ACAE*** : Association des Constructeurs Automobiles Européens :
Rue du Noyer – B-1000 – Bruxelles – Belgique
☎ (32 2) 732 73 10 – Fax : (32 2) 738 73 11

▪ ***ADEME*** (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) Centre de Lyon :
8 rue des Emeraudes - 69006 Lyon
☎ 04 72 83 46 00
Contact : responsable des études nouveaux carburants : Mr Charreton
Documentaliste : Mme Messy.

▪ ***ADEME*** Centre de Vanves-Paris :
27 rue Louis Vicat - 75015 Paris
☎ 01 47 65 20 00 – fax : 01 66 45 52 36

▪ ***APPA*** **: 88 rue de Courcelles – 75008 Paris**
☎ 01 43 18 23 00 – Fax : 01 43 18 23 01

▪ ***ASCOPARG*** : 15 rue des Colibris – 38100 Grenoble
☎ 04 76 33 16 69 – Fax : 04 76 33 16 69

▪ ***Centre Interprofessionnel Technique de la Pollution Atmosphérique :***
10 rue du Faubourg Poissonnière – 75 Paris
☎ 01 44 83 68 43 – Fax : 01 40 22 04 83

▪ ***CETIOM*** : Centre Interprofessionnel des Oléagineaux Métropolitain :
174 avenue Victor Hugo – 75116 Paris
☎ 01 44 34 72 00

▪ ***Club Diester :*** 12 avenue Georges V – 75008 Paris
Président : Mr Descours
Responsable communication : Mr Karlin
☎ 01 40 69 48 00 – Fax : 01 47 23 02 88
💻 prolea-com@internext.fr
http : //www.adme.asso.fr/DIESTER.htm

▪ ***CONCAWE*** : Madouplein 1 – B-1210 Bruxelles – Belgique
☎ 32 2 220 3 111 – Fax : 32 2 21 94 646

▪ ***Elf Antar France Centre de Recherche*** :
Chemin du Canal – 69360 Solaize
☎ 04 78 02 60 60
Service des Carburants spéciaux ☎ 04 78 02 60 64
Responsable des Etudes Bancs d'Essai Moteurs **:Mr** Schmelze ☎ 04 78 02 60 57

▪ ***IFEN*** : Institut Français de l'Environnement :
61 bd Alexandre Martin - 45058 Orléans

☎ 02 38 79 78 78 - fax : 02 38 79 78 70
💻 ifen@ifen.fr
http://www.ifen.fr
Documentaliste : Mme Puyoo.

▪ ***INRETS*** : 25 avenue François Mitterand – 69500 Bron
☎ 04 72 14 23 00
Responsables des Etudes Techniques Mr Joumard
Documentalistes : Mme Rossignol, 💻 rossignol@inrets.fr
Mme Cantalapiedra 💻 cantalapiedra@inrets.fr

▪ ***Institut Français du Pétrole :*** 1-4 avenue du Bois Préau BP 311 – 92506 Rueil Malmaison Cedex
☎ 01 47 52 60 00 - Fax : 01 47 52 70 00
Responsable du projet Carburants : Mr Montagne 💻 xavier.montagne@ifp.fr

▪ ***Ministère de l'Economie, des Finances, de l'Industrie - Secrétariat d'Etat à l'Industrie - Direction Générale de l'Energie et des Matières Premières - Direction des hydrocarbures*** :
66 rue Bellechasse - 75353 Paris 07 SP
☎ 01 43 19 38 08 – Fax : 01 43 19 20 02
Responsable du service documentation : Mme Loury

▪ ***Ministère de l'Environnement, Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques*** :
20 avenue Ségur – 75 302 Paris 07 SP
☎ 01 42 19 20 21

▪***Novamont France*** : 122 avenue du Général de Gaulle – BP 403 – 92103 Boulogne Billancourt Cedex
☎ 01 46 84 71 29 – Fax : 01 46 84 71 09

▪ ***ONIDOL :*** Organisation Nationale Interprofessionnel des Oléagineux :
12 avenue Georges V - 75008 Paris
☎ 01 40 69 49 50

▪ ***SAE*** : International Engineering Society for Advancing Mobility Land, Sea, Air and Space.
400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096-0001, USA
☎ (412) 776 48 41- Fax : (412) 776 5760
http://www.sae.org

▪ ***SEMITAG*** : 15 avenue Salvador Allende – BP 258 – 38044 Grenoble Cedex 9
☎ 04 76 62 93 93Centre technique : 8 rue de l'industrie – 38320 Eybens
Responsable de la flotte : Mr Roger

▪ ***Sofiprotéol*** : 12 avenue Georges V – 75 008 Paris
☎ 01 40 69 48 00

annexe 2 : les différents types de moteurs diesels :

L'injection sur un diesel correspond à la carburation et à l'allumage d'un moteur à essence. L'injection est donc le cœur du moteur diesel. Il existe deux types de moteurs diesels en fonction du type d'injection.

Moteur à injection directe :
L'injecteur (type à trous) débouche directement dans la chambre principale et le piston comporte une cavité de forme variable selon les constructeurs, c'est de cette cavité que s'amorce la combustion.
Ces moteurs tournent à 1800 à 2800 tours par minute. Ils consomment 20 % de moins de carburants que les moteurs à injection indirecte, mais polluent plus. Compte tenu des réglementations antipollution en vigueur, leur développement est freiné.
On les trouve sur les camions, tracteurs, bateaux ou moteurs industriels.

Moteurs à injection indirecte :
La chambre de combustion contient un volume auxiliaire dit chambre de turbulence ou de précombustion. L'injecteur débouche dans cette chambre qui communique avec la chambre de combustion principale par un ou plusieurs orifices calibrés. Dans ce type de moteur, le piston est à peu près plat.
Ces moteurs tournent plus vite 4000 à 5000 tours par minute.
Ils équipent les voitures de tourisme ou les véhicules utilitaires légers.

La pression d'injection conventionnelle est de 40 Mpa et une haute pression d'injection est de l'ordre de 200 Mpa (113).

annexe 3 : caractéristiques physico-chimiques des huiles – carburants : définitions

(d'après Filières) (62)

▪ intervalle de distillation
l'intervalle de distillation conditionne la faculté de vaporisation du combustible à la sortie de l'injecteur et la possibilité de combustion sans craquage. La plupart des huiles se décomposent (le craquage) avant d'atteindre la température de distillation. Lorsque les gouttelettes d'huiles formées tardent à se vaporiser, l'oxygène se combine avant que les dernières fractions se soient vaporisées, si bien que les dernières fractions risquent une combustion incomplète surtout aux fortes charges. Une plus grande durée de vie des gouttelettes liquides peut leur permettre de traverser la chambre de combustion et de se craquer en phase liquide, ce qui provoque la formation de coke.

▪ viscosité
la viscosité est une grandeur physique qui mesure la résistance interne à l'écoulement d'un fluide, résistance due aux frottements des molécules qui glissent l'une contre l'autre. La viscosité dynamique ou absolue et la viscosité cinématique (qui est le rapport de la viscosité absolue à la densité mesurée à la même température), s'expriment en mm^2/s. C'est un critère très important pour apprécier les qualités d'une huile. Elle exerce une influence sur le fonctionnement des systèmes d'injection, de pompage et de pulvérisation des jets.

▪ caractéristiques à froid
on refroidit l'huile lentement sans agitation et l'on note la température à laquelle apparaît un louchissement ou un voile laiteux, dû à la formation de microcristaux, c'est le *point de trouble*. Si l'on refroidit encore, le liquide finit par prendre en masse et ne s'écoule pas quand on maintient l'éprouvette horizontalement : c'est le *point de figeage*.
Si après solidification prolongée du produit on le réchauffe, la température à laquelle il devient fluide s'appelle le *point d'écoulement*. Celui-ci est supérieur de quelques degrés au point de figeage.
Le point de trouble ("cloud point") et le point d'écoulement ("pour point") permettent d'apprécier les limites de température à respecter dans la mise en œuvre des produits, en particulier pour leur pompage en hiver. La température limite de filtrabilité est également un paramètre important.

▪ pouvoir calorifique volumique
le pouvoir calorifique volumique permet de prévoir la puissance maximale du moteur susceptible d'être atteinte par un réglage volumétrique donné à la pompe d'injection. On distingue le pouvoir calorifique supérieur (PCS) et le pouvoir calorifique inférieur (PCI). La formule du PCS est selon la littérature :
PCS=11380-II-9.15*IS en kcal/kg
II est l'indice diode et IS est l'indice de saponification.
PCI=PCS - chaleur de condensation de l'eau (environ 600 kcal/kg)

▪ indice de cétane
l'indice de cétane est le pourcentage en volume de cétane ($C_{16}H_{14}$) mélangé à l'α-méthyl naphtalène ($C_{10}H_7$-CH_3)qui, dans des conditions d'essais déterminées, présente les mêmes qualités d'inflammabilité que le mélange étudié. Il exprime globalement l'aptitude du

combustible à l'auto-inflammation et à la combustion dans le moteur diesel. Il a des incidences directes sur la faculté de démarrage à froid, le calage du cycle de combustion, le gradient de pression, la pression maximale et le bruit du moteur.

▪ point éclair
l'essai consiste à chauffer dans un creuset ouvert ou fermé un échantillon de produit, jusqu'à ce qu'une quantité suffisante d'éléments volatiles soit vaporisée et puisse être enflammée par une petite flamme que l'on déplace au-dessus du creuset. Dès qu'une légère explosion se produit, on note la température de produit, qui correspond au point éclair ("flash point").

▪ teneur en cendres
la teneur en cendres s'effectue sur les produits lourds que l'on calcine dans un creuset en évitant l'inflammation des vapeurs. Le résidu charbonneux est ensuite incinéré avec une flamme très chaude pour brûler le carbone. Après refroidissement et dessiccation, il ne reste plus que les cendres constituées de sels minéraux non volatiles. La teneur en cendres donne une indication sur la quantité de résidus solides qu'un carburant abandonnerait dans les cylindres dans les meilleures conditions de combustion complète.

▪ résidu de carbone Conradson
le résidu de carbone Conradson correspond au poids d'imbrûlés, généralement obtenu en pesant après inflammation ce qui reste dans un creuset chauffé et rempli de liquide à tester. Pour obtenir une valeur plus reproductible, on enflamme souvent, non le liquide lui-même, mais un fond de distillation correspondant à 10% du carburant à tester : c'est le résidu de carbone Conradson sur 10 % du résidu. Cette valeur renseigne sur la tendance à la formation de coke ou de dépôts charbonneux au cours d'une combustion incomplète de carburants.

▪ indice d'iode : II
l'indice d'iode II mesure l'insaturation d'un corps en grammes d'iode pour 100 g d'huile ou de graisse. Cet indice peut varier de 0 à 300.
Plus l'indice d'iode est élevé, plus l'huile est insaturée.
Insaturée, l'huile est siccative, donc peu résistante à l'oxydation.
Saturée, elle est résistante à l'oxydation mais est souvent solide à température ambiante.
L'insaturation joue un rôle important dans le comportement des huiles à la combustion dans les moteurs et au stockage. Plus une huile est insaturée, plus sa combustion peut poser des problèmes : risque de craquage et de polymérisation dans les chambres de combustion des moteurs.

▪ indice d'acide : IA
l'indice d'acide s'exprime soit en mg de KOH nécessaire pour neutraliser l'acidité libre d'un gramme de matière grasse, soit en pour-cent d'acide oléique, palmitique ou laurique selon l'huile. L'acidité a une très grande influence sur les phénomènes de stabilité thermique, notamment sur le point de fumée et le point éclair qui baissent fortement lorsque l'acidité de l'huile augmente. Elle peut également entraîner des phénomènes de corrosion.

▪ indice de saponification : IS
l'indice de saponification est une grandeur qui détermine le poids en mg de KOH nécessaire pour saponifier 1 g de graisse ou d'huile. par un simple calcul, l'indice de saponification permet de connaître le poids moléculaire de l'huile :
PM=(1000x56x3) / IS pour une huile neutre
PM =[1000x(1-IA/IS)x56x3] / (IS-IA) pour une huile acide.

▪ **indice de fumée Bosch**
est une unité relative, exprimant l'opacité d'une tache de suies collectées sur un papier filtre. En fonction de la couleur de la tache (d'incolore à noire), l'indice Bosch ou "Bosch smoke number" (BSN) augmente. Cet indice est parfaitement corrélé avec les fractions sèches des particules.

annexe 4 : formation des polluants dans le moteur

(61, 67, 54)

La combustion d'hydrocarbures idéalement donne l'eau, du gaz carbonique et de l'azote correspondant à la quantité d'air utilisé. Mais dans les chambres de combustion, la durée laissée aux processus chimiques d'oxydation est faible, le défaut d'homogénéité et les variations rapides de température ne permettent pas d'atteindre l'équilibre hémodynamique parfait. Cette combustion est incomplète et entraîne la présence d'imbrûlés et d'autres substances. Le rapport air-carburant conditionne les émissions de CO, NOx, aldéhydes et des hydrocarbures imbrûlés.

Le CO est un intermédiaire entre les hydrocarbures et le CO_2, sa présence est due à un manque d'oxygène ou à un abaissement trop précoce de la température des gaz imbrûlés.

Le NO a pour origine l'azote moléculaire de l'air. Il est produit en grande quantité quand la température et la concentration en oxygène sont plus élevées.

Le NO_2 est produit de la façon suivante : $NO + H_2O \rightarrow NO_2 + OH NO2 + O \rightarrow NO + O2$

Les composés organiques volatiles (COV) : la plupart sont générés in situ (forte pression, et température à 600 °C). Des structures carbonées saturées donnent à haute température des réactions de déshydrogénation ou rupture de liaison C-C avec production de radicaux. Par polyaddition, l'acétylène donne des polyacétylènes et forme un radical phényl. Celui-ci par réaction de terminaison avec d'autres radicaux de type alkyl donne des dérivés alkylés du benzène.

Les aldéhydes sont des produits d'oxydation des hydrocarbures résultant du passage d'espèces intermédiaires oxygénées en zone froide.
Les particules contiennent des matériaux carbonés (suie) et diverses molécules adsorbées, organiques ou minérales. La nature du carburant, le nombre de carbones, le rapport C/H influent sur la taille des particules. Le mécanisme de formation de ces particules est encore floue.

Les HAP sont le fruit de recombinaisons radiculaires complexes. Deux molécules d'acétylène avec un phényl donne un naphtalène puis des polynucléaires plus complexes.
L'inhomogénéïté du mélange entraîne des zones riches à température élevée où les hydrocarbures craquent et se recombinent pour donner des HAP.
Dans le pot d'échappement, les hydrocarbures les plus lourds se condensent sur les particules comprenant des solides (polyaromatiques de très haut PM) et des HC liquides.

annexe 5 : spécifications techniques de l'ester méthylique d'huile de colza

Arrêté du 20 décembre 1993 relatif aux conditions d'incorporation d'ester méthylique d'huile de colza dans le gazole et le gazole grand froid. Journal Officiel de la République Française du 31 décembre 1993, p 18580-18581.

- Teneur en esters supérieure à 96.5 % en masse
  (méthode d'essai par chromatographie haute pression,
- Teneur en monoglycérydes inférieure à 0.8 % en masse
  (méthode d'essai par chromatographie haute pression),
- Teneur en glycérine totale après hydrolyse inférieure à 0.25 % en masse
  (méthode NFT 60-363),
- Teneur en eau inférieure à 200 mg/kg
  (méthode Karl Fischer),
- Teneur en monoalcool inférieure à 0.1 % en masse
  (méthode d'essai en chromatographie en phase gazeuse),
- Indice d'acidité inférieur 1mg KOH/g
  (méthode NFT 60-204),
- Teneur en métaux alcalins inférieure à 5 ppm en masse
  (méthode par absorbtion atomique),
- Teneur en phosphore inférieure à 10 ppm en masse
  (méthode par chromatographie capillaire ionoque après minéralisation)

La teneur en esters dans le mélange gazole-ester est déterminée suivant la méthode par dosage spectroscopie infrarouge. le protocole d'essai ainsi que ceux des points 1, 2, 5, 7, 8 sont en cours de normalisation et seront définis par circulaire.

annexe 6 : programme auto-oil

2. BACKGROUND

CONTENTS

2. BACKGROUND 1
2.1 THE EUROPEAN AUTO-OIL PROGRAMME 1
2.2 THE AUTO-OIL II PROGRAMME 2
2.2.1 The Mandate for the Auto-Oil II Programme 2
2.2.2 The Organisational Structure 3
2.3 THE AOPII COST-EFFECTIVENESS ANALYSIS 4
2.3.1 Working Group 7 4
2.3.2 DRI, KUL, and IFP 5
2.3.3 Overview Of The Work Programme 6
2.4 ANNEXES 11
2.4.1 Appendix A: Milestones identified by WG7 consultants 11
2.4.2 Annex B: Experience From The Auto-Oil I Programme 12
2.4.3 Annex C: Experience From Cost-Effectiveness Studies In Third Countries 13

This chapter provides the background for the cost-effectiveness analysis in AOP II, including a brief overview of the European Auto-Oil Programme, the AOPII mandate and organisational structure, and general information about WG7. This chapter also includes a presentation of the consultants, selected to assist WG7 in carrying-out its tasks and a general overview of the work programme for WG7.

The mandate of AOP II, as described hereafter, has been revised to include the changes made after the Council adopted a common position on the proposals resulting from AOP I (7 October 1997).

2.1 The European Auto-Oil Programme

To develop a more comprehensive approach to reducing emissions from road transport, the Commission decided at the end of 1992 to initiate a technical work programme to provide a solid foundation upon which to base its future legislative proposals. In accordance with the principle of 'shared responsibility' (cfr. The 5th Environmental Action Programme), the Commission invited the European automobile and oil industries to collaborate in the realisation of this programme, which became known as the Auto-Oil Programme (AOP). The AOP embodied the principles set out in Article 4 of Directive 94/12/EC.

The Auto-Oil Programme was to provide policy-makers with an objective assessment of the most cost-effective measures to reduce emissions from the road transport sector to a level consistent with the attainment of the EU air quality standards. These measures included vehicle technology, fuel quality, improved durability and non-technical measures.

As a result of the AOP, the Commission adopted in June 1996 a Communication on a future strategy for the control of emissions from road transport (COM 96/248) and several proposals for directives. Among these were proposal related to the quality standards for diesel and petrol fuels (96/0163) and a proposal related to passenger car emissions (96/0164).

These proposals are currently being discussed in the Institutions of the European Union. In October 1997, following the outcome of a first reading in the European Parliament in March 1997, and having received an opinion from the Economic and Social Committee, the Council

adopted a common position with a view to adopting the (amended) AOP directives mentioned above. The European Parliament is expected to finalise its second reading early 1998.

Other initiatives have followed on from the AOP, including proposals on tighter emission standards for light commercial vehicles (adopted by the Commission in February 1997) and tighter emission standards for heavy-duty vehicles (adopted by the Commission on December 3, 1997). A final proposal on improved procedures for inspection and maintenance is currently still under discussion.

The term "Auto Oil proposals " is applied indiscriminately to some or all of legislative actions referred to above. However, the term is most frequently applied to the proposals that were adopted together in June 1996.

2.2 The Auto-Oil II Programme

At the same time, as part of the above mentioned proposals 96/0164 and 96/0163, the Commission set out the basis upon which its future proposals on passenger car emission standards and fuel quality standards will be developed. This formed the mandate for a follow-up Programme, referred to as the Auto-Oil II Programme (AOP II).

2.2.1 The Mandate for the Auto-Oil II Programme[1]

The proposed mandate[2] specifies that the Commission is to propose a further tightening of the emission standards for motor vehicles and quality standards for diesel and petrol fuels no later than *30 June 1999*. The Commission's proposals have to be based on a revised and enhanced version of the AOP I methodology. The strategy put forward in those proposals is to be designed in such a way as to meet the requirements of the Community air quality standards and related objectives[3] at the least *possible* cost.. *The strategy is also to be consistent with the objectives laid down in the Community strategy to reduce CO_2 emissions from passenger cars[4] and improve fuel quality*, and is to take account, *as far as possible*, of:

- trends in air quality *towards the year 2010 and beyond*;
- noxious pollutant emissions in Europe from transport and non-transport sources, and *an estimate of* the contribution that existing *and* pending and potential emission reduction measures from all sources could make to improve air quality;
- technical developments with regard to vehicle technologies as well as new propulsion technologies (e.g. electric propulsion, fuel cells) *and their market potential;*
- refinery technologies;
- the potential for reducing vehicle emissions by the use of alternative fuels such as natural gas (CNG), liquefied petroleum gas (LPG), dimethyl ether (DME) and biofuels, *including the distribution systems needed for their application*;
- possible improvements in the test procedures, in particular *measurements methods for*

[1] Unofficial text, provided for information purposes only.

[2] As amended; Relevant amendments are indicated in italics.

[3] In particular the deadlines laid down for the attainment of these objectives, for example on acidification and eutrophication.

[4] Laid down in the Council conclusions of 25 June 1996.

particulates and consideration of extending durability provisions[5];

- the potential *and feasibility* of technical, non-technical and local measures to reduce *vehicle* emissions; in this context the contribution of transport and other policy measures such as traffic management, urban public transport *enhanced inspection and maintenance* and vehicle scrapping schemes should be evaluated;
- *the particular situation of captive fleets and the potential for emission reductions related to the use by such fleets of fuels with very stringent environmental specifications;*
- *the potential emission reductions to be gained from fixing the environmental specifications of fuels to be used in agricultural tractors as covered by Directive 74/150/EEC and in internal combustion engines to be installed in non-road mobile machinery as covered by a future Directive;*
- the contribution that selective and differentiated fiscal measures could make to reducing *vehicle* emissions, without any negative impact on the functioning of the internal market, *taking into account the effects of revenue losses on neighbouring countries*;
- the effects of any *such* measures on CO_2 emissions;
- the strategies followed by *relevant third* countries to improve air quality and the emission limit values *and environmental fuel specifications envisaged in those strategies*;
- the supply situation and qualities of crude oil available to the Community.

The Commission's proposal is to contain, inter alia, mandatory emission limit values to be applied from 1 January 2005 confirming or amending the indicative limit values in the proposed directives 96/0163 and 096/0164. In addition, the proposal is to establish whether the framework under which Member States can make provision for tax incentives should be revised.[6]

For the purpose of focusing the work in WG7, the objective of AOP II can therefore be summarised as follows:

The Objective of AOP II

... is to develop a revised and enhanced methodology for the integrated assessment of measures to reduce noxious pollutant emissions in the Community from road transport and other sources. This is to provide a technical input for the development of further proposals on vehicle emission standards, fuel quality standards and other measures in the context of a strategy designed to produce effects to meet the requirements of the Community air quality standards and related objectives at least possible cost.

Based on the insights that are gained regarding the relative cost-effectiveness of other measures, the Commission will also consider the need for proposals additional to those concerning vehicle emissions and fuel quality.

2.2.2 The Organisational Structure

In order to achieve the objectives set for AOP II, the Commission developed an

[5] The addition of a new test procedure at low temperatures, originally included in the AOP II mandate, has been incorporated in the AOP I proposals, as amended.

[6] Established in Directive 70/220/EEC, as amended by the proposed directive 96/0164.

organisational structure and a draft work programme that was presented for discussion to the stakeholders in January 1997.[7]

The AOP II is co-ordinated and led by the Commission services. Seven working groups have been established, each of which are operating on the basis of its individual terms of reference. These working groups are[8]:

1.. **Environmental Objectives (WG1)**

2.. **Vehicle Technology (WG2)**

3.. **Fuel Quality (WG3)**

4.. **Inspection and Maintenance (WG4)**

5.. **Non-Technical Measures (WG5)**

6.. **Economic Instruments (WG6)**

7.. **Cost-Effectiveness Analysis (WG7)**

Each working group is formed by a number of experts nominated by the stakeholders and chaired by a Commission official. The work of the seven working groups is co-ordinated by the Commission's Ad Hoc Management Group[9] and reported to a contact group[10].

On several occasions, subgroups have been established to consider specific technical issues in more detail or to accommodate for the consideration of overlapping issues.

2.3 The AOPII Cost-Effectiveness Analysis

The cost-effectiveness analysis will be carried-out in working group 7 (WG7) of the Auto-Oil II Programme, assisted by a consortium of experts contracted by the Commission.

2.3.1 Working Group 7

The main objective of WG7 is to provide the technical input for undertaking an economic analysis of local, regional, or European policy options – laid down in the context of the European Auto-Oil Programme. The aim is to evaluate in an objective and consistent way those pollutant abatement measures capable of reducing emissions from road-transport and other sources in pursuit of European air quality standards.

---

[7] Whereas in the first AOP (AOP I) the European Automobile and Oil Industry formed the main players along with the Commission, the numbers of stakeholders in AOP II has been extended to include several Member States, related industries and NGOs.

[8] For an accurate and detailed account of the respective WG-responsibilities, see the respective WG discussion papers.

[9] To oversee the day to day management of the various working groups, the interface between the different working groups and the administrative details relating to the organisation of meetings and contracts, the Commission has established a small management group which includes the chairpersons of each of the working groups which meets as a function of needs (app. once a month).

[10] The Commission has established a contact group, which will include representations for the relevant Industry associations and the NGOs. The contact group will be chaired by the Commission and will serve as a forum where all the interest groups will have the opportunity to discuss issues of general interest and to receive and comment upon interim reports and progress reports from the working groups. It is expected that the contact group will meet 3/4 times per year.