



DIESTER
le diesel vert

*L'ester méthylique de colza, un
biocarburant d'avenir ?*



Sommaire

| | |
|---|----|
| Sommaire | 2 |
| Avant-propos | 3 |
| Introduction | 4 |
| I. Propriétés de l'ester..... | 5 |
| 1. Comparaison Huile-Ester | 5 |
| 2. Intérêt écologique de l'EMC | 6 |
| II. Production de l'ester | 9 |
| 1. Fabrication de l'huile | 9 |
| 2. Synthèse de l'ester..... | 11 |
| 3. TP : synthèse de l'ester en laboratoire | 12 |
| 4. Analyse de la synthèse | 14 |
| III. Faiblesses et nouvelle utilisation du Diester | 18 |
| 1. Faiblesses | 18 |
| 2. Pouvoir lubrifiant | 18 |
| 3. Sur les filtres à particules | 19 |
| IV. Nouvelles applications du Diester..... | 21 |
| 1. Application sur les flottes captives..... | 21 |
| 2. Le Diester présent au quotidien..... | 21 |
| 3. Un carburant utilisé par les voitures de courses | 21 |
| 4. Un navire à voile et à Diester | 22 |
| 5. Action sur les plages souillées par l'Erika | 23 |
| Conclusion de ce travail: | 24 |
| Contacts : | 25 |
| Sources : | 26 |
| Bibliographie : | 26 |
| Webographie : | 26 |
| Remerciements : | 27 |

Avant-propos

Il existe plusieurs biocarburants, ainsi que d'autres carburants « propres », pour mon étude, j'ai choisi de traiter l'exemple de l'EMC –ester méthylique de colza- pour plusieurs raisons : la Normandie d'où je viens produit beaucoup de colza, de plus pour aller en classe je prenais le bus, et les bus de l'agglomération rouennaise utilisaient le Diester comme carburant, enfin le carburant à base de colza est le plus connu du grand public. Il m'est donc apparu évident de traiter l'exemple de l'ester de colza plutôt que l'éthanol ou bien le gaz naturel.

Cet exposé-rapport, est une version plus complète que celle que j'ai pu présenter lors de mon épreuve de TIPE durant l'année scolaire 2004-2005. En effet, lors de mon exposé oral de 10 minutes, je n'ai présenté que la production, mon TP, les faiblesses et le renouveau du carburant, car cela cadrerait bien le sujet imposé et me permettrait de respecter le temps imparti.

Je rappelle ici le thème qui nous avait été proposé : « Les technologies et les sciences mises au service du développement durable. Erreurs et progrès ; évolution des modèles, des systèmes et des connaissances ».

Introduction

Le programme de développement des biocarburants en France a été déclenché pour acquérir une certaine indépendance énergétique pour notre pays suite au premier choc pétrolier des années 70. Si la France s'équipait d'unités de production de biocarburants, on pouvait par le biais de cette production alimenter la majorité du parc agricole et en cas d'un hypothétique embargo des pays producteurs de pétrole, éviter la paralysie agricole du pays.

Au début des années 80, l'IFP a engagé un travail de recherche sur l'utilisation des huiles végétales comme carburant diesel.

En effet, dans les années 50 plusieurs publications faisaient état de l'utilisation d'huile de palme comme carburant pour les tracteurs dans les palmeraies africaines. L'IFP a donc cherché à exploiter ces résultats. Pour les moteurs de tracteur, une fois chauds, on peut utiliser un large éventail de combustibles ; mais en France il faut se plier aux spécifications du gazole et parmi ces spécifications, respecter notamment l'indice de cétane.

Le problème des huiles végétales est qu'elles présentent un très mauvais indice de cétane ainsi qu'une forte viscosité, cependant une fois estérifiées, plus précisément transformées en ester méthyliques, l'indice de cétane est amélioré et la viscosité est diminuée si bien qu'elle devient très proche de celle du gazole.

L'IFP a donc travaillé dans ce sens et a proposé un procédé économique de production d'esters méthylique, l'Autriche a également eu la même démarche , mais à une échelle moindre. C'est à ce moment que sont apparues des spécifications pour pouvoir commercialiser un tel produit. Il est d'ailleurs intéressant de préciser qu'à l'époque, seule la France envisageait de banaliser le Diester à la pompe.

Le soutien financier de la filiale des oléagineux (Onidol / Sofiproteol) a permis les expérimentations sur les flottes captives et véhicules particuliers pour convaincre les constructeurs de la totale compatibilité du Diester avec les moteurs diesel de l'époque.

Historique rapide de l'histoire du Diester :

1988 : Construction d'une première usine-pilote à Venette (Compiègne).

1991 : Homologation du Diester à 5% banalisé à la pompe.

1992 : Exonération partielle de la TIPP. La nouvelle PAC autorise la jachère.

1993 : première année de production du colza-Diester sur des Terre en jachère (35 000 ha)

1994 : 30 agglomérations françaises fondent le Club des villes Diester (devenue Partenaires Diester depuis 2003)

Jusqu'à aujourd'hui, reconduction des exonérations partielles de TIPP, et augmentation de la surface de jachère à 300 000 ha, de plus une loi européenne oblige les pays de l'UE a réserver 2% de leur marché aux biocarburants pour 2005 et 5,75% pour 2010.

I. Propriétés de l'ester

1. Comparaison Huile-Ester

Actuellement avec la montée des prix des carburants à la pompe, on parle de plus en plus dans la presse et à la télévision de carburant à base de colza, principalement de l'huile pure, ou bien de l'huile de friture filtrée, comme l'indique cet extrait de journal :

Ouest-France
Mardi 13 septembre 2005

La vente de bouteilles bon marché explose dans les magasins

L'huile de friture pour rouler moins cher

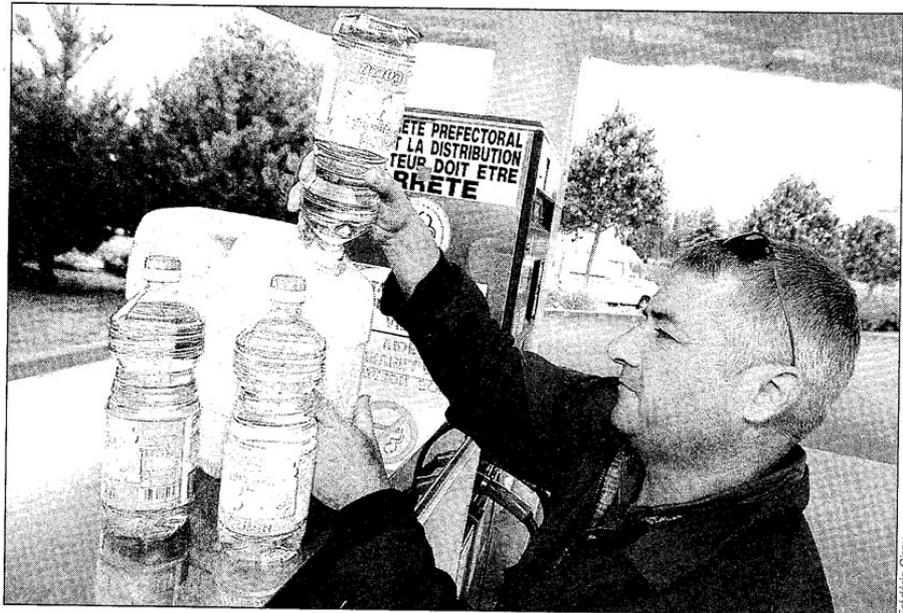
Des automobilistes coupent leur gazole avec de l'huile de colza pour rouler moins cher. Rumeur ou réalité ? Un grand groupe de distribution a constaté 52 % d'augmentation de ses ventes. Mais la combine est illégale.

L'imagination des automobilistes pour affronter la hausse des prix du carburant est sans limite. Depuis des semaines, sur Internet, les passionnés de voitures et les habitués du système D s'échangent des tuyaux pour rouler moins cher. Une recette connaît un grand succès sur les forums de discussion : celle du gazole coupé à l'huile de friture. En clair, on remplace une partie de son carburant par de l'huile de colza et ça roule, moins cher !

À les croire, le dosage idéal, hors période de grands froids, serait de 70 % de gazole pour 30 % d'huile de colza de supermarché (moins de 80 centimes le litre). « On peut aller jusqu'à 50 % d'huile avec certains modèles de pompe à injection », assure un habitué nantais, qui roule au colza depuis cinq ans. Le mélange n'endommagerait pas les moteurs (sauf les nouveaux, équipés d'injection électronique) et ne nuirait pas aux performances. Une recette déjà bien connue des agriculteurs et des militants écologistes, adeptes des biocarburants.

La mayonnaise prend

Anecdotique ? Pas tant que ça. La mayonnaise prend. Ces dernières semaines, la tendance s'alourdit. « Moi, j'ai deux trois clients qui remplissent des chariots avec 20 ou 30 litres d'huile de colza », confirme le patron d'un supermarché à bas prix de la banlieue de Nantes. Un autre, près de Saint-Nazaire : « Je ne crois pas. Attendez que je regarde mes fiches ? Oh, mais oui !



« Le mieux, c'est de mélanger l'huile de colza et le gazole avant de remplir le réservoir, explique un utilisateur. Mais ça marche très bien si l'on rajoute directement l'huile dans le réservoir. »

J'ai eu une grosse série d'achats fin août-début septembre. Une période pourtant creuse chez nous. Les petits ruisseaux font les grandes rivières. Un très grand groupe de distribution a consulté ses bordereaux de livraisons dans tout l'Ouest. « C'est impressionnant ! Si l'on compare juin-juillet-août 2004 et la même période de 2005, on a 52 % d'augmentation. » Ici, on rigole : « Et, c'est sûr, ce n'est pas seulement grâce à la campagne de pub sur les bienfaits des Omega3 ».

Mais la combine est illégale.

L'huile de colza n'est pas soumise aux taxes sur le carburant. Il est donc interdit de l'utiliser pour rouler. Frédérique Durand est chargée de communication des douanes à Nantes. « Nous avons été prévenus. Les gens doivent se dire que les douanes peuvent leur tomber dessus n'importe quand. Mais, pour l'instant, nous n'avons jamais verbalisé d'automobiliste. » En réalité, les contrôles de réservoirs visent d'abord les agriculteurs, dont certains sont connus pour rouler au fioul domestique. Quels risques ? « L'ac-

quètement des droits et taxes sur le carburant et une amende pouvant aller jusqu'à deux fois le montant des taxes. »

La douane reconnaît que le problème dépasse la seule huile de colza. L'astuce fonctionne avec toutes les huiles de friture, mêmes usagées. Toujours sur le Net, des automobilistes expliquent qu'ils récupèrent la vieille huile des restaurateurs. Elle est gratuite. Reste à la filtrer, « avec un vieux tee-shirt par exemple ». Bon courage.

Thomas HENG.

La première différence entre l'huile de colza et le Diester est économique : l'huile n'est pas un carburant autorisé pour rouler sur route car elle n'est pas soumise à la taxation sur les carburants (la TIPP). Cependant certains agriculteurs utilisent de l'huile de colza pour leurs

tracteurs via un système de double réservoir dans les champs : ils ne sont pas soumis à l'exigence de la loi sur la carburant puisqu'il ne circulent pas sur le réseau routier français.

La deuxième différence est que l'huile est utilisable uniquement sur les tracteurs. L'utilisation sur des moteurs diesels n'a pas été validées par les constructeurs, en raison d'un usage conditionné par une certaine température ainsi que des propriétés physico-chimiques trop éloignées du gazole ou qui ne respectent pas les normes européennes – notamment la viscosité et l'indice de cétane.

| <u>Caractéristiques</u> | <u>Gazole (EN 590)</u> | <u>Huile de Colza</u> |
|---|-------------------------------|------------------------------|
| Masse volumique (kg.m ⁻³ , à 15°C) | 820 - 860 | 920 |
| Viscosité à 40°C (mm.s ⁻¹) | 2 - 4.5 | 30.2 |
| Indice de cétane | 51 | 35 |

| <u>Caractéristiques</u> | <u>Gazole (EN 590)</u> | <u>EMC</u> |
|---|-------------------------------|-------------------|
| Masse volumique (kg.m ⁻³ , à 15°C) | 820-845 | 880-885 |
| Viscosité à 40°C (mm.s ⁻¹) | 2-4.5 | 4.5 |
| Point éclair (°C) | >55 | 188 |
| Point de trouble (°C) | <-5 | -3 |
| PCI (Kj.kg ⁻¹) | 42300 | 37040 |
| Indice de cétane | 51 | 49-51 |
| Teneur en soufre (mg.kg ⁻¹) | 350 | ~ 0 |

Parmi ces propriétés, on remarque que les viscosités des 2 produits sont du même ordre, ainsi qu'un indice de cétane identique, ce que ne proposait pas l'huile de colza. On remarque que les points troubles sont également voisins.

Au niveau des différences, on note le point éclair qui est 3 à 4 fois plus élevé pour l'EMC (ce qui n'est pas un désavantage car c'est la température au dessus de laquelle les vapeurs sont inflammables, moins inflammable le Diester est donc moins dangereux).

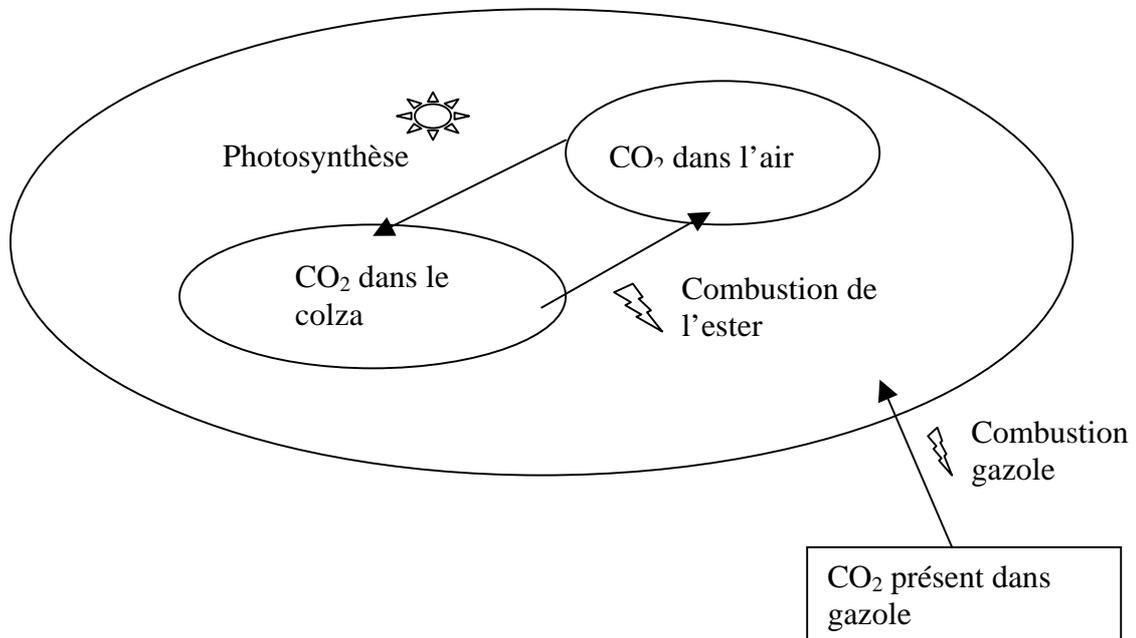
Autre point positif par rapport au gazole c'est qu'il ne contient pas de soufre, il n'en rejette donc pas et est plus propre

2. Intérêt écologique de l'EMC

Il a un impact non négligeable sur l'effet de serre : selon une étude de l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) la consommation d'une tonne de Diester permet d'économiser 2.5 tonnes de CO₂. Ce qui sur l'année 2003, est une économie de 800000 tonnes de CO₂.

On peut expliquer ce phénomène par plusieurs paramètres :

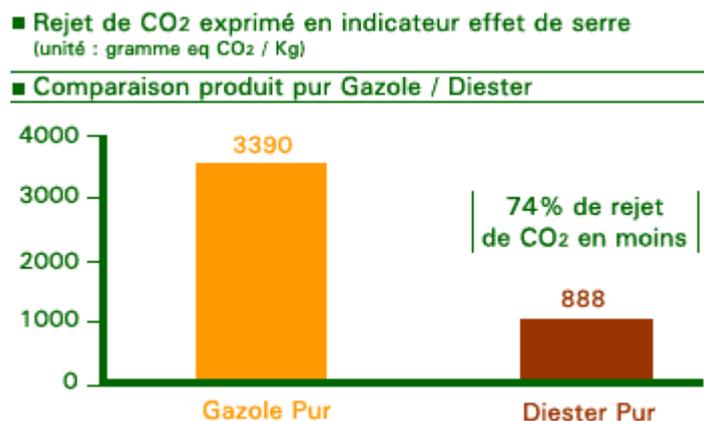
- Un bilan de CO₂ dans l'atmosphère:



On observe qu'on a un équilibre qui de fait au niveau des échanges de CO₂ dans l'atmosphère. En se servant de l'énergie fossile (le gazole), plutôt que de la biomasse, on extrait du CO₂ présent dans les nappes. On ajoute donc du CO₂ dans l'atmosphère ce qui favorise l'effet de serre.

- Combustion pure des carburants

Lors de la combustion la diester rejette moins de CO₂ que le gazole pur. En effet, la combustion du diester pur réduit de 74% les émissions.

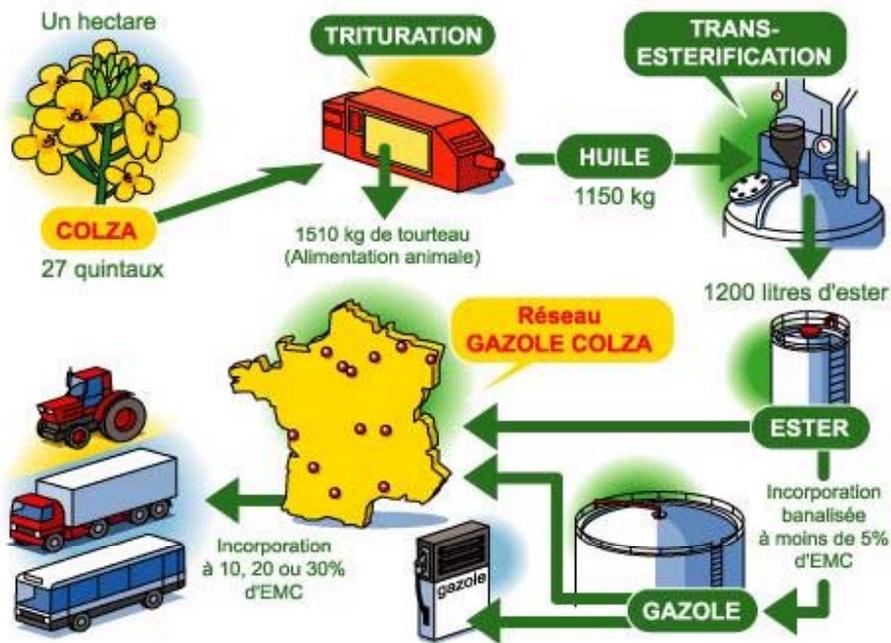


Pour les bus, le carburant est un mélange 70% gazole et 30% Diester : on a une réduction de 23% dans les émissions des gaz à effet de serre. On observe donc une réduction significative de la pollution urbaine due aux transports.

A cela on peut ajouter le fait que l'EMC est biodégradable à 98% en 21 jours si on le répand sur le sol contrairement au gazole qui souille les sols. Enfin, une molécule de Diester est constituée de 11% d'oxygène en masse, ce qui est un point positif pour la combustion du carburant.

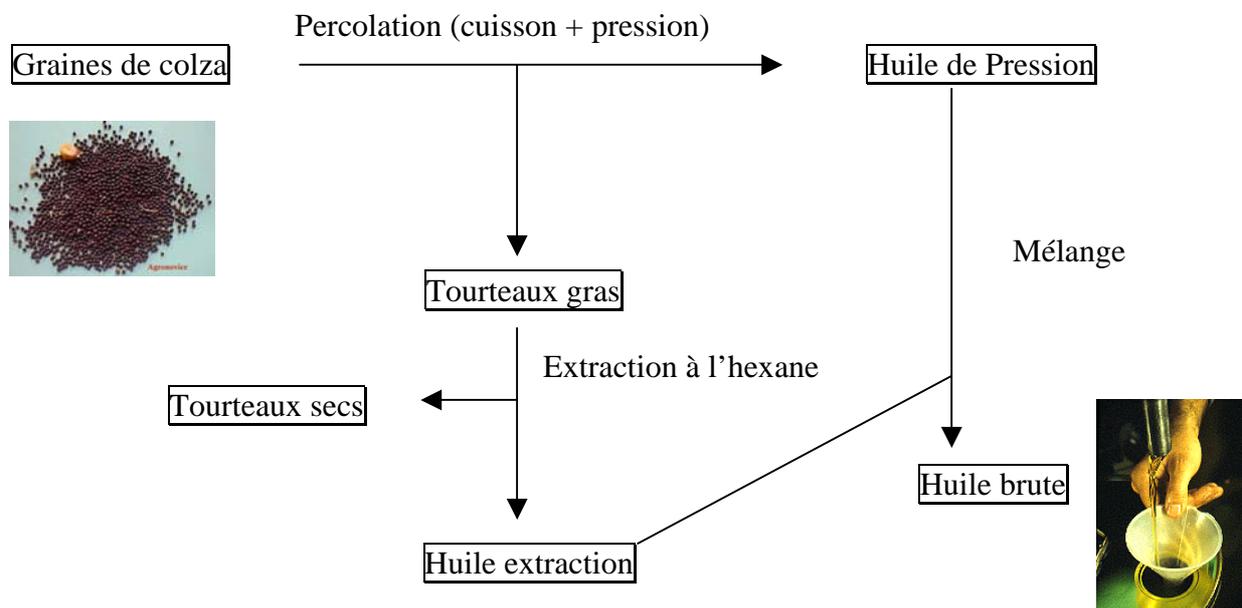
II. Production de l'ester

L'image ci-dessous montre le cheminement que suit le colza de son état de plante à l'état de carburant. Nous allons dans cette partie expliquer comment on passe de la graine à l'ester en deux temps : l'extraction de l'huile puis l'estérification.

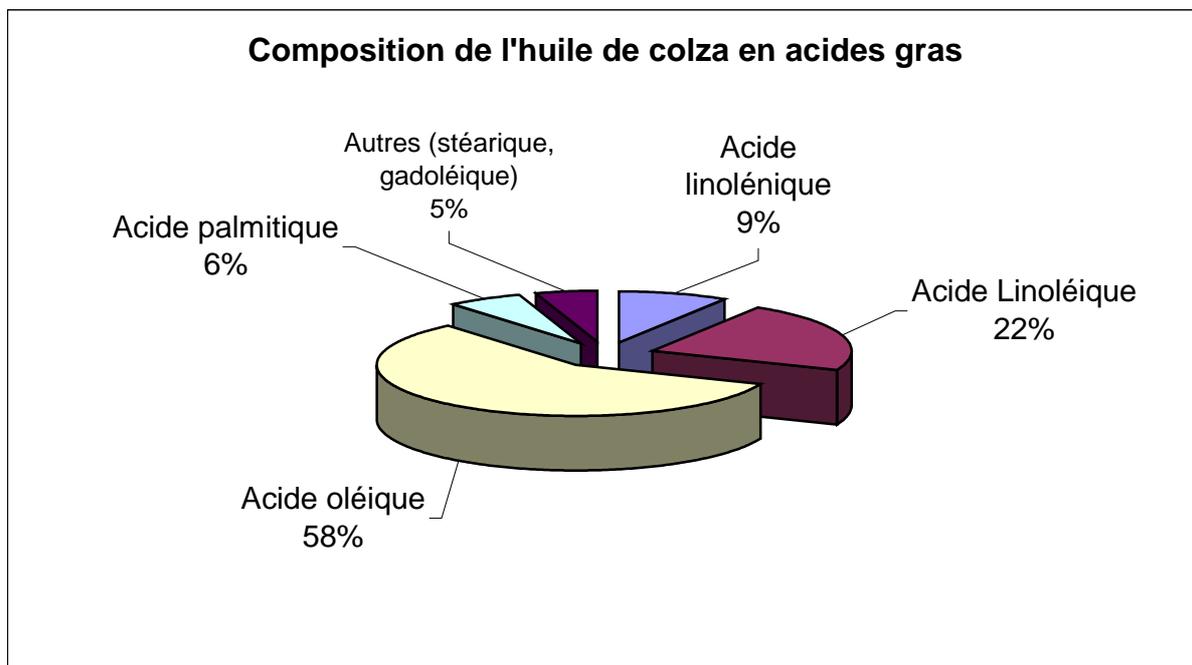


1. Fabrication de l'huile

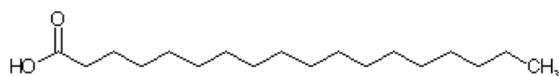
Cette étape s'appelle la trituration et se réalise selon le processus suivant :



L'huile brute est ensuite raffinée, on obtient l'huile que l'on utilise pour le secteur alimentaire. Elle est composée de plusieurs acides gras, dont les proportions et formules sont les suivantes :



Acides gras saturés:

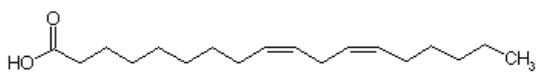


Acide stéarique

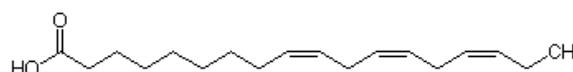


Acide palmitique

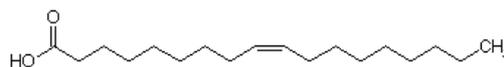
Acides gras insaturés:



Acide alphanoléique omega 6



Acide alphanoléinique omega 3



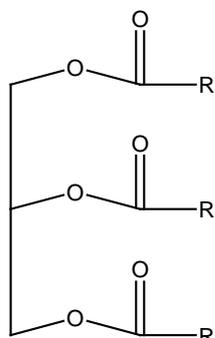
Acide oléique

Les différents acides ont des longueurs de chaînes carbonées relativement proches, les principales différences concernent le nombre d'insaturations des chaînes.

Il faut noter que le coproduit de la trituration, à savoir les tourteaux secs, sont utilisés pour l'alimentation animale.

2. Synthèse de l'ester

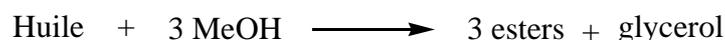
On réalise la synthèse de l'ester par une réaction de transestérification. En effet, les acides gras sont des triesters de la forme :



Où R est la chaîne carboné qui précède la fonction acide carboxylique dans les formules des acides gras constituant l'huile de colza.

D'après les renseignements obtenus lors de la visite à l'usine Saipol à Grand-Couronne, près de Rouen, cette réaction de transestérification se fait entre l'huile et le méthanol en milieu basique (catalyse basique homogène) à une température inconnue : l'usine utilise un procédé dit « Henkel » et obtient un rendement de presque 98%.

Le bilan de cette réaction est :



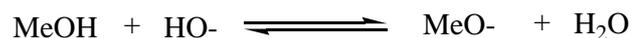
L'ester est de formule moyenne :

$$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OCH}_3$$

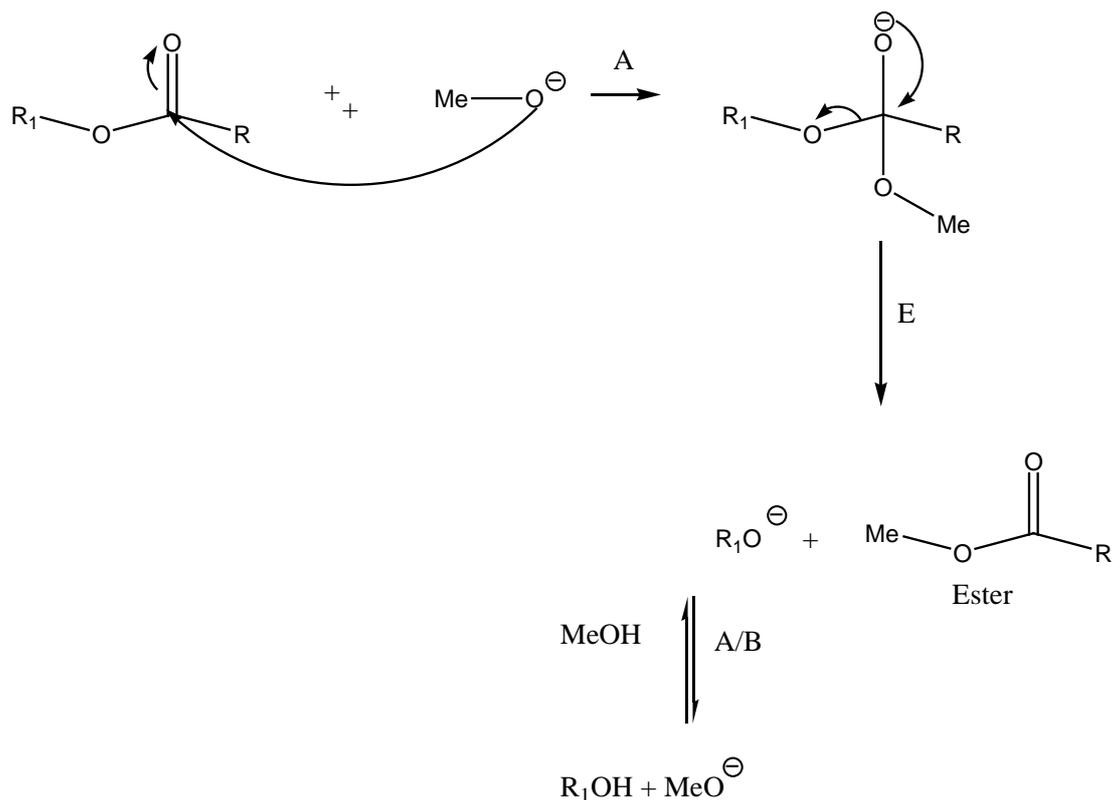
On parle de formule moyenne car la chaîne carbonée est celle de l'acide gras, le réactif de départ, dont la longueur et le nombre d'insaturations sont variables.

Le mécanisme de la réaction est le suivant :

On nomme R la chaîne carbonée de l'ester, et R₁ la base du triester pour une meilleure lisibilité du mécanisme. On raisonne pour un seul ester du triester car la réaction est identique sur les 2 autres.



Cette réaction acido-basique permet de créer du méthanolate nucléophile qui va attaquer l'ester pour effectuer la transestérification.

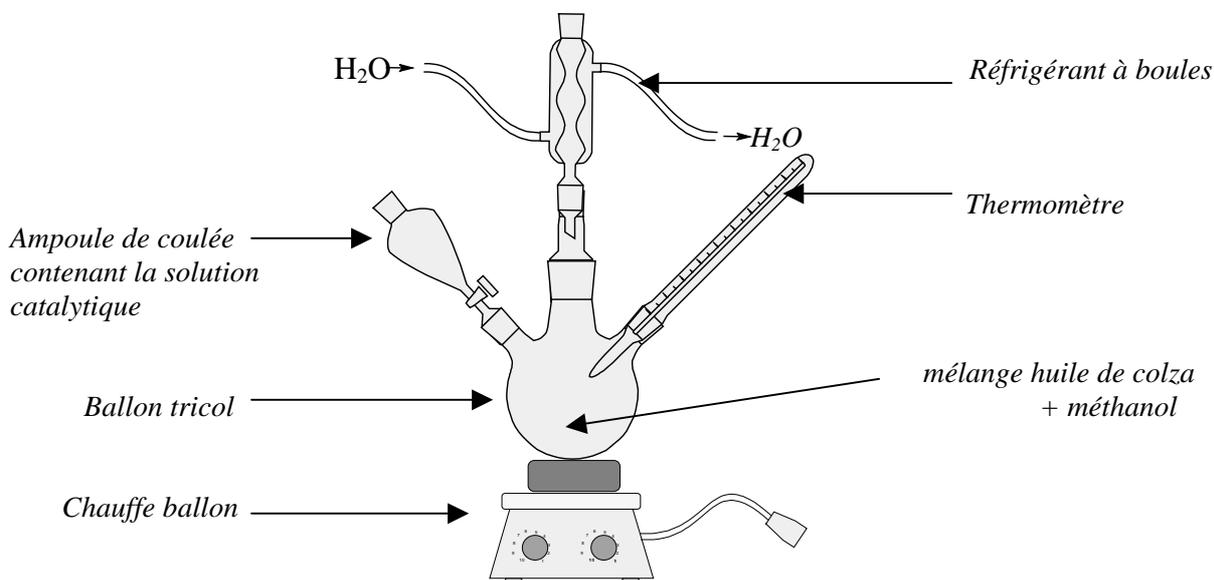


En réalisant trois fois cette étape sur le triester, on obtient un coproduit qui est le glycérol (propan-1,2,3-triol), qui sert dans différents domaines comme les peintures, cosmétiques ...

3. TP : synthèse de l'ester en laboratoire

Après avoir reçu un protocole de l'IFP permettant de réaliser la synthèse en laboratoire, j'ai réalisé cette réaction.

On introduit dans un ballon 100mL d'huile de colza du commerce, 100mL de méthanol et 2g de NaOH, on effectue un chauffage à reflux pendant environ 2heures.



On a introduit 0,094 mol d'huile et on introduit 2,469 mol de méthanol, a donc du méthanol en excès de plus de 20 fois la quantité d'huile. Il faut au minimum trois fois plus de méthanol que d'huile d'après le bilan de la réaction donc la condition de réalisation est largement remplie.



Montage réalisé

Au bout des 2 heures de réaction, on élimine l'eau, le méthanol, par distillation.



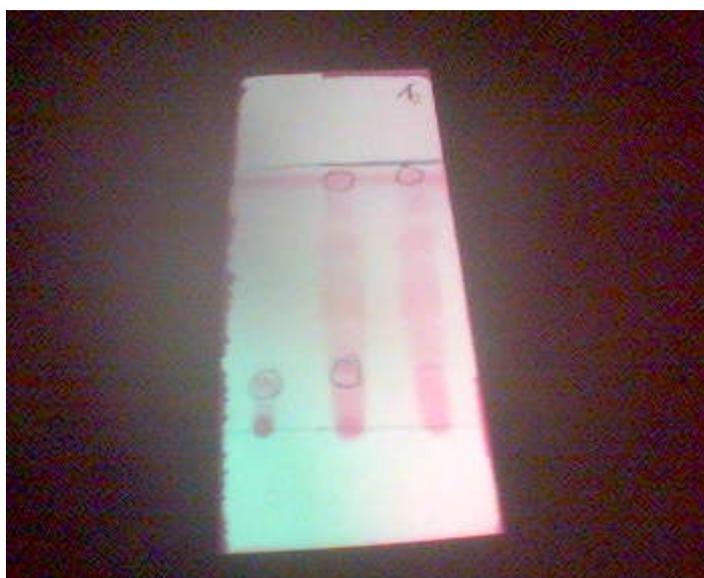
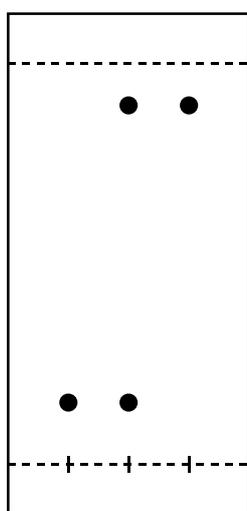
Montage de la distillation

Pour la synthèse, lors de la distillation, il y a eu une pyrolyse de l'ester car j'ai voulu éliminer le glycérol par distillation, mais les données que j'avais étaient fausses : la température d'ébullition est en réalité supérieure à celle de l'ester.

Pour séparer l'ester du glycérol, j'ai effectué une décantation avec du dichlorométhane. Après avoir séché l'ester sur du $MgSO_4$, la séparation de l'ester du dichlorométhane s'est faite sous pression réduite avec un évaporateur rotatif.

4. Analyse de la synthèse

Pour vérifier que le produit obtenu était le bon, j'ai réalisé une CCM : dans l'ordre des spots déposés : huile de colza, huile+ ester, ester l'éluant étant un mélange éthanol-dichlorométhane.



La chromatographie montre que le produit est différent du réactif de départ.

Pour être certain d'avoir synthétisé le bon produit, je suis allé faire une analyse RMN à l'INSA de Rouen. J'ai effectué 3 spectres (présentés en annexe):

- ✓ Spectre A : Huile de colza
- ✓ Spectre B : Produit synthétisé
- ✓ Spectre C : Ester en provenance de l'usine Saipol

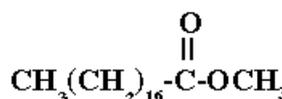
Etude des spectres :

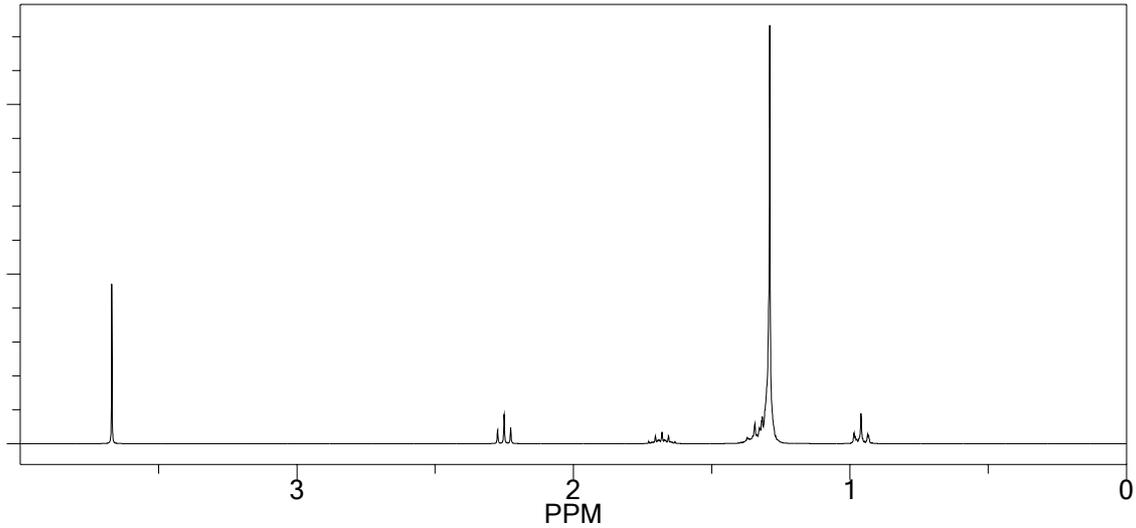
❖ Spectres Théoriques :

Pour l'étude, j'ai simulé les spectres théoriques simulés avec le logiciel Chemdraw.

Spectre théorique de l'ester :

J'ai pris la formule moyenne de l'ester vue précédemment :



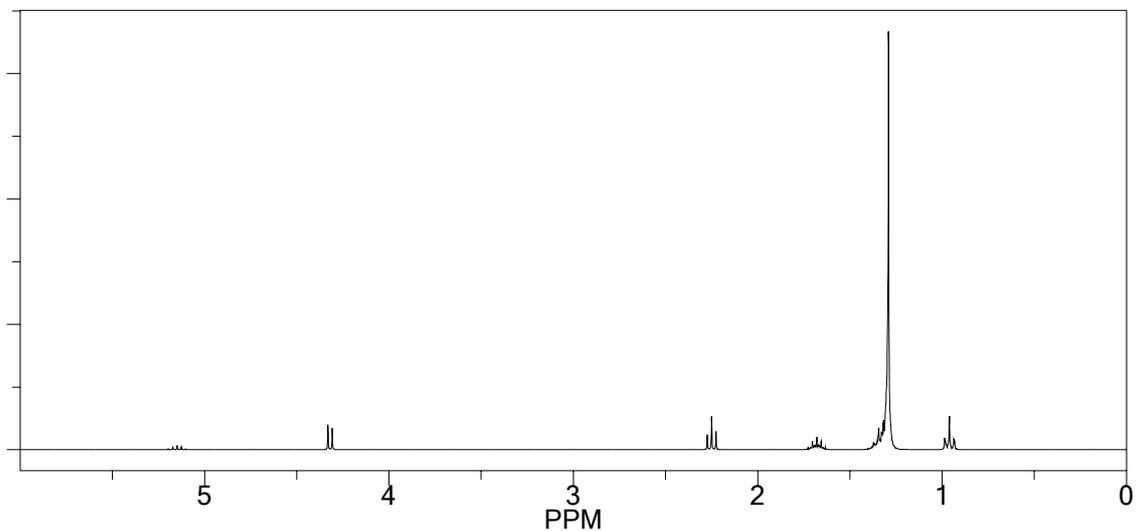


- On a :
- 0.96ppm : quadruplet
 - 1.29ppm : multiplet
 - 1.33ppm : multiplet (sextuplet)
 - 1.68ppm : multiplet (quadruplet)
 - 2.25ppm : triplet
 - 3.67ppm : singulet

On peut donc attribuer les signaux de la manière suivante :

- 0.96ppm : 3H groupe méthyle de bout de chaîne
- 1.29ppm : H de la chaîne linéaire (2H par carbone)
- 1.33ppm : 3H méthyle de bout de chaîne
- 1.68ppm : 2H en beta de la liaison C=O
- 2.25ppm : 2H en alpha de la liaison C=O
- 3.67ppm : 3H groupe méthyle de l'ester

Spectre théorique de l'huile de colza :



- On a :
- 0.96pm : quadruplet
 - 1.29pm : multiplet
 - 1.33pm : multiplet (sextuplet)
 - 1.68pm : multiplet (quadruplet)
 - 2.25pm : triplet
 - 4.32pm : doublet
 - 5.15pm : quadruplet

On peut donc attribuer les signaux de la manière suivante :

- 0.96pm : 3H groupe méthyle de bout de chaîne
- 1.29pm : H de la chaîne linéaire (2H par carbone)
- 1.33pm : 3H méthyle de bout de chaîne
- 1.68pm : 2H en bêta de la liaison C=O
- 2.25pm : 2H en alpha de la liaison C=O
- 4.32pm : 4H (2 fois 2H) liés aux carbones 1 et 3 du propane liant les 3 esters
- 5.15pm : 1H du carbone 2 du propane liant les 3 esters

❖ Spectres réels :

Spectre A :

On remarque que l'on a quasiment les mêmes déplacements que sur l'étude théorique, on retrouve également le déplacement à 4.32pm (en orange).

Spectre B :

On obtient le spectre A avec un signal supplémentaire : vers 3.70pm (en bleu) ce qui est caractéristique des protons du groupe méthyle de l'ester

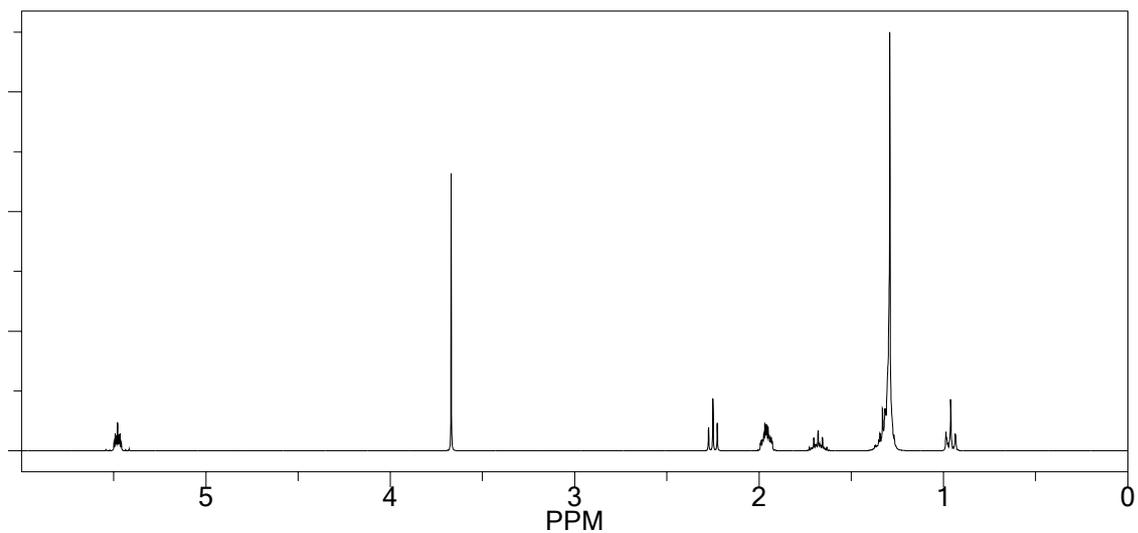
Spectre C :

On obtient le spectre B avec un signal en moins : 4.32pm.

Commentaires :

En comparant les 3 spectres réalisés, on peut noter que le produit issu de ma synthèse présente les signaux caractéristiques de l'ester et de l'huile, on peut donc supposer que l'on a en fait un mélange des deux.

Cependant on observe un signal à plus de 5pm (en rouge). D'après l'étude des spectres simulé et réel de l'huile de colza on peut penser que sur le spectre réel, ce signal pourrait être celui du proton sur le carbone 2 de la chaîne à 3 carbones, or on retrouve le même signal sur le spectre du produit synthétisé (ce qui pourrait être logique étant donné qu'on a un mélange huile-ester), mais ce signal est aussi présent sur l'ester en provenance de Saipol. J'ai donc à nouveau simulé un spectre de l'ester avec une double liaison sur la chaîne carbonée on a le spectre suivant :



On retrouve bien un signal à plus de 5ppm, on peu donc conclure que dans l'ester produit et l'ester de Saipol, il y a une insaturation. La formule donnée en général est donc incomplète. Ce résultat est en accord avec les formules de l'huile, où l'on peut remarquer que les molécules sont insaturées.

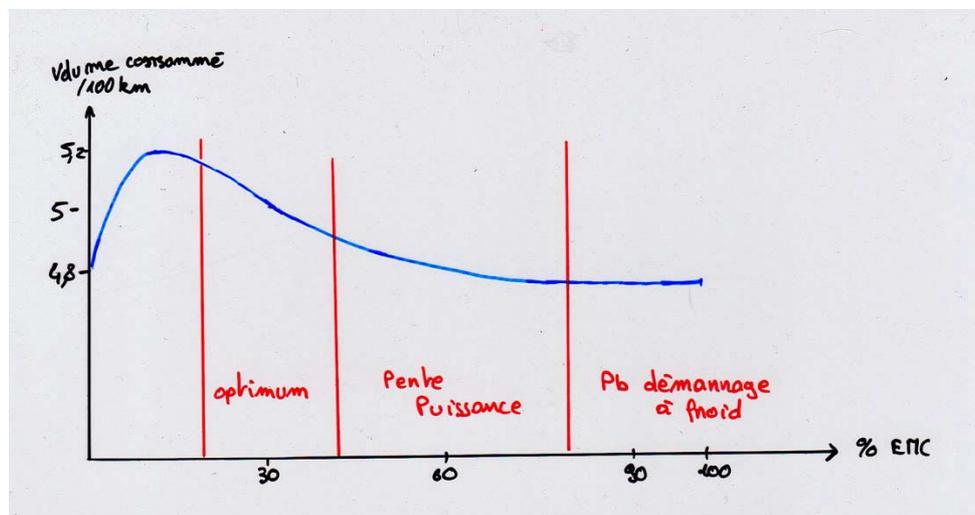
III. Faiblesses et nouvelle utilisation du Diester

1. Faiblesses

La première faiblesse est que l'utilisation de l'ester est limitée aux seuls moteurs diesels.

Si l'on regarde compare les PCI, on remarque que celui du gazole est supérieur à celui de l'ester, ce qui se traduit par des performances inférieures de l'ester vis-à-vis du gazole.

En conséquence, On ne trouve l'ester qu'en mélange avec du gazole. Sur la courbe de consommation, on note que plus l'ester est présent dans le mélange plus la consommation est basse, plus on a de problèmes techniques.



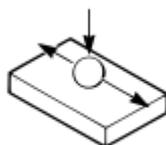
Pour respecter les normes européennes contre la pollution, de nouveaux moteurs fonctionnant au gazole désulfuré et munis de filtres à particules ont été créés, mais n'ont pas été homologués pour utiliser le Diester.

Le Diester a donc peu à peu cessé d'être utilisé.

2. Pouvoir lubrifiant

Pour vérifier la bonne lubrification d'un carburant, il existe un test dit test HFFR.

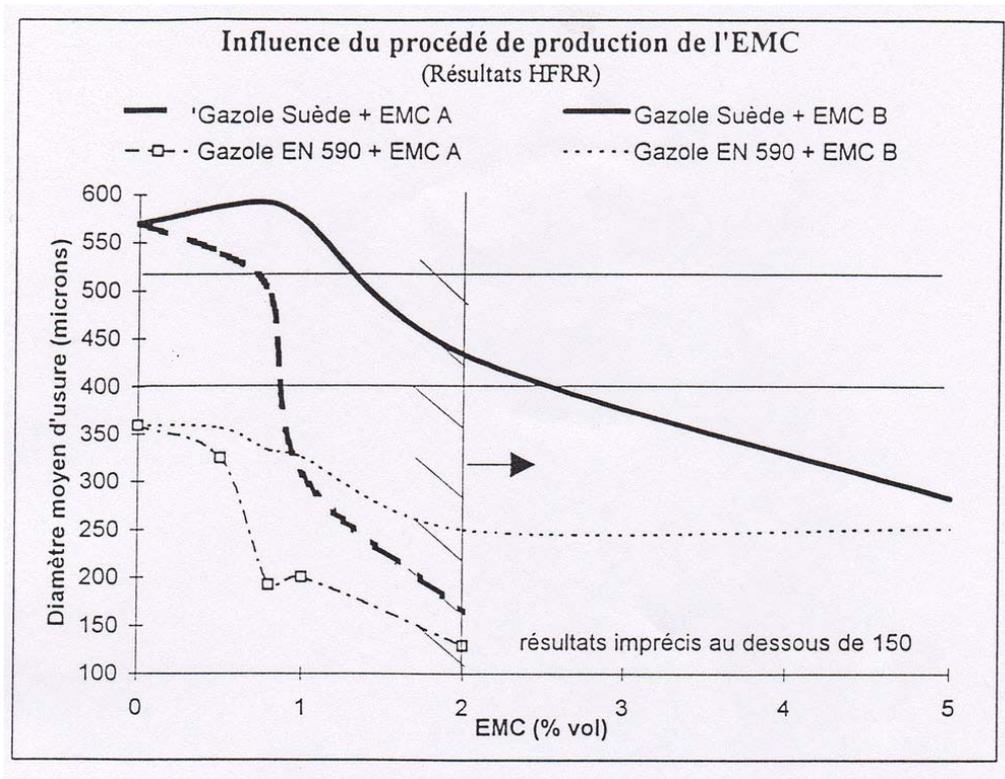
Le principe est de faire couler sur une plaque le produit que l'on veut tester, une bille est en rotation autour d'un axe et s'appuie sur la plaque (voir schéma). Au bout d'un certain temps, on mesure le diamètre d'usure de la bille.



Pour être dans la norme, le diamètre d'usure ne doit pas dépasser 460µm. En regardant le graphique suivant on remarque que le gazole TBTS pur donne un diamètre d'usure supérieur à la norme, tandis qu'avec du EN590 (gazole avec soufre) on est largement dans la norme. On en déduit que le soufre donne un pouvoir lubrifiant au gazole.

En ajoutant du Diester à hauteur de 2% dans du gazole, on remarque que le diamètre d'usure est devenu normal.

L'ajout le Diester a donc un impact positif sur la lubrification et joue toujours son rôle de biocarburant propre.



3. Sur les filtres à particules

Des essais ont été effectués sur un mélange gazole TBTS + 30% Diester, et ont permis de conclure que l'ester de colza ne présente pas de contre indication vis-à-vis de l'emploi de filtres à particules et qu'il devrait faciliter leur fonctionnement.

Dans un premier temps, il faut noter que le gazole TBTS contient encore du soufre (moins de 50 ppm), et que le soufre est un poison pour les filtres à particules, donc ajouter du Diester diminue la proportion de soufre dans le carburant, ce qui est meilleur pour les FAP.

Dans les cas où le moteur émet essentiellement des suies et peu d'hydrocarbures imbrûlés :

- le mélange produit moins de suies que le gazole TBTS pur, ce qui divise par deux la vitesse de colmatage du filtre

- la vitesse de régénération en fonction de la température du filtre est identique à celle du gazole TBTS

Dans le cas où le moteur a de fortes émissions d'hydrocarbures (HC) imbrûlés, le Diester présent dans le mélange facilite la régénération des suies et HC captés dans le FAP.

Ces essais montrent qu'il n'y a pas d'incompatibilité entre le mélange Diester-gazole et les filtres à particules, mais l'ester de colza pourrait être présenté plutôt comme un additif facilitant l'usage des filtres à particules dans des conditions urbaines.

IV. Nouvelles applications du Diester

1. Application sur les flottes captives

L'application sur flottes captives, principalement sur les bus est l'application la plus connue du Diester –notamment grâce à M. Bayrou lors de sa campagne présidentielle de 2002.

Tous les résultats présentés ici, sont les résultats des tests effectués sur des bus. Globalement les bus fonctionnent avec un minimum de 30% de Diester en mélange avec 70% de gazole désulfuré. Pour l'instant, les bus ne fonctionnent qu'avec ce mélange, mais il serait intéressant que les constructeurs se penchent sur une utilisation de Diester pur pour les flottes captives, ce serait une première avancée pour réduire la pollution dans les villes.

Les villes dont les transports en commun utilisent du Diester sont regroupées au sein d'une association appelée *Partenaires Diester*.



2. Le Diester présent au quotidien

On peut observer que de nos jours, le Diester est utilisé de façon banalisée à la pompe. En effet, les pétroliers apprécient ses propriétés fonctionnelles (notamment la lubrification).

Le taux annoncé est de 5% ce qui lui vaut d'être considéré comme un additif, mais en réalité son incorporation ne dépasse pas 2 à 3%, ce qui n'empêche pas que la forme banalisée représente quand même la majorité des ventes.

3. Un carburant utilisé par les voitures de courses

Avec la coupe RC, Peugeot a conçu en 2004 une formule de promotion destinée à mettre en exergue ses modèles : la *Coupe RC*. Ces voitures sont des prototypes dérivés du concept car RC Carreau de 2002, qui utilisent une motorisation 2.2 HDI (utilisé par les 406 Coupé et 607) poussée à 178 chevaux. Les performances proposées par cette voiture sont loin d'être mauvaises, bien au contraire.

Cette voiture fonctionne avec un mélange 50% gazole – 50% Diester. Ce taux élevé n'exige qu'une simple adaptation des joints de la pompe d'injection.

Preuve que l'on peut obtenir une certaine performance, même avec un biocarburant.



4. Un navire à voile et à Diester

Avec Aquitaine Innovations, Yves Parlier a donné une dimension maritime à l'ester de colza : il a décidé d'utiliser le Diester comme carburant pour le moteur thermique de son bateau : pour lui un voilier utilisant un moteur polluant était un paradoxe. De plus, Yves Parlier a toujours lancé des nouveautés sur ses voiliers, et utiliser l'ester était une innovation supplémentaire pour Aquitaine.



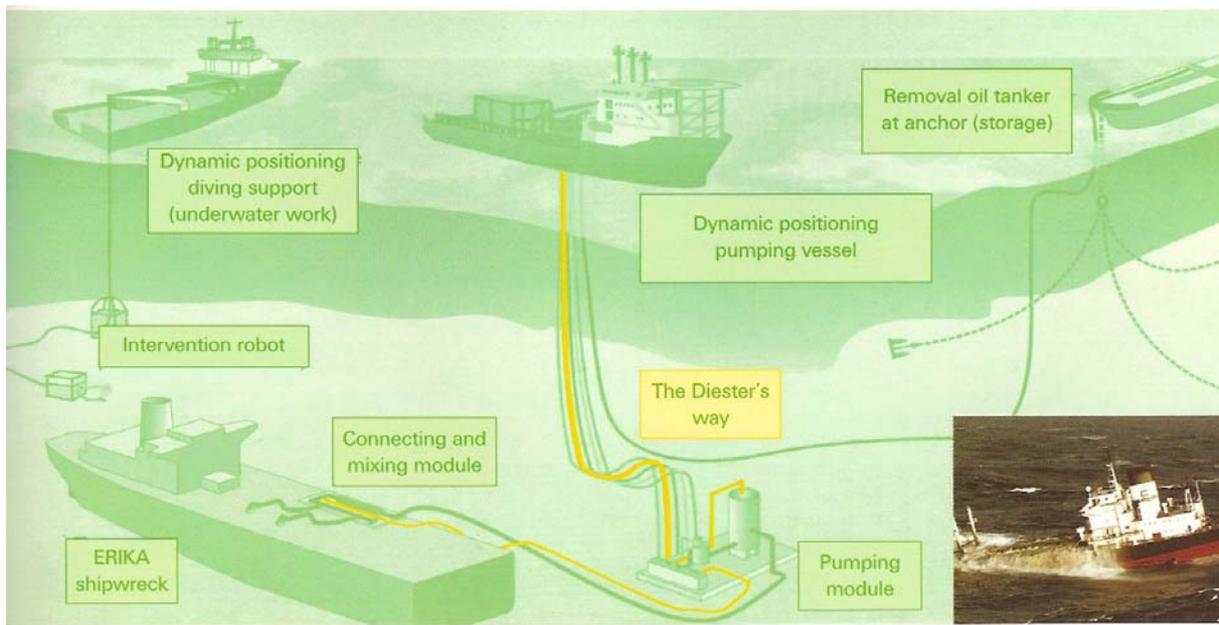
5. Action sur les plages souillées par l'Erika

En 2000, après le naufrage de l'Erika, il a fallu nettoyer les plages souillées par le pétrole. Des centaines de litres d'ester ont été utilisés sur les plages de Belle-Île : les propriétés physico-chimiques de l'ester que nous avons vues précédemment permettent de solubiliser le pétrole.

On a donc pulvérisé au Karcher du Diester sur les roches, cela a ramolli l'hydrocarbure collé, on a donc pu enlever ces traces de pétrole sans abîmer les roches friables.



Le Diester a été utilisé pour le pompage des cuves de l'Erika. En effet, on a introduit de l'EMC dans les cuves en quantité suffisante pour solubiliser le pétrole, une fois le mélange assez fluide, on a pu pomper normalement les hydrocarbures.



L'ester a donc montré avoir des propriétés écologiques hors de son contexte de biocarburant. D'ailleurs le processus d'extraction du pétrole créé dans l'urgence a été développé et maintenant il est question de produire plusieurs unités suite à la réussite du modèle de démonstration.

Conclusion de ce travail:

L'ester méthylique de colza, qui dans un premier temps a été développé pour des raisons d'indépendance de carburant en cas de choc pétrolier, s'est peu à peu affirmé comme un carburant alternatif au gazole, notamment pour une utilisation sur les flottes captives (les bus par exemples).

Après une baisse de l'utilisation due au développement de nouveau moteurs fonctionnant avec du gazole désulfuré, l'ester a retrouvé un nouveau souffle de vie en tant qu'« additif de luxe ».

L'utilisation de l'ester méthylique s'est également diversifiée avec une utilisation en course automobile et nautique, ou encore comme solvant pour nettoyer les plages souillées par l'Erika.

Cependant le Diester n'est considéré que comme un additif, pour en faire un réel carburant il faudrait adapter les moteurs à l'EMC, ou encore mieux concevoir des moteurs pour le Diester.

Autres points négatifs :

- le coproduit de l'EMC : la glycérine, le marché de la glycérine est saturé, donc une augmentation de la production de l'ester risquerait de poser des problèmes
- l'autre point négatif est qu'une augmentation de la production de l'ester est difficile car la surface de culture est assez limitée.

En conclusion, l'ester est un produit dont le potentiel n'est pas pleinement utilisé et qui a un avenir assez large devant lui.

Contacts :

- M. Invernou, responsable environnement, société Saipol
- M. Vermeersch, directeur prospective et innovations, Prolea
- M. Hillion, ingénieur recherche, IFP
- M. Heinrich, professeur de chimie chargé de m'encadrer, Lycée P. Corneille, Rouen
- M. Holstein, responsable exploitation des bus, société TCAR
- M. Petton, responsable communication, Partenaires Diester
- Mmes Delaroche et Ecolivet, Professeur et Aide-Laboratoire, INSA de Rouen

Sources :

Bibliographie :

- Plaquettes Prolea
- Plaquettes Diester Industrie

- X. Montagne, *Impact sur l'incorporation d'ester méthylique de colza sur le pouvoir lubrifiant des gazoles*, septembre 1996
- G. Vermeersch, *Développement d'une filière biodiesel*, octobre 2000
- JF Duceux, A. Haupais, A. Lepeltier, *Essais de régénération d'un filtre à particules avec du gazole « sans soufre » et de diester de colza*, février 2000

- Actualités chimiques, *Catalyse et lipochimie*, Y.Pouilloux, J. Barrault, novembre 1998
- Actualités chimiques, *L'apport de la chimie dans la préparation des carburants*, JC Guibert, novembre 1999

- Science et vie, *Les carburants verts*, 985, octobre 1999
- Science et vie, *Les arbres prennent la relève du pétrole*, 1013, février 2002
- Science et vie, *Nos véhicules se mettent-ils au vert ?*, HS 214, mars 2001

Webographie :

<http://www.prolea.com>
<http://www.partenaires-diester.fr>
<http://www.total.fr>
<http://automobile.nouvelobs.com> - <http://lequotidienauto.com>

Remerciements :

Pour clore mon travail, je souhaiterais remercier certaines personnes qui m'ont permis d'avancer dans mon TIPE, et grâce à qui j'ai pu obtenir une très bonne note (17/20) aux concours et intégrer l'Ensicaen en section matériaux et chimie.

Je remercie donc M. Eric Invernon qui m'a fait visiter l'usine SAIPOL, fourni une partie de la documentation dont j'ai disposé, ainsi que l'échantillon d'EMC pour l'analyse RMN.

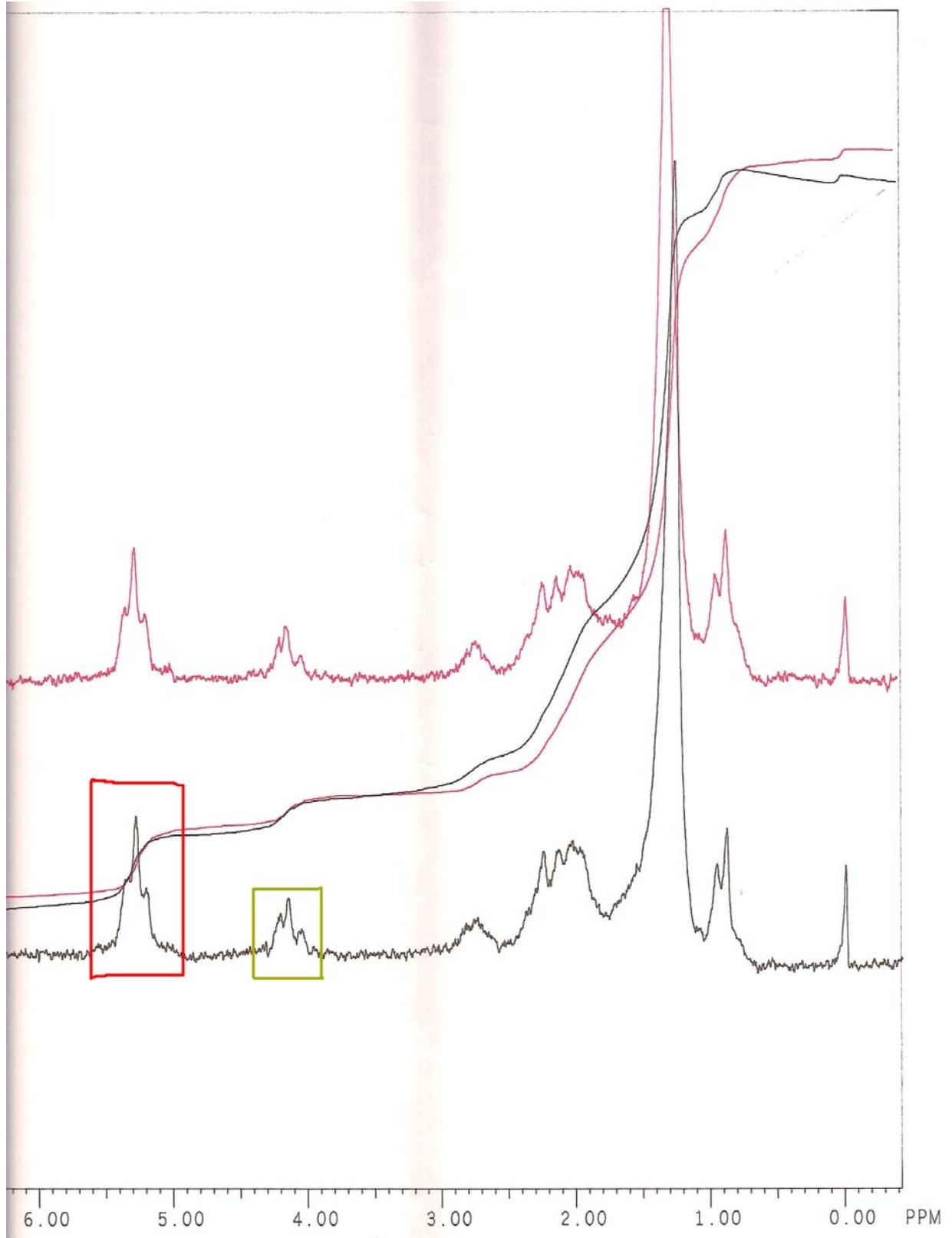
Je remercie M. Georges Vermeersch pour la documentation sur les résultats des tests de compatibilité avec les filtres à particules et le gazole désulfuré. De même que M. Gérard Hillion pour l'historique de l'exploitation de l'ester et le protocole de laboratoire.

Je remercie Mme Delaroche et Ecolivet, qui m'ont permis d'effectuer toutes mes analyses RMN.

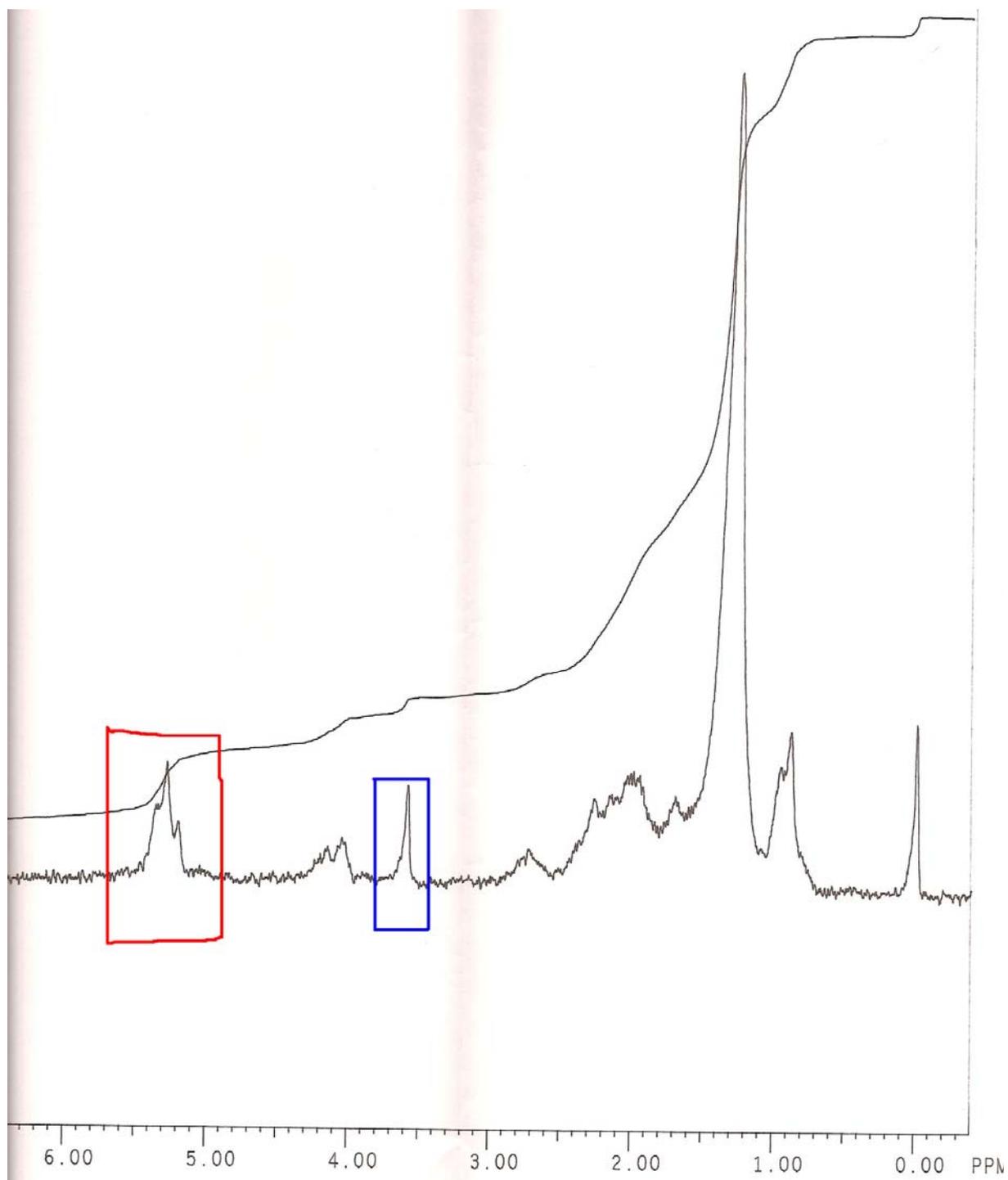
Enfin je remercie les professeurs de chimie du lycée P. Corneille : M. Heinrich pour l'encadrement tout au long de l'année, M. Tékin pour l'encadrement du TP, Mme Loeuillet pour les répétitions orales.

Annexes :

Spectre A :



Spectre B :



Spectre C :

