

**UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ECOLE SUPERIEUR POLYTECHNIQUE**

FILIERE : GENIE INDUSTRIEL

DEPARTEMENTS : Génie Mécanique Productive et Génie Electrique



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur en Génie Industriel

**ETUDE TYPE SE RAPPORTANT A LA DIMINUTION DES
TENEURS EN ELEMENT TOXIQUES DANS LE GAZ
D'ECHAPPEMENT D'UNE VOITURE A ESSENCE**

Présenté par : ANDRIAMAMARITRA Tahina Harivonjy

Promotion 2003

Date de soutenance : 26 Avril 2004

**UNIVERSITE D'ANTANANARIVO
ECOLE SUPERIEUR POLYTECHNIQUE**

FILIERE : GENIE INDUSTRIEL

DEPARTEMENTS : Génie Mécanique Productive et Génie Electrique



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur en Génie Industriel

**ETUDE TYPE SE RAPPORTANT A LA DIMINUTION DES
TENEURS EN ELEMENT TOXIQUES DANS LE GAZ
D'ECHAPPEMENT D'UNE VOITURE A ESSENCE**

Présenté par : ANDRIAMAMARITRA Tahina Harivonjy

- ◆ Prédisent du Jury : Monsieur RAKOTONIAINA Andrianarisoa,
Enseignant à l' ESPA
- ◆ Rapporteur : Monsieur RASOLOFOARINDRIAKA
Enseignant à la filière Génie Industriel
- ◆ Examineurs : Monsieur ANDRIAMANALINA William
Enseignant à la filière Génie Industriel
Monsieur RAVELOJAONA Johnson,
Enseignant à la filière Génie Industriel

Date de soutenance : 26 Avril 2004

REMERCIEMENTS

Pour l'aide appréciable dont j'ai bénéficié, j'exprime mes vifs remerciements à

- Monsieur RANDRIANOELINA Benjamin, Directeur de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo qui avait bien voulu me permettre de présenter la soutenance de fin d'études pour l'obtention de diplôme d'Ingénieur en Génie Industriel.
- Monsieur JOALIHARITAHAKA Rabeatoandro, Chef de département Génie Mécanique Productique pour la formation durant les cinq années d'études dont le présent en est le couronnement.
- Monsieur RAKOTONIAINA Andrianarisoa, Enseignant à l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo pour le dévouement dont il avait témoigné durant la formation et pour avoir accepté la présidence de ce mémoire, me faisant ainsi un grand honneur.
- Monsieur RASOLOFOARINDRIAKA Allain, Enseignant à Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo de bien vouloir daigner consacrer ses temps précieux pour prodiguer les conseils et remarques sans lesquelles beaucoup d'erreurs se figureraient dans cet ouvrage.
- Monsieur RAVELOJAONA Johnson, Enseignant à Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo d'avoir accepté de juger cette recherche.
- Monsieur ANDRIAMANALINA William, Enseignant à Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo d'avoir accepté de juger cette recherche.
- Tous les professeurs et enseignants de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo qui ont formé et contribué la réalisation de ce travail de fin d'études.
- Toutes personnes qui m'ont appuyé financièrement et moralement.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Tableau donnant les concentrations volumiques

Tableau 2 : Tableau récapitulatif de l'émission de CO et du pouvoir comburivore

LISTE DES ABREVIATIONS

C : Couple [Nm]

C_{sp} : Consommation spécifique [g/s]

N : Régime moteur [Tr/mn]

Pe : Puissance effective [Kw]

P_{co} : Pouvoir comburivore

PMB : Point Mort Bas

PMH : Point Mort Haut

Q_{ma} : débit d'air

Q_{mc} : débit de carburant

Ppm : partie par milliers

ms milliseconde

a taux d'utilisation de l'air

CO : Monoxyde de carbone

CO₂ : dioxyde de carbone

C_xH_y : Hydrocarbure

NO_x : oxyde d'azote

SO₂ : anhydre sulfureux

Pb : Plomb

O₂ : Dioxygene

HC Hydrocarbure imbrûlé

Smog : Fumée

r : richesse

Mc : Masse du carburant

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Courbes d'émission de NOx en fonction de l'avance à l'allumage et de la richesse

Figure 2 : Courbes d'émissions de CO en fonction de la richesse en même repère avec la puissance et la consommation spécifique

Figure 3 : Schéma des 3 types de catalyseur

Figure 4 : Pot catalytique

TABLE DE MATIERES

CHAPITRE I ETUDE THEORIQUE

I-1 GENERALITES.....	3
I-1-1 Définition.....	
I-1-2 Historique.....	
I-1-3 Avantage.....	
I-2 BUT ET HYPOTHESE DE L'ETUDE.....	3
I-2-1 But.....	
I-2-2 Hypothèse.....	
I-3 POLLUTION DE L'AIR CAUSEE PAR LE MOTEUR.....	4
I-3-1 Les gaz de carter.....	
I-3-2 Les pertes par évaporation.....	
I-3-3 Les gaz d'échappement.....	
I-4 ETUDE DE LA COMBUSTION.....	4
I-4-1 Définition.....	
I-4-2 Combustion théorique de l'essence.....	
I-5 FORMATION DES POLLUANT PAR COMBUSTION.....	5
I-5-1 Combustion dans le moteur à explosion.....	
I-5-2 Etude de l'émission des polluant dans les moteurs à explosion.....	
I-5-2-1 Emission de l'azote (oxyde d'azote NO _x).....	7
I-5-2-1-1 Zone de gaz brûlés.....	
I-5-2-1-2 Zone de front de flamme.....	
I-5-2-1-3 Paramètre de réglage pour l'émission de NO _x	
I-5-2-1-4 Richesse du mélange.....	
I-5-2-1-5 Avance à l'allumage.....	
I-5-2-1-6 Rapport volumétrique de compression, température d'admission et charge d'utilisation (ou pression d'admission).....	
I-5-2-1-7 Forme de la chambre de combustion.....	
I-5-2-1-8 Vitesse de rotation du moteur.....	
I-5-2-1-9 Graphe de émission de NO _x	
I-5-2-1-10 Conclusion.....	
I-5-2-2 Emission de l'oxyde de carbone.....	10
I-5-2-2-1 Paramètre de réglage, pour l'émission de CO.....	
I-5-2-2-2 Conclusion.....	
I-5-2-3 Emission de l'hydrocarbure imbrûlé (HC).....	
I-5-2-3-1 Paramètre de réglage.....	
I-5-2-3-2 Richesse.....	
I-5-2-3-3 Conclusion.....	
I-5-2-3 Emission de plomb et SO _x	11

CHAPITRE II ETUDE DE REDUCTION DES POLLUANTS

II-1 GENERALITES.....	
II-2 NORME D'EMISSION ET TYPE DE RESULTATS.....	
II-3 ETUDE DE L'EMISSION.....	14
II-3-1 Caractéristique et résultats d'essais.....	
II-3-1-1 Caractéristiques.....	

II-3-1-2 Résultats d'essais.....	
II-3-2 Equation chimique de la combustion	
II-3-3 Bilan.....	15
II-3-4 Tableau.....	22
II-4 PRINCIPE DE L'ETUDE DE REDUCTION.....	
II-5 PROGRAMMATION.....	
II-5-1 Algorithme.....	
II-5-2 Utilisation.....	
CHAPITRE III (Etude d'impact environnemental)	
III-1 INTRODUCTION.....	27
III-1-1AVANTAGES.....	
III-1-1-1 Dans le cadre économique.....	
III-1-1-2 Dans le cadre social.....	
III-1-1-3 Environnement.....	
III-1-1-4 Santé.....	
III-1-2 CONTRAINTES.....	28
III-2 SOLUTIONS APPORTEES.....	
III-2-1production	
III-2-1-1Réactions	
III-2-1-2Type de procédé catalytique	
Conception des pots catalytique.....	29

INTRODUCTION

La pollution atmosphérique est une des grandes occupations mondiales. Néanmoins les besoins humains entraînant parfois une augmentation du taux de pollution, le gaz rejeté à l'échappement d'un véhicule en est une des causes.

Ici, nous essayerons de présenter des méthodes de réduction des polluants concernant surtout la combustion, en particulier celui du moteur à explosion en choisissant comme thème : « *Etude type se rapportant à la diminution des teneurs en élément toxiques dans le gaz d'échappement d'une voiture à essence* », comme mémoire de fin d'étude.

Afin d'arriver à ce but, notre étude sera divisée en trois grandes parties :

- Première partie :

Etude théorique concernant l'émission des polluants

- Deuxième partie :

Etude et principe de diminution des polluants

- Troisième partie :

Etude d'impact environnemental

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

CHAPITRE I

(étude théorique)

I - 1 GENERALITES

I - 1 - 1 Définition

L'étude type se rapportant à la diminution du teneur en élément toxique dans les gaz d'échappement d'un moteur à explosion est une analyse faite au niveau de l'échappement d'un véhicule afin de l'entretenir et pour s'efforcer à la lutte contre la pollution de l'air. Pour ce dernier, les normes Européennes prévoient que les gaz rejetés ne doivent pas émettre pour les vitesses de 0 à 50km/h les élément suivants :

- Oxyde de carbone (CO) pas plus de 1.5 %
- Hydrocarbure (CxHy) pas plus de 0.0275 %.
- Oxyde d'azote (NO_x)
- Anhydre sulfureux (SO₂)
- Plomb (Pb)

qui sont pourtant des polluants très nocifs.

I-1 . 2 Historique

Le moteur à combustion interne produit des résidus polluants :

- ◆ les gaz d'échappement
- ◆ Par l'évacuation de vapeur d'essence et d'huile
- ◆ Par gaz de carter

Le nombre toujours croissant de véhicule à moteur thermique a emmené le législateur à définir un règlement précisant le taux de polluants à l'échappement, ces taux maximums (suivant la norme Européenne) appliqués depuis 1972, tendront à diminuer dans l'avenir les normes américaines bien plus contraignantes, obligent les constructeurs Français à monter des équipement spéciaux sur les véhicules d'exportation.

I - 1 .3 Avantage

Vu l'augmentation des nombres de véhicules d'occasions qui émettent parfois beaucoup plus de gaz indésirables par rapport à la norme existante qui est souvent négligée par les méthodes générales appliquées par des différents garages d'entretien à Madagascar. La méthode de réduction de teneur en éléments toxiques, à partir de l'analyse des gaz d'échappement, est caractérisée par sa simplicité et son automaticité. Ainsi la recherche des pannes (pièces défectueuses ou à régler) s'avère très difficile voir même pratiquement impossible à réaliser pour les autres méthodes, ce qui justifie l'opportunité de l'utilisation de l'appareil « Analyseur de gaz ».

I . 2 BUT et HYPOTHESE de L'ETUDE

I – 2 . 1 But

Notre étude a pour but de faciliter le diagnostic que doivent effectuer les mécaniciens, pour avoir à la fois la diminution optimale et avec précision de teneur en éléments toxiques émis à l'échappement d'une voiture afin de préserver

l'environnement, et d'affaiblir la consommation, car une voiture bien entretenue est plus économique .

I – 2 .2 Hypothèse

A l'aide de l'appareil analyseur de gaz qui nous donne des résultats bien définis des gaz sortant de l'échappement, nous essayerons de visualiser les anomalies, que ce soit au niveau des carburateurs, du système d'allumage, du système mécanique, pour pouvoir les entretenir, soit :

- Par réglage
- Par ajustage
- Par remplacement des pièces

I.3 POLLUTION DE L'AIR CAUSEE PAR LE MOTEUR

De la paragraphe précédente I.2, les principales sources du polluants sont :

- ◆ Les gaz de carter
- ◆ Les pertes par évaporation dues aux carburateurs et du réservoir
- ◆ Les gaz d'échappement

I.3.1 Les gaz de carter

Ce sont les gaz résultat des défauts d'étanchéité du système piston-cylindre et segment du moteur, constitués généralement de mélange carburé (environ 85%) et de gaz d'échappement. Ces gaz, qui étaient initialement rejetés à l'air ambiant, pouvaient être à l'origine en moyenne de 25% des hydrocarbures totaux émis par un véhicule. Les réglementations dans les différents pays ont généralement porté, en premier lieu, sur ces émissions qui ont pu être facilement supprimées par des techniques plus simples et fiables, comme la ventilation du carter et recyclage des gaz à l'admission.

I.3.2 Les pertes par évaporation

ce sont les gaz étroitement liés à la volatilité du carburant et, qui représente en moyenne le 20% des hydrocarbures émis par le véhicule et, qui peut être réduite au moyen des circuits et de récupération des vapeurs d'essence.

I.3.3 les gaz d'échappement

Ce sont les gaz qui constituent la source principale de pollution et sont à l'origine de 55% des hydrocarbures rejetés et pratiquement de la totalité des émissions des autres polluants, qui résultent surtout de la nature de la combustion et du réglage du moteur.

I - 4 ETUDE DE LA COMBUSTION

I.4.1 Définition

La combustion est une réaction chimique qui dégage de l'énergie sous forme de chaleur . Quand on réalise la combustion d'une certaine substance , on fait réagir cette substance avec du dioxygène (O₂) .

Une combustion peut être complète ou incomplète .

Exemple de l'hydrocarbure

- La combustion complète de l'hydrocarbure produit uniquement du dioxyde de carbone (CO₂) de la vapeur d'eau (H₂O)

- La combustion incomplète d'un hydrocarbure produit dioxyde de carbone (CO₂), du monoxyde de carbone (CO) , de la vapeur d'eau (H₂O), et des hydrocarbures imbrûlés HC.

I.4.2 Combustion théorique de l'essence

Admettons que l'essence utilisée soit constituée uniquement de l'heptane C₇ H₁₆ et que 100g d'air contienne 23g oxygène.

La création complète de l'essence est la suivante :



Poids atomique : C = 12, H = 1 , O = 16

Donc pour brûler : (12 x 7) + 16 = 100 g d'heptane

Il nous faut : (11 x 32) = 352g d'oxygène

Or, dans 100g d'air, on a 23g d'oxygène d'ou on aura $\frac{352 \times 100}{23 \times 100} = 15.3g$

Pour brûler 1g d'essence, il faut 15.3 g d'air constitue un mélange parfait.

Un mélange de 1 g d'essence et de 15g d'air constitue un mélange parfait.

Un mélange qui contient plus de 15.3g d'air pour 1g d'essence est un mélange pauvre, dans le cas contraire, c'est un mélange riche.

Un mélange qui contient moins de 8g d'air pour 1g d'essence ou plus de 28g d'air pour 1g d'essence est incombustible.

Un mélange peut être aussi homogène ou hétérogène.

Un mélange est homogène, lorsque l'essence est complètement vaporisée. C'est une condition essentielle à réaliser au moment de l'inflammation par l'étincelle de la bougie. Il est préférable d'obtenir un mélange en majeure partie d'air et de fines gouttelettes d'essence dans la chambre de combustion.

I - 5 . FORMATION DE POLLUANTS PAR COMBUSTION

Les gaz émis dépend du milieu réactionnel initial, constitué essentiellement par combustible, l'air comburant et une certaine proposition de gaz brûlés résiduels , mais aussi des évolutions , subies par ce mélange , soumises aux variations de températures et de pression pendant le temps de séjour correspondant aux différentes étapes du cycle complet du moteur .

La nature de la combustion réalisée a une influence à l'émission de gaz. Différentes contraintes extérieures, imposées par le système lui-même ou sa réalisation technologique (variation de volume) présence de paroi refroidie, transfert de chaleur et de matière, peuvent modifier aussi les réactions chimiques complexes conduisant aux résidus de la combustion.

I - 5.1 Combustion dans le moteur à explosion

La combustion du mélange carburé résulte du phénomène de propagation d'un front de flamme allumée, en un point de la chambre de combustion, par l'étincelle de la bougie. La richesse du mélange d'air essence, réalisée à l'extérieur du cylindre et par conséquent relativement homogène, doit pour assurer la propagation de proche en proche de cette déflagration, rester dans des limites assez étroites autour de la stœchiométrie ($r=1$). La charge du moteur, ou puissance développée à un régime donnée est réglée par modification de la pression d'admission donc de la masse du mélange admis dans le cylindre. En pratique, la richesse évolue en pleine charge vers des mélanges relativement riches ($r=1,1$ à $1,2$), pour obtenir le maximum de puissance et aux charges partielles vers le mélange pauvre ($r=0,85$ à 1) qui représente la zone optimale d'utilisation du moteur du point de vue rendement.

Durant la combustion, qui dure environ 3 à 5ms (milliseconde), soit l'équivalent d'un angle α de 30° à 90° de rotation du vilebrequin, la flamme progresse dans la chambre de combustion avec une vitesse spatiale de quelque dizaine de mètres par seconde, suivant un front de flamme plus ou moins fripé par la turbulence. L'extinction de la flamme est normalement due à l'épanouissement des réactifs en fin de combustion, mais peut éventuellement correspondre à un défaut de propagation au sein du mélange. Pour des conditions de vitesse de rotation et de remplissage en air donné, cette vitesse de combustion varie avec la richesse en passant par un maximum en mélange légèrement riche ($1,2$). En mélange pauvre, elle diminue progressivement en corrélation avec une augmentation de la dispersion des cycles successifs jusqu'à une valeur limite de richesse correspondant à une instabilité inacceptable de la marche du moteur.

Le processus de combustion est fortement ralenti aux faibles charges par la fraction de gaz résiduel, qui croît avec la diminution de la pression de l'admission.

I.5.3 Etude de l'émission des polluants dans les moteurs à explosion

Stœchiométriquement, la combustion complète de l'hydrocarbure ramenée à la température ambiante produit de CO_2 , H_2O , N_2 , O_2 et SO_2 .

La combustion du mélange gazeux introduit dans la chambre de compression d'un moteur à explosion est un phénomène plus complexe qu'une combustion ordinaire en raison de l'agitation qui règne à l'intérieur du cylindre et de la variation du volume offert à la masse ignition.

Pour un mélange combustible de richesse quelconque, les produits finaux résultent de réaction complexe mettant en jeu les corps précédents, ainsi que CO et H_2

et différentes espèces chimiques issues de dissociation ou de réaction à haute température, comme, H, O, C, N, OH, NO, NO₂, N₂O ...
 Les concentrations à l'équilibre des produit de combustion peuvent être déterminées pour un mélange de richesse donnée ; l'émission des polluants dépend surtout de la vitesse de propagation de l'inflammation et de la nature du mélange.

Pour un mélange stœchiométrique, les concentrations volumiques réellement mesurées en moyenne pour notre cas, par rapport aux valeurs calculées à l'équilibre pour 2 températures dans le cas d'une combustion complète, sont données dans le tableau ci-dessous :

Produit	Equilibre r = 1		Moteur
	500°C	800°C	
Co %	$2,6 \cdot 10^{-10}$	$2,6 \cdot 10^{-5}$	0,5 à 1
Hc ppm	0	0	200 à 700
N _o ppm	$3 \cdot 10^{-3}$	0.13	800 à 2000

Tableau (1)

N.B : La durée entre l'instant de l'allumage et la fin de phase d'échappement est de l'ordre de 20 ms. Les principaux mécanismes et paramètres de réglage qui affectent l'émission de chaque élément .

I.5.4 Emission de l'azote (oxyde d'azote NO_x)

La molécule d'oxyde d'azote (NO) rejetée par le moteur se transforme en NO₂ en présence de l'oxygène (dans l'air ambiant).

La seule source de l'azote pour la combustion est l'air comburant du mélange combustible.

Deux zones de réactions sont à l'origine du NO formé :

- Les gaz brûlés
- Le front de flamme

I.5.4.1 Zone de gaz brûlés

A une richesse donnée et en dehors du front de flamme proprement dit. La variation de la concentration de NO est donnée par un mécanisme dont les étapes principales sont :



Et en plus, en mélange très riche.

$N + OH \rightarrow NO + H$, il est bien vu que ces réactions de formations ou de décomposition de No dépendent surtout de la température, et elles restent plus lente que les réactions de combustion elle même, ce qui explique les valeurs hors d'équilibre des concentrations mesurées a l'échappement .

Le taux d'émission de NO formé est donc fonction de :

- La température

- Du temps de réactions
- De la concentration en réactif dans les produits de combustion notamment l'oxygène (d'ou dépendent de la richesse du mélange)

La concentration de NO formé croît à vitesse limitée, et ne passe par la valeur d'équilibre correspondante qu'au reste stationnaire à une valeur nettement supérieure aux valeurs d'équilibre correspondante aux températures d'échappement

I.5.4.2 Zone de front de flamme

Caractérisé par des radico- hydrocarboné (C₂, CH, CH₃), la formation de No ne doit pas être tenue compte que pour les zones de richesse élevée.

I.5.4.3 Paramètre de réglages pour l'émission de NO_x

▪ I.5.4.4 Richesse du mélange.

L'émission de NO_x passe par un maximum en mélange légèrement pauvre, condition de fonctionnement conduisant au compromis température - concentration, en oxygène le plus adéquat à la formation de NO_x.

▪ I.5.4.5 Avance à l'allumage.

L'accroissement de l'avance à l'allumage provoque une élévation de température au cours de la combustion et augmente le temps de séjour des produits brûlés à ces températures. Un fait qui favorise la formation de NO_x

▪ I.5.4.6 Rapport volumétrique de compression, température d'admission et charge d'utilisation (ou pression d'admission)

L'augmentation de ces paramètres entraîne une accroissement de l'émission de NO_x.

▪ I.5.4.7 Forme de la chambre de combustion

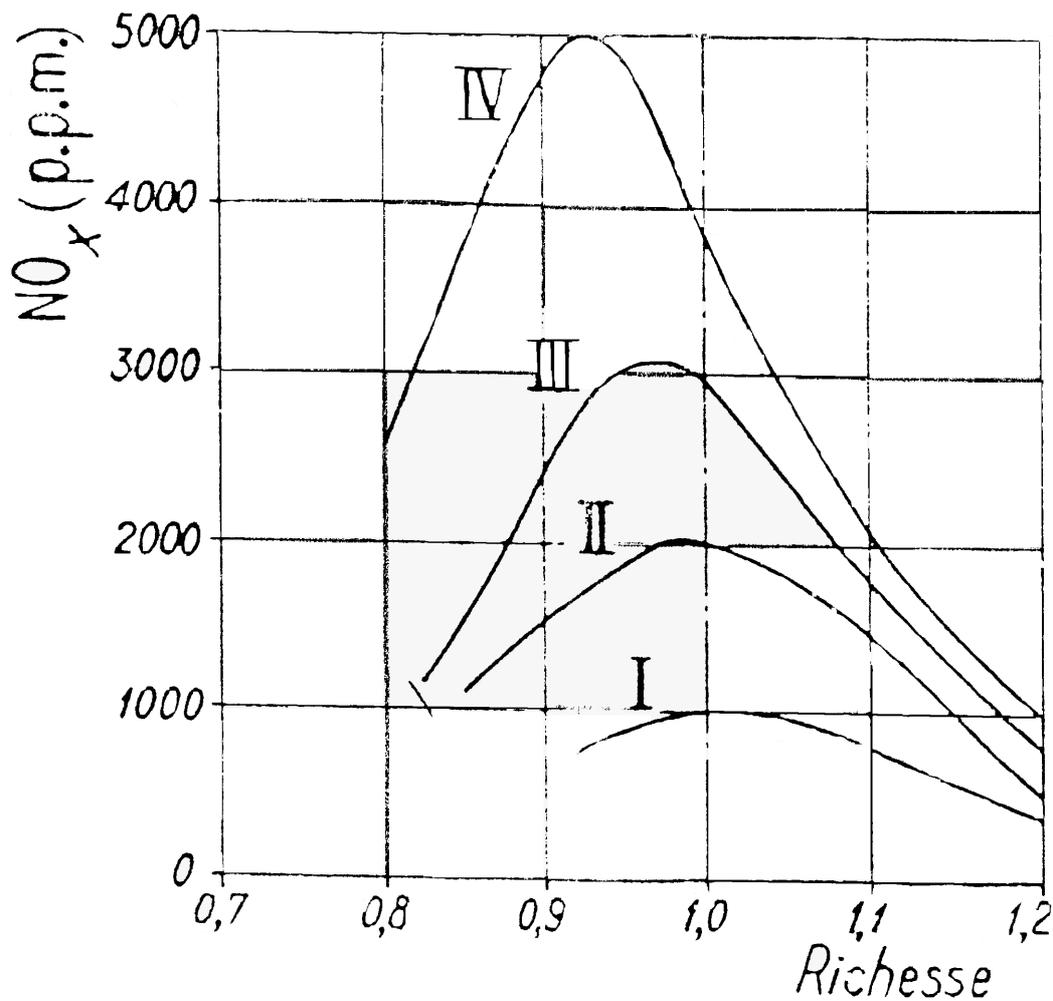
La forme de la chambre de combustion détermine la vitesse de combustion et le parcours de la flamme.

▪ I.5.4.8 Vitesse de rotation du moteur.

Effet dépendant de la vitesse de combustion.

La figure ci-dessous montre la variation de taux de l'oxyde d'azote en fonction de la richesse et de l'avance à l'allumage.

I.5.4.9 Graphe



Allumage :

I au PMH

II à 10° du vilebrequin avant PMH

III à 20° du vilebrequin avant PMH

A 30° du vilebrequin avant PMH

N= 2500π /min.

N.B : Une diminution d'avance de 10° vilebrequin peut abaisser d'environ 30 à 40% les émissions de NO_x à puissance constante.

I.5.4.10 Conclusion

Les oxydes d'azote passent par un maximum avec la richesse, maximum d'autant plus élevé que l'avance à l'allumage est plus grande. Le taux d'oxyde d'azote est lié aux températures du gaz en arrière au front de flamme et à la durée du séjour des gaz à haute température.

I.5.5 Emission de l'oxyde de carbone

La formation de CO est une étape intermédiaire afin d'arriver au produit CO₂. La vitesse d'oxydation de combustible dépend des facteurs suivants :

- Concentration disponible, globalement ou localement, en oxygène ou en oxydants
- Température des gaz
- Temps disponibles pour les réactions

I.5.5.1 Paramètre de réglage, pour l'émission de CO

- Richesse
 - Pour une richesse supérieure à 1, le taux de CO augmente rapidement avec l'excès de carburant, le défaut d'oxygène provoque une combustion incomplète, pratiquement une bonne estimation de la concentration de CO est donnée pour l'équilibre de la réaction classique du gaz d'eau.

$$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{CO}_2$$
 - Pour une richesse inférieure à 1 (mélange pauvre) le taux de CO n'est pas réellement nul, mais très faible, varie peu avec la richesse.
- Autre que la richesse, le refroidissement du mélange au voisinage des parois ainsi que l'hétérogénéité du mélange et la répartition du carburant dans le cylindre, peut influencer aussi l'émission de CO à une température élevée.

I.5.5.2 Conclusion

L'oxyde de carbone (CO) décroît indépendamment de l'avance à l'allumage, lorsque le rapport air/carburant passe de 10 à la stœchiométrie

I.5.6 L'émission de l'hydrocarbure imbrûlé (HC).

La présence de l'hydrocarbure imbrûlé dans le gaz d'échappements résulte des faits de l'hétérogénéité du mélange près des parois de la chambre de combustion qui est à une température plus basse.

Durant le déroulement normal de la combustion, les parois métalliques de la chambre beaucoup plus froide que la flamme, entraîne le ralentissement de la vitesse de la propagation du front de flamme ou l'arrêt même de la combustion, près de la paroi, d'où l'existence de couche d'hydrocarbures imbrûlés sur des différentes surfaces formant le volume de combustion. De plus, les différents jeux entre (piston chemise, segment piston) augmentent aussi le taux de HC.

I.5.6.1 Paramètre de réglage

I.5.6.2 La richesse

Riche : présence due à la combustion incomplète par défaut d'oxygène.

Pauvre : présence due par défaut d'allumage ou taux de compression très faible.

I.5.6.3 Conclusion

Les hydrocarbures imbrûlés décroissent avec la richesse, indépendamment de l'avance à l'allumage. A faible richesse du mélange, la production d'hydrocarbure imbrûlé résulte de l'extinction de la flamme au cours de son déplacement ou même de la non inflammation du mélange combustible par l'étincelle commandée. Pour une richesse voisine de 0.8 apparaît la limite de stabilité du moteur, le nombre de cycles qui ne s'enflamment devient important, compromettant le fonctionnement du moteur.

Lorsque l'avance à l'allumage augmente, la combustion se développe dans un milieu faiblement comprimé, les instabilités du moteur augmentent accroissant le taux d'hydrocarbure imbrûlé.

Lorsque la richesse s'avère trop grande, le taux d'hydrocarbure imbrûlé augmente.

I.5.7 Emission de plomb et SO_x

L'émission du plomb résulte de l'utilisation du plomb-tétraéthyle (PTE) comme additif antidétonant du carburant environ 70% du plomb consommé, se trouve à l'échappement.

Le taux d'émission du plomb varie en fonction des compositions du carburant et de la condition de marché ; avec une accélération brutale le taux devient plus élevé.

Le taux d'émission des composés soufreux dans le gaz d'échappement est directement en fonction de la teneur en soufre du combustible.

CHAPITRE II

ETUDE DE REDUCTION DES POLLUANTS

(Etude par réglage)

II.1 GENERALITE

Ce chapitre consiste surtout à la diminution de la teneur de monoxyde de carbone qui est proportionnelle à celle de l'hydrocarbure imbrûlés pour une richesse de (0,9 à 1,2). D'après l'étude théorique des émissions de gaz polluants, l'émission de Co dépend notamment de la richesse du mélange introduit dans le cylindre.

L'analyse des gaz d'échappement, en fournissant la composition exacte des résidus de la combustion, permet seule de régler correctement le dosage du mélange carburé introduit dans le cylindre. Tous les autres réglages sont empiriques et relativement grossiers.

L'étude technologique de la réduction de teneur en élément toxiques rejetés dans le gaz de d'échappement d'un moteur, est faite à partir des taux de gaz donnés par l'analyseur de gaz (cf. annexe).

II.2 NORMES D'EMISSION ET TYPES DE RESULTATS.

Les différentes normes données par l'état des taux de gaz pour un véhicule à essence (toute catégorie) mesurés par analyseur, sont données par le tableau ci-dessous :

Type de gaz	Limite inférieure	Limite supérieure	Unité
HC	0	2000	Ppm/vol
CO	0	15	%
CO ₂	0	20	%
O ₂	0	4	%
λ	0.8	12	dimension

Les teneurs des gaz ainsi obtenues ne sont autres que le produit de la combustion de l'air essence. On peut dire donc que sa variation dépend des conditions telles que :

- Nature du mélange air carburant
- L'allumage
- Post-combustion des hydrocarbures imbrûlés.
- Réduction des oxydes par un réacteur catalytique.

II.3 ETUDE DE L'EMISSION

Etude de l'émission de monoxyde de carbone en fonction de la richesse du mélange air carburant, à partir d'un résultat initial d'un moteur d'un véhicule quatre cylindres 4 temps

II.3.1 Caractéristique et résultat d'essais

II.3.2 Caractéristique du moteur

Cylindrée : 1416cm³

Vitesse de rotation : 2500 t/min
 Température : 30°C température d'huile
 Pression : 760mm de Hg
 Avance à l'allumage : 18° degré de vilebrequin
 Puissance effective (au frein) : 24kw
 Débit de carburant : 2g/s
 Débit d'air : 29g/s

II.3.3 Résultats par analyseur de gaz (gaz d'échappement) :

CO₂ = 13%
 O₂ = 1.32%
 CO = 2.37%
 CH = 312ppm
 N₂ = 100% - Σ(CO₂ + O₂ + CO + CH) = 83.28%

II.3.4 L'équation chimique de la combustion du carburant s'écrit :



Le bilan moléculaire de cette équation nous permet d'écrire les relations entre les nombres de moles a à g des produit initiaux et finaux, et le nombre d'atome de carbone et d'hydrogène de la molécule de carburant x et y.

Désignons par D = (b + c + d + e + f) le nombre de mole du volume des gaz brûlés secs égal à 22.4 (b + c + d + e + f) c'est à dire une fois l'eau contenue dans ce gaz est résultant de la combustion condensée.

$$\text{Volume de CO}_2 \quad \underline{b} = 0.13$$

$$D$$

$$\text{Volume de O}_2 \quad \underline{c} = 0.0132$$

$$D$$

$$\text{Volume de CO} \quad \underline{d} = 0.0237$$

$$D$$

$$\text{Volume de CH} \quad \underline{e} = 0.000312$$

$$D$$

$$\text{Volume de N}_2 \quad \underline{f} = 0.8328$$

$$D$$

$$b=0.13 D \quad (1)$$

$$c=0.0132 D \quad (2)$$

$$d=0.0237 D \quad (3)$$

$$e=0.000312 D \quad (4)$$

$$f=0.8328 D \quad (5)$$

II.3.5 Bilan

$$\text{Bilan de carbone } c = b + d + e \quad (6)$$

$$\text{Bilan de l'oxygène } 2a = 2b + 2c + d + g \quad (7)$$

$$\text{Bilan de l'hydrogène } y = e + 2g \quad (8)$$

$$\text{Bilan de l'azote } 3.751a = f \quad (9)$$

Soit M_c la masse de carburant introduite, alors

$$M_c = 12x + y$$

Les équations 1, 3 et 6 permettent de calculer la valeur de x

$$X = b + d + e = 0.1540D$$

$$\text{De 5 on a } a = \frac{f}{3.75} = \frac{0.8328}{3.75} = 0.22208 D$$

$$\text{de 7 on a } g = 2a - (2b + 2c + d) = 0.13416 D$$

$$\text{de 8 on a } y = e + 2g = 0.2686$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x = 0.1540 D \\ Y = 0.2686 D \end{cases}$$

$$M_c = 12x + y = 2.116D$$

$$M_c = 2.116D$$

$$D = 0.472 M_c$$

$$D' \text{ où } y = 0.1269 M_c \Rightarrow 12.69$$

$$X = 0.0726 M_c \Rightarrow 7.26$$

Les valeurs de a à g

$$a = 10.48$$

$$b = 0.136$$

$$c = 0.623$$

$$d = 1.118$$

$$e = 0.0147$$

$$f = 39.30$$

$$g = 6.33$$

d'où l'équation de combustion s'écrit alors



Pouvoir comburivore du mélange

$$P_{co} = (x + y/4) (32 + 3.7528)/m_c$$

$$P_{co} = 14.3197$$

$$\text{Richesse } r = \frac{q_{m_c} \cdot P_{co}}{Q_{ma}} \quad II$$

\Rightarrow variation de taux de l'air

8, 9, 10, 11 au lieu de 10.48

Pour $a = 10$

On a alors :



On a donc $10x \ 3.75 \rightarrow 83.28D$

$$D = 0.4502M$$

$$M = 2.22123D$$

D'où $x = 0.16126$

$$Y = 0.28187$$

$$D = b + c + d + e + f$$

Et que $x = b + d + e$

$$D = c + f + x$$

D'où $c = D - (f + x)$

$$c = [1 - (0.8328 + 0.16126)]D$$

$$c = 0.00594D$$

$$2c = 0.01188D$$

pour $e = 0.000326D$

$$y = e + 2g$$

$$g = \frac{y - e}{2}$$

$$2$$

$$g = 0.14077D$$

$$b + d = x - e$$

$$2b + d = 2a - (2c + g)$$

A.N $2b + d = (2.0.1) - (0.01188 + 0.14077)$

$$2b + d = 0.16093D$$

$$2b + d = 0.29151D$$

$$b = 0.13058D$$

$$c = 0.00594D$$

$$d = 0.03035D$$

$$e = 0.000326D$$

$$b = 13.058\%$$

$$c = 0.5594\%$$

$$d = 3.035\%$$

$$e = 0.0326\%$$

$$\rightarrow f = 83.280\%$$

Pour cela :

$$a = 0.22208$$

$$x = b + d + e = 0.16125$$

$$g = 2a - (2c + 2b + d)$$

$$g = 0.14077$$

$$y = 0.2818$$

$$Mc = 2.2169$$

$$D = 0.4510$$

D'où $x = 0.07273$

$$Y = 0.1271$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow a &= 10.01 \\ b &= 5.89 \\ c &= 0.267 \\ d &= 1.36 \\ CH &= 0.0147 \end{aligned}$$

$$P_{co} = 14.3196$$

$$r = 1.0452$$

Pour a = 9

On a alors :



$$\text{On a donc } 9 \times 3.75 \rightarrow 83.28D$$

$$D = 0.40525 M$$

$$M = 2.4676D$$

$$D'ou\ x = 0,17948$$

$$y = 0.3137$$

$$D = b + c + d + e + f$$

$$\text{Et que } x = b + d + e$$

$$D = c + f + x$$

$$\text{Doù } c = D - (f + x)$$

$$c = 1.22D$$

$$e = 0.000326D$$

$$y = e + 2g$$

$$g = \frac{y - e}{2}$$

$$2$$

$$g = 0.15668D$$

$$b + d = x - e$$

$$2b + d = 2a - (2c + g)$$

$$\text{A.N. } b + d = 0.16093D$$

$$2b + d = 0.29151D$$

$$\Rightarrow b = 0.132934D$$

$$c = 0.0122D$$

$$d = 0.0464D$$

$$e = 0.000326D$$

$$b = 13.2934\%$$

$$c = 1.22\%$$

$$d = 4.64\%$$

$$e = 0.0326\%$$

$$\rightarrow f = 83.37\%$$

Pour cela :

$$a = 0.22208$$

$$x = b + d + e = 0.16125$$

$$g = 2a - (2c + 2b + d)$$

$$g = 0.14077$$

$$y = 0.2818$$

$$Mc = 2.2169$$

$$D = 0.4510$$

$$D' \text{ où } \begin{cases} x = 7.27 \\ Y = 12.75 \\ CH = 0.0147 \end{cases}$$

$$P_{co} = 14.3387$$

$$r = 1.16$$

Pou a = 8

On a alors :



On a donc $8 \times 3.75 \rightarrow 83.38D$

$$D = 0.3597M$$

$$M = 2.779D$$

D' où $x = 0,3533$

$$y = 0.2021$$

$$D = b + c + d + e + f$$

Et que $x = b + d + e$

$$D = c + f + x$$

Doù $c = D - (f + x)$

$$c = -0.0359D$$

$$e = 0.000326D$$

$$y = e + 2g$$

$$g = \frac{y - e}{2}$$

$$g = 0.100887 \rightarrow 0.1765$$

$$b + d = x - e$$

$$2b + d = 2a - (2c + g)$$

A.N. $b + d = 0.2018$

$$2b + d = 0.3410$$

$\Rightarrow b = 0.1382D$

$$c = -0.0359D$$

$$d = 0.0635$$

$$e = 0.000326D$$

$$b = 13.82\%$$

$$c = -3.59\%$$

$$d = 6.35\%$$

$$e = 0.0326\%$$

$$\longrightarrow f = 83.39\%$$

Pour cela :

$$a = 0.2223$$

$$x = b + d + e = 0.2020$$

$$g = 2a - (2c + 2b + d)$$

$$g = 0.1768$$

$$y = 0.3540$$

$$Mc = 2.2169$$

$$D = 0.4510$$

$$D' \text{ où } \begin{cases} x = 7.27 \\ Y = 12.74 \\ CH = 0.0147 \end{cases}$$

$$Y = 12.74$$

$$CH = 0.0147$$

$$P_{co} = 14.325$$

$$\mathbf{r = 1.30}$$

Pour a = 11

On a alors :



$$\text{On a donc } 11 \times 3.75 \longrightarrow 83.28D$$

$$D = 0.4953M$$

$$M = 2.018D$$

$$D' \text{ où } x = 0,14650D$$

$$y = 0.2560D$$

$$D = b + c + d + e + f$$

$$\text{Et que } x = b + d + e$$

$$D = c + f + x$$

$$\text{Doù } c = D - (f + x)$$

$$c = 0.0207D$$

$$e = 0.000326D$$

$$y = e + 2g$$

$$g = \frac{y - e}{2}$$

$$2$$

$$g = 0.127$$

$$b + d = x - e$$

$$2b + d = 2a - (2c + g)$$

$$\text{A.N. } b + d = 0.1460$$

$$2b + d = 0.2957$$

$$\Rightarrow b = 0.1496D$$

$$c = 0.0207D$$

$$d = 0.0036D$$

$$e = 0.000326D$$

$$\rightarrow f = 82.58\%$$

$$b = 14.96\%$$

$$c = 2.07\%$$

$$d = 0.36\%$$

$$e = 0.0326\%$$

Pour cela :

$$a = 0.2202$$

$$x = b + d + e = 0.1535$$

$$g = 2a - (2c + 2b + d)$$

$$g = 0.09617$$

$$y = 0.19266$$

$$Mc = 2.0356$$

$$D = 0.4912$$

$$D' \text{ où } \begin{cases} x = 7.54 \\ Y = 9.46 \end{cases}$$

$$P_{co} = 13.577$$

$$r = 0.900$$

Pour la consommation spécifique

$$\text{On a } \boxed{C_{sp} = q_{mc} \cdot 360 / p_e} \quad \text{II}$$

Dans notre cas, on a q_{mc} cte
N cte

Le seul qui varie avec la richesse c'est P_e (puissance effective) avec :

$$P_e = \frac{CN}{9550} \quad \text{où } C = \text{couple (Nm)}$$

$$N = \text{regime moteur (Tr/min)}$$

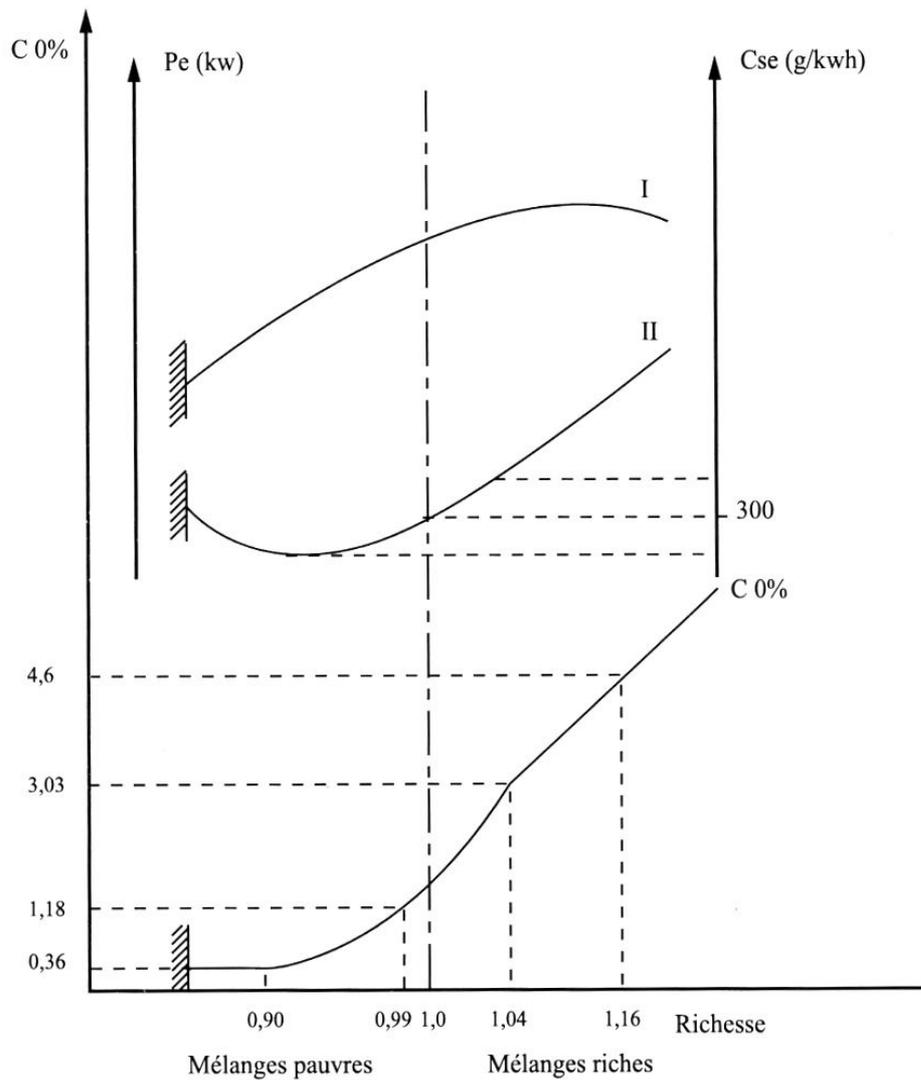
La courbe qui est donnée de P_e en fonction de la richesse soit proportionnelle à l'essai au banc.

Tableau récapitulatif

Richesse	0.900	0.997	1.045	1.16	1.3
Taux de C en %	0.36	2.37	3.035	4.61	6.35
PC	13.57	14.31	14.31	14.33	14.32

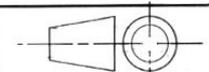
Où PC est le pouvoir comburivore

Traçage de la courbe d'émission de CO en fonction de la richesse, en même repère avec la puissance et la consommation spécifique



COURBES CARACTERISTIQUES

ESPA.



Vonjy

2004

Conclusion

Pour avoir le taux minimum de CO, pour la consommation minimum, il faut que la richesse soit entre 0.9 et 0.99.

II.3.6 PRINCIPE DE L'ETUDE DE REDUCTION

A partir du résultat donné par l'analyseur de gaz :

- (1) on cherche les nombres de moles de a à g des produit initiaux et finaux et le nombre d'atomes de carbone et d'hydrogène de la molécule de carburant x et y.
- (2) on calcule le pouvoir comburivore afin de calculer la richesse du mélange air carburant du véhicule à tester.
- (3) D'après la courbe précédente, pour avoir le minimum d'émission de CO avec le moindre de consommation, il faut régler la richesse.
- (4) Si après réglage, le taux d'émission de CO reste encore au-dessus du norme, dans ce cas, nous devrions faire recours à l'avance à l'allumage et si l'on n'obtient pas encore le taux de CO
- (5) voulu alors, nous devrions voir le système (chambre, piston, segment) d'où au niveau conception moteur.

N.B. Pour trouver facilement la richesse à partir des taux de gaz d'échappement, cette étude doit être programmée dans un logiciel bien déterminé, mais c'est l'objet d'un autre travail.

II- 4-PROGRAMMATION

- Entrer les valeurs de :
 - a = valeur de taux de CO₂
 - b = valeur de taux de O₂
 - c = valeur de taux de CO
- Ecrire les équations pour trouver la valeur de a'

$$f = [100 - (b + c + d + e)]$$

$$a = f / 3.75$$

$$x = b + d + e$$

$$g = 2a - [2b + 2c + d]$$

$$y = e + 2g$$

$$D = 1 / (2x + 1)$$

$$a' = aD$$

- Tester la valeur de a'
 - a' < 11

Le mélange air carburant n'est pas encore bon, nous pouvons procéder à la réduction en prenant a' = 11

Equations

$$M = 100f / 11 * 3.75$$

$$x' = xD$$

$$y' = yD$$

$$x'' = x'M$$

$$y'' = y'M$$

$$c'' = [1 - (f + x'')]$$

$$g'' = (y'' - e) / 2$$

$$b'' = [(2a + e) - (2c + g + x'')]$$

$$d'' = [x'' - (e + b'')]$$

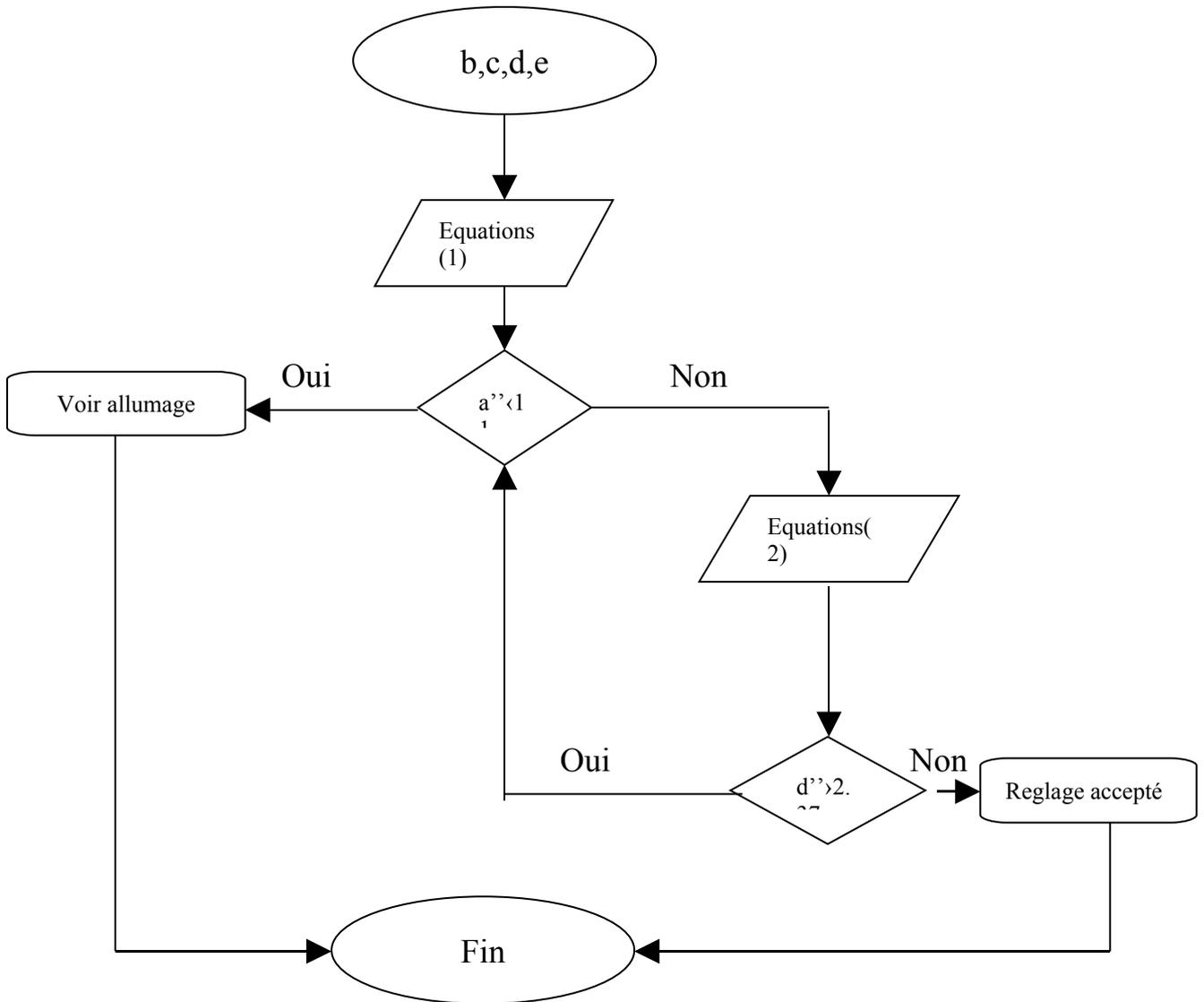
Tester la valeur de d''

-si d'' < 2.37 la réduction à partir du mélange est réalisable

-si d'' > 2.37 nous devrions faire recours à d'autres procédés. noté allumage (avance à l'allumage)

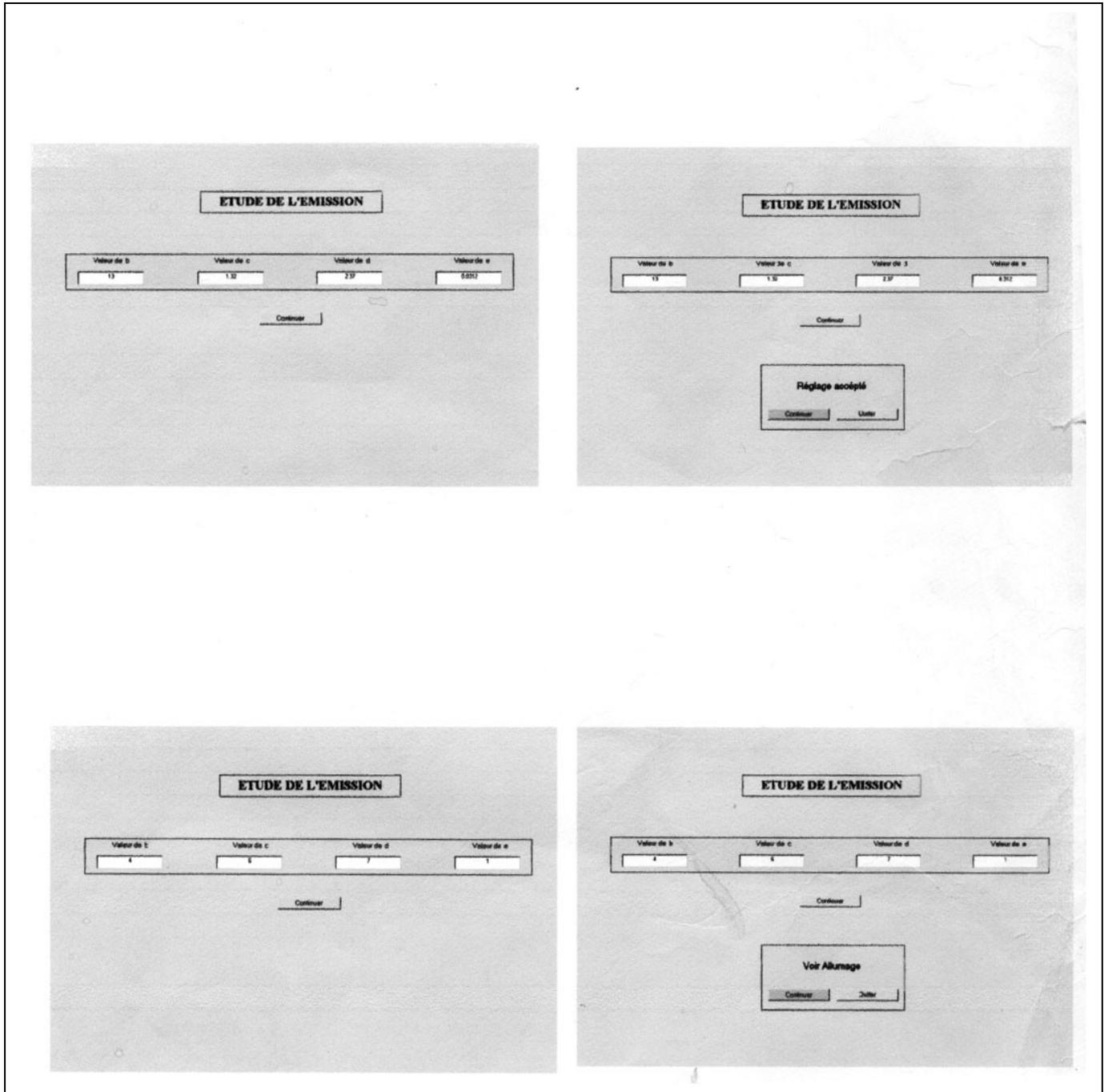
- a' > 11 nous devrions faire recours à d'autres procédés. noté allumage (avance à l'allumage)

II-4-1 ALGORITHME



II-4-2 UTILISATION

Entrer les valeurs de b,c,d,e et cliquer sur continuer
Par exemple



CHAPITRE III

**ETUDE D'IMPACT
ENVIRONNEMENTAL(E.I.E)**

III-1-Introduction

Vu l'article 39 du décret 99.954 du 15 décembre 1999, toute personne a le devoir de respecter l'environnement. L'Etat avec la participation des provinces autonomes assure la protection de l'environnement par des mesures appropriées.

La protection et le respect de l'environnement sont d'intérêt général. Il est du devoir de chacun de veiller à la sauvegarde du cadre dans lequel il vit.

A cet effet, toute personne physique ou morale doit être informée sur les décisions susceptibles d'exercer quelques influences sur l'environnement directement ou par l'intermédiaire de groupement ou d'association.

Sachant que le moteur industriel et le transport constituent une source importante d'émission de certains polluants de l'air atmosphérique, en particulier dans les zones d'urbanisation poussées et que le moteur thermique (moteur à explosion) rejette de polluants tels que CO₂, SO₂, CO, NO_x et SO₃, Pb qui ont parfois des effets sur la santé des êtres vivants.

Pour cela, voyons d'abord les effets toxicologiques apportés par ces éléments.

Les hydrocarbures qui interviennent en association avec les oxydes d'azote dans le processus complexe de formation du « Smog ». Notons que certains hydrocarbures lourds, hydrocarbure polynucléaire aromatique, sont redoutés actuellement en raison de leurs propriétés cancérigène, autre la dégradation de la flore est aussi une conséquence du taux élevé du carbone.

La présence des polluants tels que CO, Pb, SO₂ diminue le taux de l'air respiratoire même une émission ponctuelle faible mais renouvelée toute fois que l'accumulation des polluants devient le problème fondamental. Donc, il est de notre devoir de chercher les moyens pour la réduction de ce teneur toxique, d'où, l'importance de ce projet.

Ce projet nous apporte donc :

III-1-1-De l'avantage :

III-1-1-1 Dans le cadre économique :

- Création d'emploi
- Possibilité de la remise en état conformément aux spécifications du constructeur automobile ou des conditions exigées par l'Etat (récupération)

III-1-1-2 Dans le cadre social :

- Possibilité d'existence d'un garage spécialisé pour un pré-visité des voitures (aide au public pour que leurs voitures ne seront pas rejetées lors de la visite technique qui est l'un des facteurs desencourageants de ce dernier et peut aussi se présenter comme aide apportée à la lutte contre la corruption).

III-1-1-3 Environnement

La diminution au minimum de la teneur en éléments toxiques rejetée dans l'atmosphère en est un des moyens pour la conservation de la biodiversité.

III-1-1-4 Santé

L'amélioration de la pureté de l'air respiratoire diminue les différentes maladies comme le cancer, maladies respiratoires.

III-1-2 Contraintes :

- On n'arrive pas à l'élimination totale des éléments toxiques présents dans les gaz d'échappement, on procède tout simplement à l'étude de diminution, ainsi nous restons à la mesure d'atténuation (qui est appuyée par le producteur de l'essence en produisant de l'essence sans plomb et de la diminution des corps antidétonant).
- Problème matériel (Analyseur à gaz).

III-2 Solutions apportées :

III-2-1 Production :

- De l'essence sans plomb apportée par le producteur de pétrole
- De GPL (Gaz de Pétrole Liquéfié)
- Recyclage de gaz d'échappement
- Traitement de poste combustion en utilisant des filtres catalytiques (épuration).

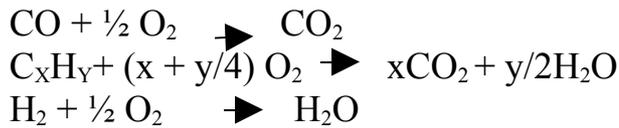
Après combustion, les gaz sortant des cylindres comportent trois classes d'espèces chimiques :

- des composés inertes (N_2 , CO_2 , H_2O)
- des composés oxydants (O_2 , NO , ...)
- des composés réducteurs

Donc, des réactions peuvent se poursuivre le long du circuit d'échappement d'où le nom de post-combustion. Pour transformer ces produits de combustion en eau et gaz carbonique c'est à dire pour la réduction des taux d'émission des polluants par des réactions à base de température, nous disposons des réacteurs catalytiques et nous n'avons qu'à les énumérer :

III-2-1-1 Les réactions qui peuvent avoir lieu dans le gaz d'échappement :

- Pour les mélanges jusqu'à une richesse 1,1



- Pour une richesse $0.85 < r < 1.1$



- Pour des richesses à 0.85



III-2-1-2 Il existe 3 types de procédé catalytique :

- Réacteur mono catalyseur en mélange pauvre :

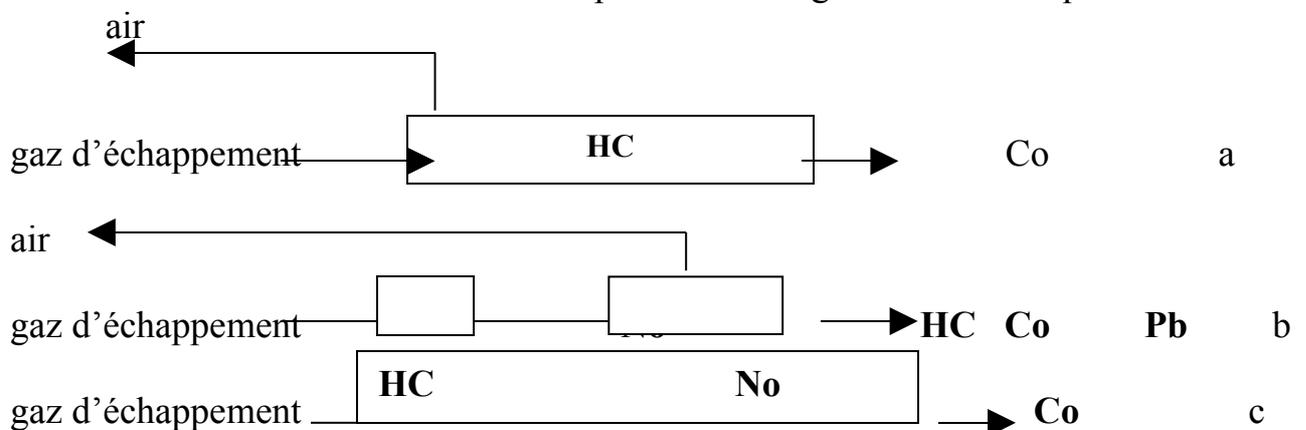
Permet d'oxyder une fraction élevée d'hydrocarbures imbrûlés et d'oxyde de carbone créé par une combustion en mélange pauvre, procédé par réinjection d'air dans les gaz brûlés en amont du réacteur.

- Procédé à deux catalyseurs d'oxydation en mélange riche :

Pour éliminer les oxydes d'azote lorsque la combustion dans le moteur est réalisée pour des richesses supérieures à 1,1 ; de même pour HC et CO.

- Catalyseur multifonctionnel :

Ces hydrocarbures imbrûlés, l'oxyde de carbone et l'oxyde d'azote sont éliminés simultanément pour un mélange stœchiométrique.



- a) Type 1
- b) Type 2
- c) Type 3

III-2-2 Conception des pots catalytiques

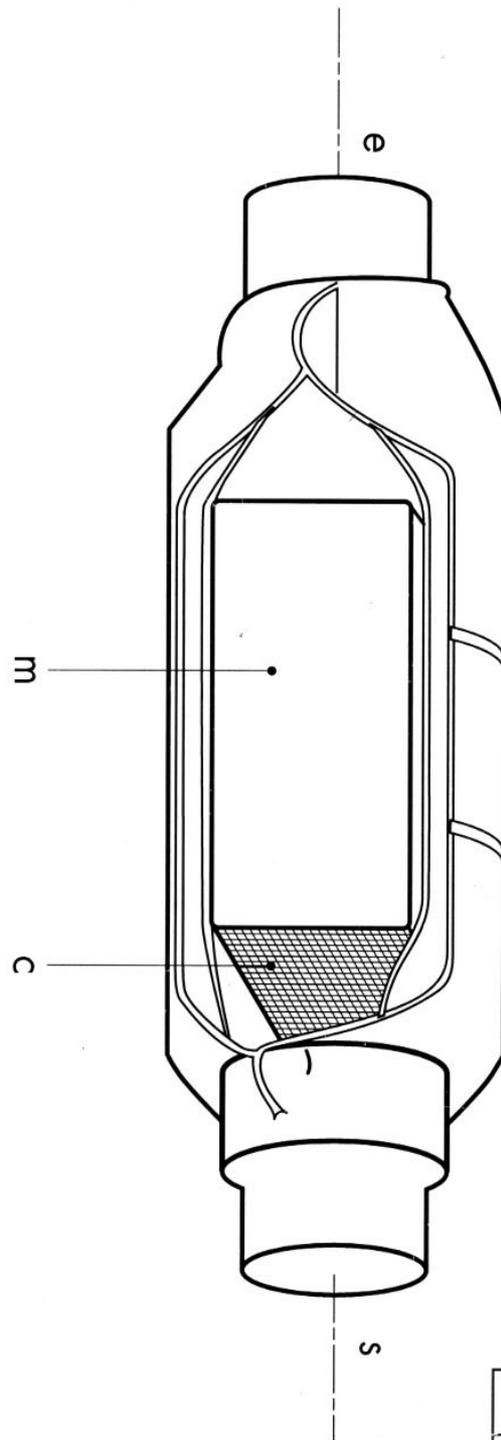
Les éléments actifs du catalyseur sont principalement les métaux précieux (Platine [PT], Palladium [Pd]) et certaines phases oxydes. L'ensemble de ces métaux est déposé sur un support à l'intérieur d'un boîtier en tôle dont le volume est approximativement à la cylindrée du moteur.

cf. Schéma

(1) Le support

Il existe trois types de support :

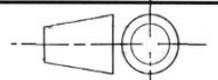
- Céramique
- Métallique
- Granuleux



c	Canaux
m	Support monolytique
s	Sortie
e	entrée

POT CATALYTIQUE

Ech : 1 / 2



Vonjy

2004

CONCLUSION GENERALE

L'élaboration de ce mémoire a permis de travailler principalement sur l'émission des gaz polluants et de déduire ainsi qu'il est possible de diminuer d'une manière visible la teneur du monoxyde de carbone, en faisant intervenir la variation de la richesse du mélange (air carburant).

D'une part, l'étude bibliographique nous a permis de prendre connaissance de l'émission des gaz polluants et leurs paramètres de réglage.

D'autre part, l'étude technique chimique de l'émission de l'oxyde de carbone en fonction de la richesse nous donne le taux 2,37% comme limite supérieure de l'émission correspondante à une consommation minimale.

Il est préférable d'utiliser l'appareil analyseur à 5 gaz pour avoir un résultat plus précis.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] **A.CAMPA** : Technique professionnelle générale pour les Mécaniciens Tome II
- [2] Encyclopédie pratique de Mécanique et d'Electricité
- [3] Encyclopédie pratique-Application mécanique
- [4] Encyclopédie pratique connaissance générale
- [5] Etablissement de VILLEURBANNE : Tables d'air humide
- [6] **J.CHAGETTE** : Technique Automobile
- [7] **Louis SIMON** : Moteur DIESEL
- [8] **N.L.ERPELDING** : Réparation et mise au point des moteurs DIESEL. Edition Chiron 40r de série 75006 PARIS
- [9] **R .BRUN** : Science et technique du moteur diesel Industriel Tome 1 et Tome 3
- [10] **R. Vichnie VSKY** : Thermodynamique appliquée aux machines
- [11] Technique de l'Ingénieur : Moteur thermique 1973
- [12] Technique de l'Ingénieur : Moteur thermique 1983
- [13] Technique de l'Ingénieur : Thermodynamique et chaleur 1973
- [14] **Y.BOROUSKIKH** : Organisation, entretien et réparation des automobiles
- [15] **DERREMAUX, BERNARD**, Moteur à essence, Tome 1
- [16] **GAUTIER Daniel**, Les moteurs à essence
- [17] **G.LEMASSON** , Mécanique de fluide thermodynamique, 1968
- [18] **G.Maillard**, Technique de l'automobile, Tome 1
- [19] **J.MAURIZOT** , Le mécanicien de l'automobile, Tome 1, 1981
- [20] **Maurice Bailly**, Technique de l'automobile 1980
- [21] **M. Delanette**, Technique de l'automobile 1980
- [22] **ROGER Briuolt**, Revue technique de l'automobile des moteurs diesel 1980
- [23] Mécanique générale I et II, années universitaires 1997-1999
- [24] **RASOLOFOARINDRIAKA Allain**, Leçon moteur thermique

ANNEXE

XR.842-4/-5

			<input type="checkbox"/> NOTICE D'UTILISATION
			<input type="checkbox"/> USER MANUAL
			<input type="checkbox"/> MANUAL DE UTILIZACIÓN

NU.XR.842-4 11/98

S O M M A I R E

F 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

GB 2, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18

E 2, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25

D

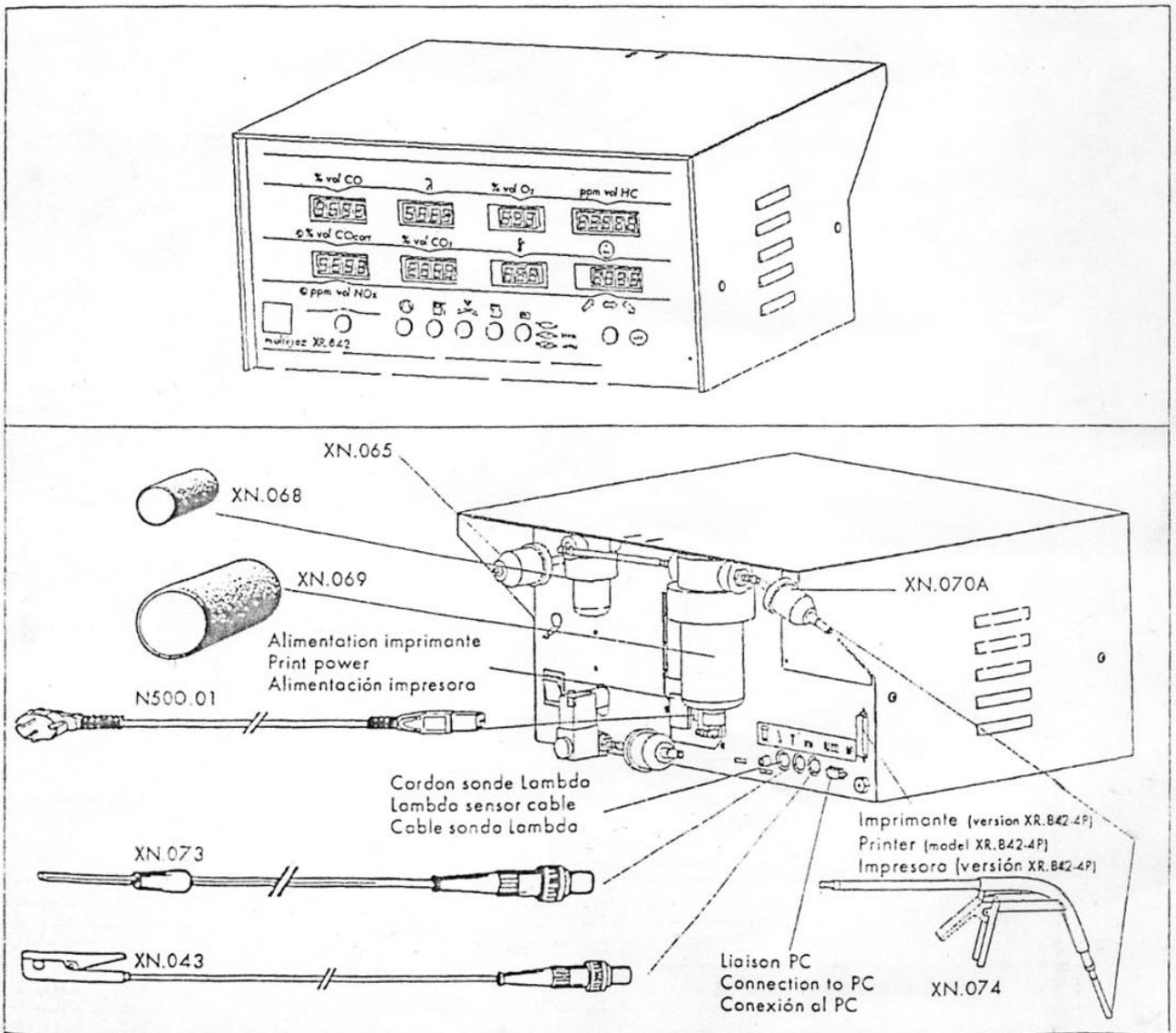
NL

DK

FIN

S

P



Déballage

Vérifiez bien le contenu de votre colis. En cas d'anomalie sur le contenu, prévenez votre revendeur avant la mise en service.

1 - Composition

		XR.842-4	XR.842-4P	XR.842-5	XR.842-5P
Analyseur 5 gaz (CO - CO ₂ - HC - O ₂ - Nox)				1	1
Analyseur 4 gaz (CO - CO ₂ - HC - O ₂)		1	1		
UB.21A ou UB.21B	Imprimante		1		1
N.500-01	Cordon secteur	1	1	1	1
XN.043	Pince comptes tours	1	1	1	1
XN.074	Sonde de prélèvement	1	1	1	1
XN.068 (5µ)	Filtre	1	1	1	1
XN.069 (25µ)	Filtre	1	1	1	1
XN.073 (T°)	Sonde de température	1	1	1	1
NU.XR.842-4 /98	Notice d'utilisation	1	1	1	1
Q.UVGAR1	Livret de garantie	1	1	1	1
XR.842H	Housse	1	1	1	1
Support		1	1	1	1
Meuble		1	1	1	1
Cordon sonde Lambda	Sonde Lambda	Option	Option	Option	Option

2 - Conditions de fonctionnement et de stockage

- Température d'utilisation: 5 à 40°C
- Pression ambiante: 860 hPa à 1060 hPa
- Humidité relative: Maximale 90% pour 40°C
- Alimentation: 230V +10% - 15% 50 Hz / 60 Hz
- Consommation: 80 Watt

- Température de stockage: -20°C à + 55°C

3 - Plage de mesure

Dénomination	Plage	Plage contrôlée par l'état	Précision	Résolution
HC	0 à 20000 ppm*	0 à 2000 ppm	± 12 ppmVol* ou 5% de la valeur lue	1 ppm* vol.
CO	0 à 15 %	0 à 5 % vol	± 0,1% Vol ou 5% de la valeur lue	0,01% vol.
CO ₂	0 à 20 %	0 à 16 % vol	± 0,5% Vol ou 5% de la valeur lue	0,1% vol.
O ₂	0 à 25 %	0 à 21 % vol	± 0,1% ou 5% de la valeur lue	0,02% vol. ≤ 4% 0,1% vol. > 4%
NOx	0 à 5000 ppm*	-	32 ppm Vol de 0 à 1000 ppm 60 ppm Vol de 1001 à 2000 ppm 120 ppm Vol de 2001 à 4000 ppm	1 ppm*
Température moteur	-15 à 220° C	-	± 2°C de la valeur	1°C
Coefficient Lambda	0,8 à 1,2	0,8 à 1,2	± 0,3% de la valeur lue	0,001
CO corr	0 à 15 %	-	± 0,1% Vol ou 5% de la valeur lue	0,01%
RPM.	0 à 9999 tr/min	-	± 2 tr/min de la valeur	tr/min

* ppm = parties par million 1 ppm = 1/1000 000 soit: 0,0001%

La formule simplifiée suivante, dérivée de la formule de **Brettschneider**, est utilisée pour le calcul du lambda.

$$\lambda = \frac{\text{CO}_2 + 0,5 \text{ CO} + \text{O}_2 + \left[K1 \times \frac{3,5}{3,5 + \frac{\text{CO}}{\text{CO}_2}} - K2 \right] (\text{CO}_2 + \text{CO})}{(1 + K1 - K2) [\text{CO}_2 + \text{CO} + (K3 \times \text{HC})]}$$

où: HC est exprimé en pourcentage d'hexane;

$$K1 = \frac{1,7261}{4};$$

$$K2 = 0,0088;$$

$$K3 = 6$$

4 - Installation, mise en service



Attention.

Les gaz d'échappement des véhicules étant très toxiques, assurez-vous que votre local est bien aéré.

- Raccordez l'appareil sur une prise secteur 230V 50Hz / 60Hz munie d'une terre de protection.
- Connectez:
 - La sonde Température
 - La pince compte-tours
 - Le cordon Imprimante (si version imprimante)
 - Le cordon test sonde Lambda (si option)

5 - Mise sous tension

Lorsque vous mettez sous tension votre XR.842 (bouton Marche/Arrêt situé à l'arrière de l'appareil), celui-ci effectue automatiquement:

- une séquence de préchauffage
- un ajustage à l'air ambiant
- un test des résidus HC.

Lorsque votre XR.842 est prêt à l'utilisation, les afficheurs indiquent:

- — — — sur tous les afficheurs
- la température
- Le régime moteur (si connecté)

6 - Utilisation

Remarque:

Toutes les 30 minutes et après chaque contrôle, votre XR.842 effectue un ajustage à l'air ambiant et un test des résidus HC, ceci afin de vous garantir en permanence un appareil exact prêt à l'emploi. En cas de mesure, cette procédure est retardée.

7 - Touches du clavier

 : permet d'afficher le CO corrigé ou les NOx sur l'afficheur approprié si option 5 gaz. Un voyant à côté de celui-ci permet de connaître à tout instant le gaz sélectionné.

 : permet de commencer le contrôle sélectionné par la touche  et de l'arrêter.

 : permet de sélectionner le type de carburant:

<i>ESP</i>	(essence sans plomb)
<i>ESS</i>	(essence super)
<i>GPL</i>	(gaz de pétrole liquéfié)
<i>PROP</i>	(propane C3 H8)

 : permet l'accès au test de fuite

 : permet l'impression des résultats

 : permet de sélectionner le type de contrôle à effectuer:

- voyant  = véhicule dépollué*
- voyant  = véhicule classique ≥1986*
- voyant  = véhicule classique <1986*
- aucun voyant = contrôle rapide



permet d'obtenir le bon régime moteur:

SECC = moteur à allumage simultané.

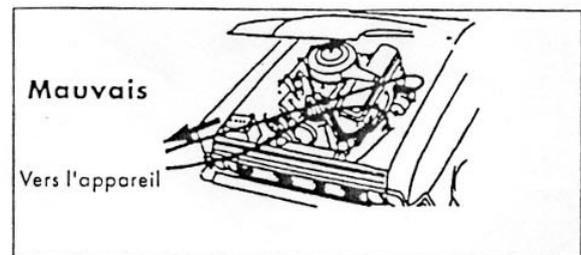
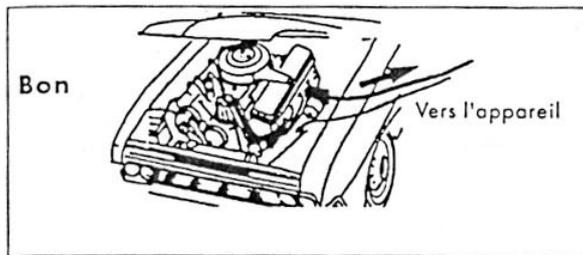
SECY = moteur à allumage distribué.

Remarque:

un appui long sur cette touche permet de régler les seuils mini/maxi de la plage "ralenti accéléré" pour effectuer le contrôle officiel d'un véhicule à pot catalytique selon les spécifications du constructeur.

8 - Recommandations

- Le moteur du véhicule à tester doit être conditionné selon la réglementation en vigueur avant d'en effectuer le contrôle.
- Nous recommandons que la température de l'huile soit supérieure à 80°C.
- Les allumages à haute énergie peuvent créer des parasites importants et perturber ainsi la mesure par la pince compte-tours. Pour éviter ce phénomène, dirigez les cordons vers l'extérieur du véhicule en évitant de passer sur le moteur.



Avant de commencer un contrôle, assurez-vous que:

- La pince compte-tours est branchée
- La sonde de température est introduite dans le puits de la jauge à huile (*Attention, réglez la butée caoutchouc pour éviter la destruction de la sonde qui peut être heurtée par le vilbrequin.*)
- La sonde de prélèvement des gaz est introduite dans le pot d'échappement.

9 - Les Contrôles selon la norme Française NF R 10-018 et SR/V/010 du 17/09/1998

9 - 1 Véhicule avec catalyseur

La procédure pour contrôler un véhicule équipé d'un système catalyseur, consiste à faire une mesure, à un régime moteur (dit ralenti accéléré) compris entre 2500 et 3000 tr/min, du λ et du CO (en s'assurant que le pot catalytique est dans sa plage de fonctionnement), suivi d'une mesure du CO au ralenti.

L'écran vous guide dans cette procédure.

a/ Mesure entre 2500 et 3000 tr/min

- accélérez entre 2500 et 3000 tr/min

- maintenez cette accélération au moins une minute et au plus jusqu'à la consigne de RALENTI; les voyants  vous guident à l'écran (**durée maximale: trois minutes**).



Attention: Maintenez le régime moteur stable dans la plage de 2500 à 3000 tr/min* sinon la procédure recommencera au début chaque fois que le régime sortira de cette plage.

* (en cas de variation du régime moteur, par exemple mise en marche du motoventilateur, ne pas chercher à corriger le régime moteur, gardez le pied immobile.

Si à la fin de cette étape, les résultats obtenus montrent que le véhicule est conforme, l'appareil passe automatiquement à la seconde étape (mesure au ralenti), sinon, l'écran résultat apparaît directement.

b/ Mesure au ralenti

Lorsque la consigne RALENTI  est donnée à l'écran, vous devez arrêter d'accélérer et permettre au véhicule de revenir à un régime < à 1200 tr/min. Après une quinzaine de secondes au ralenti, permettant aux valeurs de gaz de se stabiliser, l'appareil effectue automatiquement une mesure du CO et passe dans l'écran résultat.



Il est possible d'effectuer cette procédure sans utiliser le compte-tours. Dans ce cas, seul le temps rythme les différentes phases.

9 - 2 Véhicule sans catalyseur

La procédure consiste en une seule mesure du CO au ralenti. La limite réglementaire dépend de l'année de construction du véhicule. Ainsi, pour les véhicules fabriqués :

avant 1986 : la limite réglementaire est de 4,5 % vol en CO_{corr} ( < 1986)

depuis 01/1986 : la limite réglementaire est de 3,5 % vol en CO_{corr} ( ≥ 1986)

La valeur du CO apparaît sur l'afficheur:

- Lorsque le résultat obtenu montre la conformité du véhicule ou après 30 secondes, l'appareil passe automatiquement dans l'écran résultat.

10 - Résultats

Une fois la mesure terminée, l'appareil passe à l'écran résultat et affiche les valeurs des gaz contrôlés.

La touche  permet d'imprimer le ticket avec avis de conformité.

L'appui sur la touche  permet de sortir du contrôle.

11 - Contrôle rapide

Ce contrôle permet de régler le véhicule. L'appareil affiche les mesures courantes de tous les gaz, la température, le coefficient lambda, le régime moteur.

Les touches  ,  et  sont valides.

L'appui sur la touche  permet d'imprimer les valeurs affichées sur l'appareil (version avec imprimante).

L'appui sur la touche  permet de sortir du contrôle.

12 - Test de fuite



Effectuez ce test quotidiennement ou après chaque changement de filtre pour vous assurer de l'absence de fuite dans le système de prélèvement des gaz.

- Mettez la sonde de prélèvement des gaz dans l'échappement du véhicule.
 - Appuyez sur la touche .
 - Lorsque le CO₂ est stable et supérieur à 10% vol., les pompes s'arrêtent.
 - Bouchez la sonde avec l'embout prévu à cet effet et appuyez sur la touche .
- Les pompes se remettent en marche.

Après un décompte de 60 secondes, l'appareil retourne en mode "prêt à l'utilisation" si aucune fuite n'a été détectée ou indique  si une fuite est détectée.

Dans ce dernier cas, l'appareil ne pourra être utilisé qu'après une remise en état:

- Vérifiez la présence des joints
- Vérifiez le serrage des filtres sur l'arrière de l'appareil
- Vérifiez qu'il n'y a pas de blessure sur la sonde de prélèvement des gaz.
- Effectuez de nouveau le test.

Si le défaut persiste, effectuez le test en bouchant à différents endroits le système de prélèvement des gaz (test en chaîne) pour déterminer la provenance de la fuite.

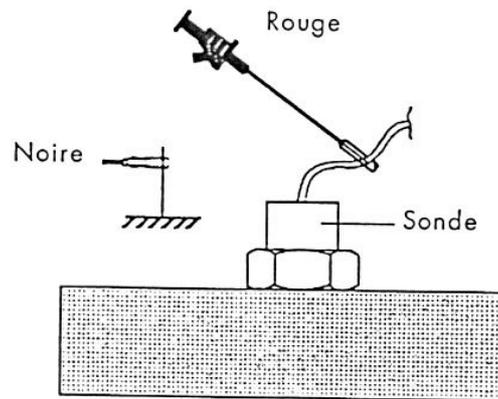
13 - Test de la sonde lambda (ou du pot catalytique)

En appuyant sur la touche  (appui long, plus de 3 secondes), vous choisissez d'effectuer un test de la sonde lambda du véhicule.

- Connectez les deux fils du cordon test:

La pince noire sur une masse

pique-fil rouge sur un des fils de la sonde.



- Effectuez le test moteur chaud à un régime d'environ 2000 tr/min pour obtenir une bonne réponse du capteur.

L'appareil affiche:

`TEST` sur l'afficheur CO

et `00` ou `bon` ou `12U` ou `-12U` sur l'afficheur λ

Commentaires:

`00` Pas de détection de la sonde ou mauvais branchement (*assurez la connexion ou changez de fil*).

`12U` Branchement sur le +12 volts ou capteur défectueux (*changez de fil*).

`-12U` Branchement inversé (*croisez les fils*).

`bon` Capteur détecté et fonctionnement correct.

Appuyez sur une touche de votre choix pour sortir du test.

14 - Sécurité de fonctionnement

Votre analyseur de gaz XR.842 est équipé de différentes sécurités assurant son bon fonctionnement. Ainsi, lors d'un dysfonctionnement ou d'un défaut d'utilisation, l'appareil affiche des messages d'erreur vous permettant d'intervenir facilement.

Ces messages sont:

- Débit trop faible: F, I, L sur l'afficheur de CO².
 - Vérifiez que la sonde de prélèvement des gaz n'est pas bouchée à son extrémité.
 - Vérifiez que le tuyau de prélèvement n'est pas écrasé.
 - Vérifiez l'état des filtres de votre analyseur, changez-les si nécessaire.
- Niveau des HC résiduels trop élevé: r, E, S sur l'afficheur CO corrigé.
 - Vérifiez que la sonde de prélèvement des gaz est à l'air ambiant.
 - Procédez au nettoyage de la sonde après l'avoir débranchée de l'appareil.
 - Vérifiez l'état des filtres de votre analyseur, changez-les si nécessaire.
- Détection de l'eau dans le bol: E, A, U sur l'afficheur λ
 - L'appareil effectue automatiquement la purge du bol décanteur dès que l'eau arrive au niveau maxi.
 - A chaque ajustage C, A, L , l'appareil pratique une purge systématique.
- Défaut du système de purge: P, U, R, G sur l'afficheur CO²
 - La purge automatique ne peut pas s'effectuer.
 - Vérifiez que le tube d'évacuation n'est pas obstrué.
 - Procédez si nécessaire à une purge manuelle en démontant le filtre décanteur.
- Défaut du capteur de sécurité d'eau: E, A, U sur l'afficheur CO²
 - Vérifiez le branchement du cordon relié au détecteur de niveau sur le filtre décanteur à l'arrière de l'appareil.

15 - Erreurs exceptionnelles

- Défaut de la cellule oxygène: S, P, A, n sur l'afficheur O₂
 - Appelez l'Assistance Technique
- Défaut d'ajustage: $z, E, r, 0$ sur l'afficheur gaz concerné
 - Appelez l'Assistance Technique
- Défaut de la cellule de mesure: E, r, r, C, A, n ou E, r, r, C, E, L, L
 - Appelez l'Assistance Technique

16 - Entretien



Changez les filtres lorsqu'ils sont visiblement encrassés ou lorsque le niveau des HC résiduels est trop élevé.

- Respectez le sens des filtres à essence.
- Lors du remontage de la cuve du bol décanteur, assurez-vous que:
 - les deux repères (flèches) sont en vis-à-vis
 - la fenêtre de visualisation de l'état du filtre est également côté repère.

Nettoyez régulièrement les cuves des bols à l'eau savonneuse (par exemple).

Evitez tout solvant organique (essence, alcool, trichloréthylène, tétrachlorure de carbone etc.)

Ne nettoyez jamais les filtres à l'air comprimé, cela les détruit et met en danger le système pneumatique de l'appareil.

N'injectez jamais d'air comprimé à l'intérieur de votre analyseur de gaz sous peine de destruction de la cellule de mesure (réparation hors garantie).

Ne faites pas fonctionner les pompes lorsque les filtres sont démontés.

La cellule à oxygène étant située à l'intérieur de votre appareil, seul un réparateur agréé peut en effectuer son remplacement.

*Votre analyseur de gaz XR.842 est soumis au contrôle de la DRIRE (Direction Régionale de l'Industrie de la Recherche et de l'Environnement). La vignette verte apposée sur la face avant doit être renouvelée annuellement lors de la visite de vérification périodique par un organisme agréé. **Facom Automotive Equipment** vous propose une gamme complète de contrats couvrant la maintenance et la vérification de votre analyseur. N'hésitez pas à nous contacter afin que nous puissions définir ensemble le contrat le mieux adapté à votre utilisation.*

17 - Sélection de la langue d'impression du ticket (XR.842-4P, 5P)

- Mettez l'appareil sous tension tout en maintenant la touche  enfoncée
- Le symbole de la langue active apparaît sur l'afficheur CO
- Le symbole des autres langues défile sur l'afficheur HC
- Validez la langue retenue lors de l'apparition de son symbole appuyant sur la touche 
- Le symbole de la langue choisie apparaît sur l'afficheur O² environ 2 secondes puis, l'appareil effectue sa phase d'initialisation, préchauffage etc.

18 - Pièces détachées

Désignation	Référence
Filtre F20 avec sécurité d'eau (Grand modèle)	XR.842-01SAV
Support filtre F10 (Petit modèle)	XR.642-02-01
Jeu de 10 préfiltres	XN.070A J10
Filtre 5 μ (jeu de 5)	XN.068 J5
Filtre 25 μ (jeu de 5)	XN.069 J5
Filtre charbon actif	XN.065
Sonde (sans le tuyau)	XN.074-01
Bouchon sonde (test de fuite)	XN.074-02

Nom : ANDRIAMAMARITRA

Prénoms : Tahina Harivonjy

Titre du mémoire : « ETUDE TYPE SE RAPPORTANT A LA DIMINUTION DES TENEURS EN ELEMENTS TOXIQUES DANS LE GAZ D'ECHAPPEMENT D'UNE VOITURE A ESSENCE »

Nombre des pages : 33

Nombre des figures : 4

Nombre des tableaux : 2

RESUME

Ce mémoire intitulé « Etude type se rapportant à la diminution des teneurs en éléments toxiques dans le gaz d'échappement d'une voiture à essence » traite un sujet qui doit intéresser toute exploitation d'un moteur à explosion appelé aussi moteur à allumage commandé. Dans cette étude, le but principal est de diminuer le taux de CO rejeté à l'échappement en dessous de 0,37%, un taux correspondant à une consommation spécifique minimale. La première partie de cette étude est consacrée surtout à l'émission des gaz et à l'énoncé du cycle à quatre temps, la deuxième partie de l'étude traite la recherche technico-chimique de la combustion du mélange pour savoir la plage d'émission minimale du taux de CO en fonction de la richesse d'où le choix de 2,37%. Dans la dernière partie de l'étude est traité le coté environnemental.

Ce mémoire est donc destiné à tous les étudiants, chercheurs,... qui veulent approfondir le domaine de dépollution d'une voiture à allumage commandé plus particulièrement à l'émission de CO.

Mots clés : Emission des gaz, courbes, pot catalytique.

Filière : GENIE INDUSTRIEL

DEPARTEMENT : Génie mécanique productique

Encadreur : RASOLOFOARINDRIAKA Allain

Adresse de l'auteur : Lot 41 F Belanitra Ankadikely ANTANANARIVO 103