



**ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE
D'ANTANANARIVO**



**DEPARTEMENTS : GENIE MECANIQUE ET PRODUCTIQUE
GENIE ELECTRIQUE
FILIERE : GENIE INDUSTRIEL**

*Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Licence ès Sciences
Techniques*

N° d'ordre :...../08

**ETUDE COMPARATIVE ENTRE MOTEURS DIESEL ET
MOTEURS A EXPLOSION DANS L'AMELIORATION
DES TRAVAUX MECANQUES**

Présenté par : Mr Zo Idealy ANDRIANJAFIMANANA

Rapporteur : Mr Allain RASOLOFOARINDRIAKA

Date de Soutenance : 16 Octobre 2009

Année Universitaire 2007-2008



**ÉCOLE SUPÉRIEURE POLYTECHNIQUE
D'ANTANANARIVO**



**DEPARTEMENTS : GENIE MECANIQUE ET PRODUCTIQUE
GENIE ELECTRIQUE
FILIERE : GENIE INDUSTRIEL**

*Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Licence ès Sciences
Techniques*

N° d'ordre :/08

**ETUDE COMPARATIVE ENTRE MOTEURS DIESEL ET
MOTEURS A EXPLOSION DANS L'AMELIORATION
DES TRAVAUX MECANIKUES**

Présenté par : Mr Zo Idealy ANDRIANJAFIMANANA
Président : Mr Rabeatoandro JOELIHARITAHAKA, Enseignant à l'ESPA
Examineurs : Mr Jean Désiré RANARIJAONA, Maître de conférences à l'ESPA
Mr Josoa RANDRIAMORASATA, Professeur à l'ESPA
Mr William ANDRIAMANALINA, Enseignant à l'ESPA
Rapporteur : Mr Allain RASOLOFOARINDRIAKA, Enseignant à l'ESPA

Année Universitaire 2007-2008

REMERCIEMENTS

Je tiens à adresser mes vifs remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire en particulier :

- Monsieur RAMANANTSIZEHENA Pascal, Directeur de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo pour ses aides et préoccupation pour l'école ;
- Monsieur JOELIHARITAHAKA Rabeatoandro et Yvon ANDRIANAHARISON, Chef de département du Génie mécanique et productique pour ses conseils ;
- Monsieur RASOLOFOARINDRIAKA Allain, pour son encadrement et son assistance durant l'élaboration de ce travail ;
- Monsieur le Président et à tous les membres du jury :
 - Mr Jean Désiré RANARIJAONA, Maître de conférences à l'ESPA
 - Mr Albert Josoa RANDRIAMORASATA, Professeur à l'ESPA
 - Mr William ANDRIAMANALINA, Enseignant à l'ESPA

qui vont porter leurs remarques et critiques constructives à ce travail.

- Tous les enseignants de la filière Génie Industriel pour leurs précieuses contributions durant ces trois années d'études.
- Tous les enseignants de la filière Génie Industriel pour leur précieuse contribution durant ces trois années d'études.
- Mes parents pour leur honorable soutien moral et financier.

Ainsi, nous sommes très reconnaissants envers nos amis et tous ceux qui nous ont aidés à la réalisation de cette recherche.



LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Cycle diesel.....13

Figure 2 : Cycle OTTO à longue détente.....15

Figure 3 : Diagramme théorique.....18

Figure 4 : Diagramme réel améliorer.....19

Figure 5 : Diagramme du travail moteur.....27

Figure 6 : Courbe comparatif $\varepsilon-\eta$ des deux moteurs.....30

Figure 7 : Courbe comparatif $W-\varepsilon$ des deux moteurs.....30

Figure 8 : Pollution du moteur Diesel.....32

Figure 9 : Pollution du moteur à explosion.....33



LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Déroulement du cycle.....	6
Tableau 2 : Tableau comparatif des carburants.....	10
Tableau 3 : Caractéristiques des moteurs.....	12
Tableau 4 : Comparaison des paramètres thermodynamiques.....	17
Tableau 5 : Evolution du rendement par rapport au taux de compression (Diesel).....	28
Tableau 6 : Evolution du rendement par rapport à l'exposant adiabatique (Diesel).....	28
Tableau 7 : Evolution du rendement par rapport au taux de compression (Essence).....	29
Tableau 8 : Evolution du rendement par rapport à l'exposant adiabatique (Essence).....	29
Tableau 9 : Exemple de choix de carburant.....	35

**NOMENCLATURES**

SYMBOLES	DESIGNATION	UNITES
V_h	Cylindrée unitaire	[<i>l</i>]
η	Rendement	[–]
PMH	Point mort haut	[–]
PMB	Point mort bas	[–]
D	Alésage du cylindre	[<i>mm</i>]
s	Course du piston	[<i>mm</i>]
N	Régime du moteur	[<i>tr/min</i>]
A	Soupape d'admission	[–]
E	Soupape d'échappement	[–]
AOA	Avance à l'ouverture d'admission	[–]
RFA	Retard à la fermeture d'admission	[–]
AA	Avance à l'allumage	[–]
AOE	Avance à l'ouverture d'échappement	[–]
RFE	Retard à la fermeture d'échappement	[–]
Q	Chaleur dégagée par le carburant	[<i>KJ</i>]
W	Travail mécanique	[<i>KJ</i>]
T_c	Température à la source chaude	[° <i>k</i>]
T_f	Température à la source froide	[° <i>k</i>]
P_{ci}	Pouvoir calorifique inférieur	[<i>KJ / Kg</i>]
P_{co}	Pouvoir comburivore	[<i>KJ / Kg</i>]
λ_p	Taux de dilatation de pression	[–]
ρ	Taux de dilatation de volume	[–]
ε	Taux de compression	[–]
k	Exposant adiabatique	[–]
P_{atm}	Pression atmosphérique	[<i>bar</i>]
T_{atm}	Température atmosphérique	[<i>K</i>]



AVANT PROPOS

L'objet général de nos recherches est la comparaison entre moteur Diesel et moteur à explosion en vue de l'amélioration des travaux mécaniques des moteurs alternatifs à combustion interne.

Bons nombres de techniciens ont commencé ce travaux avant nous, malgré le manque de moyens tant au point de vue instrumentation qu'au point de vue financier. Mais ces contraintes ne les en ont pas empêché à abandonner, à preuve, les bonne performances des voitures participants aux différents rallyes à Madagascar font beaucoup jaser les spécialistes venus d'Europe.

Aussi, notre propos n'est pas de faire ici l'histoire des recherches déjà entreprises par les autres, ni son procès. Nous nous proposons simplement d'apporter certaines améliorations au niveau du travail mécanique. Et pour cette observation, nous serons attentifs sur deux moteurs d'essais que nous avons expérimentés.



SOMMAIRE

INTRODUCTION

Partie 1 : INTRODUCTION SUR LES MOTEURS THERMIQUES

Chapitre I : GENERALITES SUR LES MOTEURS A COMBUSTION

Chapitre II : LES ORGANES CONSTITUTIFS DES MOTEURS
THERMIQUES

Partie 2 : ETUDE DES PARAMETRES DES MOTEURS CHOISIS

Chapitre I : CARACTERISTIQUES DES MOTEURS CHOISIS

Chapitre II : COMPARAISON DES MOTEURS CHOISIS

Partie 3 : VOLETS ECONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

CONCLUSION

INTRODUCTION

Notre observation va se concentrer sur une seule famille de travaux moteurs : les travaux mécaniques du moteur Diesel et du moteur à allumage commandée.

On peut dire que presque la quasi-totalité de tout ce qui roule et de tout ce qui génère de l'énergie mécanique par la transformation de la chaleur de la source chaude, utilisent un moteur Diesel ou un moteur à allumage commandée.

Parallèlement, le besoin presque insatiable de l'homme a toujours exigé beaucoup plus de performances voire de la puissance nous pousse à prendre part à la contribution des recherches sur l'amélioration des travaux mécaniques et ses relations avec les différents paramètres tels que : le rendement mécanique et la chaleur dégagée par le carburant.

Dans cette entreprise, nous délaieront volontairement les autres paramètres qui font aussi fonctionner le moteur, pour nous attacher qu'au seul travail mécanique et à la manière dont on en parle.

Ainsi, dans la première partie, nous allons retracer les généralités et les organes constitutifs des moteurs dans une introduction aux moteurs thermiques.

Dans la deuxième partie, nous observerons les moteurs d'essai expérimentés pour cette étude.

Et dans la troisième partie, nous nous attèlerons sur le volet économique et environnemental.

Puis sous forme de conclusion provisoire, nous essayerons de poser quelques réflexions pour l'avenir.

PARTIE 1 : INTRODUCTION
SUR LES MOTEURS
THERMIQUES



CHAPITRE I: GENERALITES SUR LES MOTEURS A COMBUSTION INTERNE

I.1. Historiques

En 1860, Jean-Joseph Etienne Lenoir fut le premier à concevoir un moteur à deux temps remplaçant la machine à vapeur par une machine à gaz chaud : un temps pour l'admission, la combustion et la détente, et un temps pour l'échappement.

Le moteur à explosion à essence à quatre temps fut trouvé par un Ingénieur français Beau de Rochas en 1862. A la même époque, l'Ingénieur Allemand OTTO a aussi réalisé son premier moteur basé sur ce principe, mais le brevet lui a été refusé compte tenu de l'antériorité de celui de Beau de Rochas.

D'autre part, le premier moteur diesel a été découvert par Rudolph Christian Karl Diesel, en 1897. Cet ingénieur thermicien d'origine allemande, né à paris le 18 mars 1858 créa le moteur à combustion interne dont l'allumage est commandé spontanément et c'est la raison pour laquelle il n'a pas besoin de bougies d'allumage et fonctionne par phénomène d'auto-inflammation.

I.2. Définition des moteurs thermiques :

Les moteurs thermiques alternatifs à combustion interne ont pour rôle de transformer l'énergie calorifique en énergie motrice mécanique.

Le moteur Diesel et le moteur à essence sont des moteurs à combustion interne. La chaleur est produite par une combustion dans une chambre à volume variable et elle est utilisée pour augmenter la pression au sein d'un gaz qui remplit cette chambre. Cette augmentation de pression se traduit par une force exercée sur le piston, force qui transforme le mouvement de translation du piston en mouvement de rotation du vilebrequin.

Le moteur Diesel et le moteur à essence sont des moteurs à combustion interne mais ils diffèrent par le mode d'inflammation du carburant et la caractéristique d'auto-inflammation.



I.3. Principe de fonctionnement:

I.3.1 Système de fonctionnement :

Le fonctionnement du moteur thermique est assuré par l'association de quatre grands groupes fonctionnels tels que :

Les systèmes à fonction mécanique

- Le système enceinte : assure l'isolement de la masse gazeuse.
- Le système bielle-manivelle : assure la transformation du mouvement rectiligne alternatif du piston en mouvement de rotation.
- Le système de distribution : assure la commande de l'ouverture et de la fermeture des soupapes en temps voulu.

Le système de carburation

- Il assure l'alimentation du moteur en mélange carburé.

Le système d'allumage

- Il assure l'inflammation du mélange carburé à l'aide d'une bougie (pour le DIESEL, le carburant utilisé est un mélange air / gazole qui, une fois comprimé, voit sa température portée à environ 600°C et le mélange s'enflamme seul presque immédiatement).

Les systèmes auxiliaires

- Le système de lubrification
- Le système de refroidissement
- Le système de démarrage et de charge (circuit électrique)

I.3.2 Déroulement du cycle :

Les moteurs qu'on a choisis dans ce mémoire sont des moteurs à quatre temps et on étudie particulièrement le cycle OTTO et le cycle DIESEL.

A l'arrivée du carburant :

- Pour le moteur Diesel : l'air seul passe par la soupape d'admission, le gazole est injecté sous haute pression par un injecteur dans la chambre de combustion.
- Pour le moteur Essence : le mélange carburant-air se fait dans le carburateur et pendant le temps d'explosion, il est commandé par l'étincelle de la bougie.

Le déroulement du cycle se fait comme suit :

1^{er} temps : **ADMISSION**

Le piston se déplace du PMH au PMB et la soupape d'admission s'ouvre, la soupape d'échappement se ferme pour fonctionner ;

Pour le Diesel : la création d'une baisse de pression favorise l'aspiration d'air, l'injection de carburant est directe dans le cylindre du moteur.

Pour l'Essence : l'aspiration du mélange s'effectue dans le carburateur

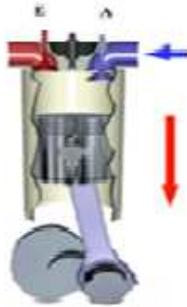


Schéma 1

2^{ème} temps : Phase **COMPRESSION**

Lorsque le piston monte au PMH et réduit le volume de la chambre afin d'augmenter la pression du mélange, les deux soupapes se ferment pour que la compression soit parfaite et produit de la chaleur à haute température. L'étanchéité est assurée par des segments métalliques (plutôt céramique).

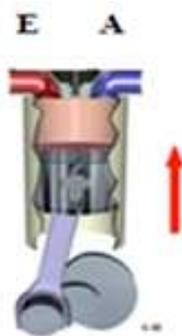


Schéma 2

3^{ème} temps : **COMBUSTION-DETENTE**

Les deux soupapes restent fermées.

Pour le Diesel : injection du gazole dans le cylindre par l'intermédiaire de l'injecteur pour provoquer la combustion au contact de l'air surchauffé dans la chambre. C'est une inflammation thermodynamique.

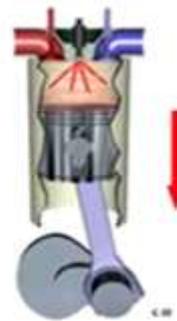
Pour l'Essence : l'inflammation du combustible peut résulter d'un arc électrique à haute température, c'est-à-dire que le temps d'explosion est commandé par une étincelle de la bougie.

Avant que la détente ne se termine au PMB, la soupape d'échappement est ouverte et les gaz brûlés se détendent dans la conduite d'échappement.

Moteur essence



Moteur diesel

**Schéma 3**

4^{ème} temps : ECHAPPEMENT

La soupape d'échappement est toujours ouverte. Le piston remonte au PMH et chasse les gaz brûlés dans le cylindre. A ce moment, le moteur se trouve à nouveau prêt à effectuer le premier temps.



schéma. 4



I.3.3 Tableau comparatif

Tableau 1 : comparaison du déroulement du cycle

Temps du cycle	Fonctions assurées dans le moteur Diesel	Organes en fonctionnement	Fonctions assurées dans le moteur Essence	Organes en fonctionnement
1. Admission	Aspiration d'air	Soupape d'admission	Aspiration du mélange carburant-air	Soupape d'admission, carburateur
2. Compression	Très forte 20 à 30 bars compression de l'air d'où échauffement à 600°C environ. Rapport volumétrique de 16/1 à 24/1		Compression du mélange 8 à 12 bars d'où échauffement à 300°C environ. Rapport volumétrique 5/1 à 11/1	
En fin de course de compression	Injection sous forte pression (100 à 300 bars) du combustible qui s'enflamme spontanément au contact de l'air surchauffé	Pompe d'injection Injecteur	Allumage du mélange par étincelle électrique à la bougie	Allumeur ou magnéto et bougies d'allumage
3. Combustion ou explosion	Combustion et détente		Combustion et détente	
4. Echappement	Evacuation des gaz brûlés	Soupapes d'échappement	Evacuation des gaz brûlés	Soupapes d'échappement

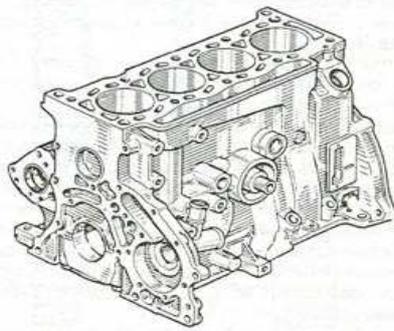
CHAPITRE II: LES ORGANES CONSTITUTIFS DES MOTEURS THERMIQUES

II.1. Les organes constitutifs des moteurs thermiques :

II.1.1 Les organes fixes :

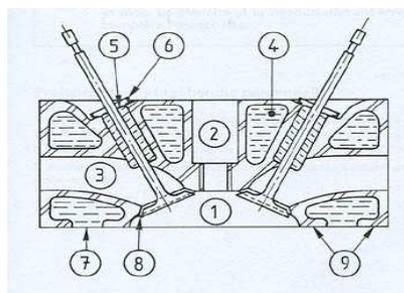
a) *Le bloc moteur*

C'est la pièce maîtresse du moteur et est généralement coulé en fonte. Les cylindres peuvent être usinés ou évidés pour recevoir des chemises ainsi que les circulations d'eau et d'huile. Afin de vidanger tous les systèmes de refroidissements, le bloc moteur est muni d'un bouchon de vidange placé au point le plus bas du cylindre.



b) *La culasse*

Elle est disposée à l'extrémité supérieure du cylindre, elle ferme le cylindre et constitue la chambre de combustion. Elle comporte les éléments de distribution, l'injecteur, les soupapes. Très fortement sollicitée du point de vue thermique, des chambres d'eau sont nécessaires à son refroidissement.



c) *Le joint de culasse*

Généralement constitué, de deux feuilles de cuivre enserrant une feuille d'amiante, ou réduit quelque fois à sa plus simple expression : une simple feuille de cuivre, le joint de culasse assure l'étanchéité entre la culasse et le bloc cylindre.

d) *Les carters*

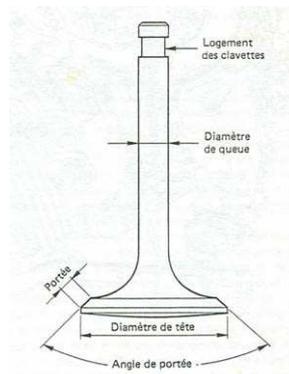
Supérieur, inférieur ou de distribution, réalisée en tôle emboutie ou moulée en alliage léger, ils constituent des caches ou des couvercles qui ferment les différentes faces du moteur.

II.1.2 Les organes mobiles

a) *La soupape*

La soupape a pour but d'établir ou d'interrompre la communication à l'intérieur du cylindre avec le carburateur ou avec l'air libre. Elle est en acier au nickel, métal très résistant, inoxydable. Elle se compose en deux parties: le clapet ou champignon, la tige ou queue.

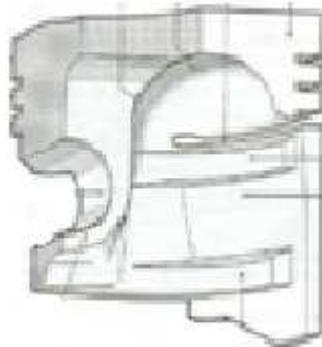
- Le clapet assure la fermeture de l'orifice qui joue le rôle au niveau de l'étanchéité.
- La tige sert pour le guidage.



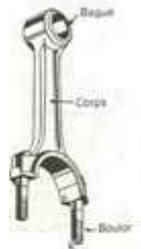
b) Le piston

Il est animé d'un mouvement rectiligne alternatif, et réalisé en général en alliage léger. La tête de piston forme une partie de la chambre de combustion. A ce titre, elle est quelquefois creusée de cavités destinés à créer une turbulence favorable à la combustion.

Dans la partie haute du piston, il y a 3 ou 4 segments tels que : le segment de feu, les segments d'étanchéité et les segments racleur dont l'un est souvent disposé plus bas que l'axe du piston.

*c) La bielle*

La bielle assure la liaison entre le vilebrequin et le piston. Réalisé en acier, et elle doit pouvoir résister à des efforts de compression très élevés.

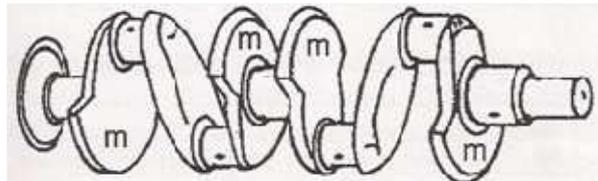
*d) Les coussinets*

Les coussinets sont constitués de demi-coquilles démontables, recouvert d'une couche de métal antifriction, ils réalisent les contacts entre le palier du vilebrequin et la tête de bielle.



e) *L'arbre moteur*

L'arbre moteur est constitué du vilebrequin et du volant moteur, il transmet sous la forme d'un couple l'énergie développée lors de la combustion. La régularisation et l'équilibrage de la rotation du vilebrequin sont réalisés par le volant moteur. Le vilebrequin est réalisé avec soin tout particulier, acier au nickel chrome, usinage de précision des parties tournantes, traitements thermiques, équilibrage font que le vilebrequin, pièce maîtresse du moteur, en constitue l'un des éléments les plus onéreux



II.2 Caractéristiques des combustibles :

II.2.1 Les constituants principaux des combustibles :

Les combustibles gazeux et liquides employés dans les moteurs proviennent principalement de plusieurs sources : produits de transformation du pétrole, gaz de combustion.

Les constituants principaux des combustibles sont le carbone et l'hydrogène avec l'oxygène et l'azote. On désigne la molécule fictive de carburant par la formule chimique :

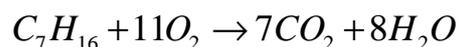


$$x, y, z, u \text{ ont pour valeur : } x = a/12, y = b/1, z = c/16, u = d/14$$

a, b, c, d : représentent le pourcentage en masse de chacun des constituants, d'où la formule simplifiée d'un carburant est donc : C_nH_{2n}

Pour les moteurs thermiques, il faut que la combustion dans le cylindre soit complète ce qui veut dire : tout le carbone et l'hydrogène brûlent pour former de gaz carbonique et de l'eau ;

Exemple d'équation d'une combustion complète de l'essence :



**II.2.2 Tableau comparatif des carburants :**

Tableau 2 : comparaison des carburants

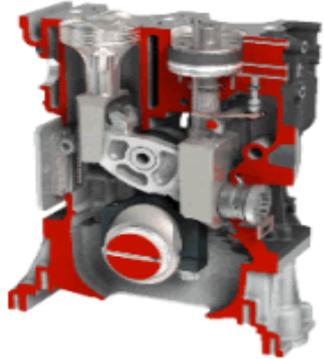
Caractéristiques	Diesel	Essence
Densité (masse volumique : Kg/dm ³)	0,83	0,75
PCI massique (KJ/Kg)	43800	44000
Rapport stœchiométrique	15	14,60
Température d'ébullition (°C)	250-350	30 – 190
Indice d'octane	20	97-99
Indice de cétane	50	15

PARTIE 2 : ETUDE DES MOTEURS CHOISI

CHAPITRE I : CARACTERISTIQUES DES MOTEURS CHOISIS

I.1 Spécificités des moteurs/

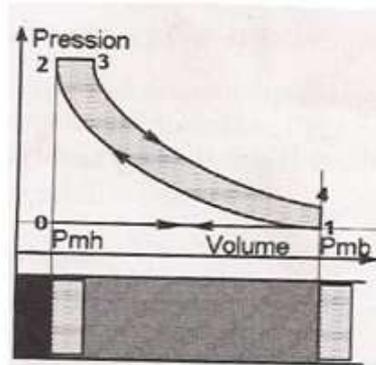
Tableau 3 : caractéristiques des moteurs choisis

<i>Caractéristiques</i>	<i>Diesel</i>	<i>Essence</i>
		
Marque	Changzhou Chang fa Diesel	Lutian générateur LT168F-1
Model	CF 186 F	6.5 HP
Cycle	4 temps	4 temps
Système de refroidissement	refroidissement par Air	refroidissement par Air
Nombre de cylindre	monocylindre	monocylindre
Alésage * Course (mm)	86 * 70	50 * 100
Cylindrée (litre)	0.406	0.196
Puissance maxi (kW)	5.7	4.8
Taux de compression	20	8.5
Exposant adiabatique	1.4	1.36

I.2 Calcul des paramètres thermodynamiques des moteurs :

Pour pouvoir tracer le cycle thermodynamique et connaître la valeur du travail résultant du cycle, il est nécessaire de calculer les paramètres thermodynamiques et d'étudier les différentes transformations du gaz.

I.2.1 Paramètres thermodynamiques du moteur Diesel :


fig.1

Exposant adiabatique : $k = 1.4$

Taux de dilatation de pression : $\lambda_p = \frac{P_3}{P_2} = 1.4$

Taux de dilatation de volume : $\rho = \frac{V_4}{V_3} = 1.25$

Taux de compression : $\varepsilon = 20$

ETAPE 0 – 1 : Aspiration :

Supposons que l'air dans le cylindre est un gaz parfait :

$$P_{atm} = 760[\text{mmHg}] = 1[\text{Atm}] = 0.1[\text{MPa}]$$

$$T_{atm} = 25^\circ \text{C} = 298[\text{K}]$$

- L'air admis est supposé parfait
- Toutes les transformations sont réversibles

❖ Point 0 :

$$\varepsilon = \frac{V_h + V_0}{V_0} \quad \rightarrow \quad V_0 = \frac{V_h}{(\varepsilon - 1)}$$

$P_0 = 0.1[\text{MP}_a]$	$T_0 = 298[\text{K}]$	$V_0 = 0.021[\text{l}]$
--------------------------	-----------------------	-------------------------

❖ Point 1 :

$$V_1 = V_h + V_0$$

$P_0 = 0.1[\text{MP}_a]$	$T_0 = 298[\text{K}]$	$V_1 = 0.427[\text{l}]$
--------------------------	-----------------------	-------------------------

ETAPE 1 – 2 : transformation adiabatique :

❖ Point 2 :

$$\varepsilon = \frac{V_1}{v} \quad \text{or} \quad v = V_2 \quad \Rightarrow \quad \varepsilon = \frac{V_1}{V_2} \quad \Rightarrow \quad V_2 = \frac{V_1}{\varepsilon}$$

$$P_1 V_1^k = P_2 V_2^k \quad \Rightarrow \quad P_2 = P_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^k$$

$$T_1 V_1^{k-1} = T_2 V_2^{k-1} \quad \Rightarrow \quad T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{k-1}$$

$P_2 = 6.62 [MPa]$	$T_2 = 987.7 [K]$	$V_2 = 0.021 [l]$
--------------------	-------------------	-------------------

ETAPE 2 – 3 : transformation isochore :

❖ Point 3 :

$$V_3 = V_2 \quad \text{On a} \quad PV = RT \quad (\text{pour 1 mol}) \quad \Rightarrow \quad P = \frac{RT}{V}$$

$$\lambda_p = \frac{P_3}{P_2} = \frac{R_3 T_3}{V_3} \times \frac{V_2}{R_2 T_2} \quad \Rightarrow \quad \lambda_p = \frac{T_3}{T_2} = 1.4$$

$P_3 = 9.26 [MPa]$	$T_3 = 1382.78 [K]$	$V_3 = 0.021 [l]$
--------------------	---------------------	-------------------

ETAPE 3 – 4 : transformation isobare :

❖ Point 4 :

$$P_4 = P_3 \quad \Rightarrow \quad \rho = \frac{V_4}{V_3} = \frac{T_4}{T_3} = 1.25$$

$P_4 = 9.26 [MPa]$	$T_4 = 1728.75 [K]$	$V_4 = 0.026 [l]$
--------------------	---------------------	-------------------

ETAPE 4 -5 : transformation adiabatique :

❖ Point 5 :

$$V_5 = V_1 \quad P_5 = P_4 \left(\frac{V_4}{V_5} \right)^k \quad T_5 = T_4 \left(\frac{V_4}{V_5} \right)^{k-1}$$

$P_5 = 0.19 [MPa]$	$T_5 = 564.35 [K]$	$V_5 = 0.427 [l]$
--------------------	--------------------	-------------------

1.2.2 Paramètre thermodynamique du moteur Essence :

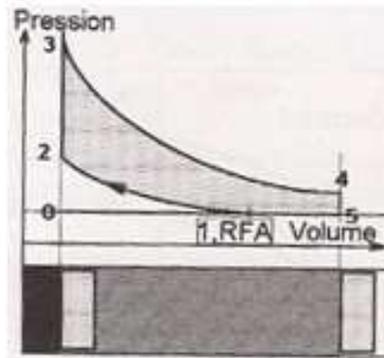


Fig.2

Exposant adiabatique : $k = 1.36$

Taux de dilatation de pression : $\lambda_p = \frac{P_3}{P_2} = 3$

Taux de dilatation de volume : $\rho = \frac{V_4}{V_3} = 1$

Taux de compression : $\varepsilon = 8.5$

ETAPE 0 – 1 : Aspiration :

Supposons que l'air dans le cylindre est un gaz parfait :

$$P_{atm} = 760 [mmHg] = 1 [Atm] = 0.1 [MPa]$$

$$T_{atm} = 25^\circ C = 298 [K]$$

- L'air admis est supposé parfait
- Toutes les transformations sont réversibles

❖ Point 0 :

$$\varepsilon = \frac{V_h + V_0}{V_0} \quad \rightarrow \quad V_0 = \frac{V_h}{(\varepsilon - 1)}$$

$P_0 = 0.1 [MPa]$	$T_0 = 298 [K]$	$V_0 = 0.026 [l]$
-------------------	-----------------	-------------------

❖ Point 1 :

$$V_1 = V_h + V_0$$

$P_0 = 0.1 [MPa]$	$T_0 = 298 [K]$	$V_1 = 0.222 [l]$
-------------------	-----------------	-------------------

ETAPE 1 – 2 : transformation adiabatique :

❖ Point 2 :

$$\varepsilon = \frac{V_1}{v} \quad \text{or } v = V_2 \quad \Rightarrow \quad \varepsilon = \frac{V_1}{V_2} \quad \Rightarrow \quad V_2 = \frac{V_1}{\varepsilon}$$

$$P_1 V_1^k = P_2 V_2^k \quad \Rightarrow \quad P_2 = P_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^k$$

$$T_1 V_1^{k-1} = T_2 V_2^{k-1} \quad \Rightarrow \quad T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{k-1}$$

$P_2 = 1.83 [MPa]$	$T_2 = 643.88 [K]$	$V_2 = 0.026 [l]$
--------------------	--------------------	-------------------

ETAPE 2 – 3 : transformation isochore :

❖ Point 3 :

$$V_3 = V_2 \quad \text{On a } PV = RT \text{ (pour 1 mol)} \quad \Rightarrow \quad P = \frac{RT}{V}$$

$$\lambda_p = \frac{P_3}{P_2} = \frac{R_3 T_3}{R_2 T_2} \times \frac{V_2}{V_3} \quad \Rightarrow \quad \lambda_p = \frac{T_3}{T_2} = 3$$

$P_3 = 5.49 [MPa]$	$T_3 = 1931.64 [K]$	$V_3 = 0.026 [l]$
--------------------	---------------------	-------------------

ETAPE 3 – 4 : transformation adiabatique :

❖ Point 4 :

$$V_4 = V_3 \quad \Rightarrow \quad P_4 = P_3 \left(\frac{V_3}{V_4} \right)^k \quad T_4 = T_3 \left(\frac{V_3}{V_4} \right)^{k-1}$$

$P_4 = 5.49 [MPa]$	$T_4 = 1931.64 [K]$	$V_4 = 0.026 [l]$
--------------------	---------------------	-------------------

ETAPE 4 -5 : transformation adiabatique :

❖ Point 5 :

$$V_5 = V_1 \quad P_5 = P_4 \left(\frac{V_4}{V_5} \right)^k \quad T_5 = T_4 \left(\frac{V_4}{V_5} \right)^{k-1}$$

$P_5 = 0.29 [MPa]$	$T_5 = 892.54 [K]$	$V_5 = 0.222 [l]$
--------------------	--------------------	-------------------

I.2.3 Tableau comparatif des paramètres thermodynamiques :

Tableau 4 : comparaison des paramètres thermodynamiques

TRANSFORMATION		DIESEL			ESSENCE		
		P (MPa)	T (K)	V (litre)	P (MPa)	T (K)	V (litre)
ETAPE 0 – 1	0	0.1	298	0.021	0.1	298	0.026
Aspiration	1	0.1	298	0.427	0.1	298	0.222
ETAPE 1 – 2	2	6.62	987.7	0.021	1.83	643.88	0.026
Adiabatique							
ETAPE 2 – 3	3	9.26	1382.78	0.021	5.49	1931.64	0.026
Isochore							
ETAPE 3 – 4	4	9.26	1728.75	0.026	5.49	1931.64	0.026
		Isobare			Adiabatique		
ETAPE 4 – 5	5	0.19	564.35	0.427	0.29	892.54	0.222
Adiabatique							

I.3 Diagramme de fonctionnement des moteurs

I.3.1 Diagramme théorique :

Le diagramme théorique d'un moteur à 4 temps est le diagramme idéal. Il ne tient pas compte des facteurs suivants:

- ❖ Temps mis par les soupapes à s'ouvrir
- ❖ Délai d'inflammation du mélange
- ❖ Inertie des gaz
- ❖ Echange de chaleur avec l'extérieur

D'où on a le diagramme théorique :

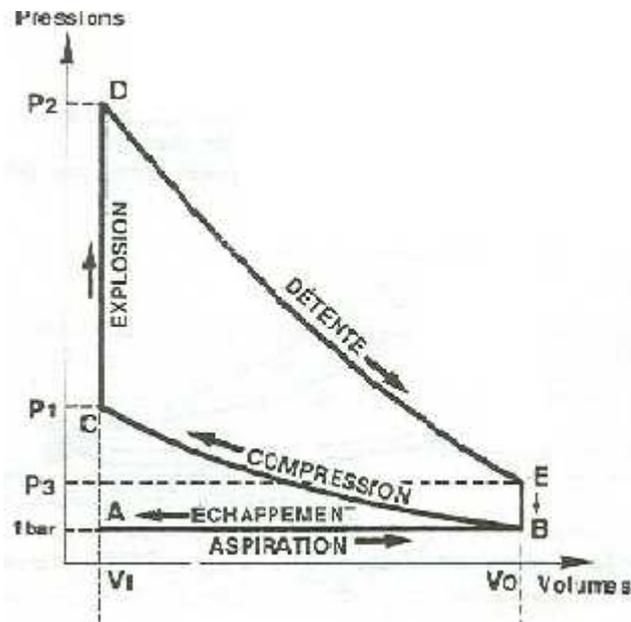


fig.3

Aire ADEBA : travail moteur,
Aire ABCA : temps résistant,
Aire CDEBC : travail utile

Aspiration isobare du gaz à la pression atmosphérique AB ($P_0 = 1 \text{ bars}$)

- Compression adiabatique BC (V_1, P_1)
- Combustion instantanée du gaz à volume constant le long de la droite isochore CD avec une forte élévation de température à T_2 et de la pression à p_2 .
- Détente du gaz chaud le long de l'adiabatique DE qui ramène le volume à V_0 , mais à une pression p_3 supérieure à celle de l'atmosphère.
- Ouverture de l'échappement des gaz dont la pression tombe instantanément à la pression atmosphérique le long de l'isochore EB, la température redescendant à T_1 .
- Reste à vider le cylindre, des gaz brûlés, en décrivant l'isobare BA, pour revenir au point de départ A.

I.3.2 Diagramme réel :

A cause des défauts déjà constatés du cycle 2 temps OTTO, le rendement pratique était inférieur au rendement théorique, Il est nécessaire d'augmenter le temps d'ouverture des soupapes afin d'éviter le freinage des gaz.

Le point d'allumage devra être avancé pour tenir compte du délai d'inflammation

Diagramme après réglage :

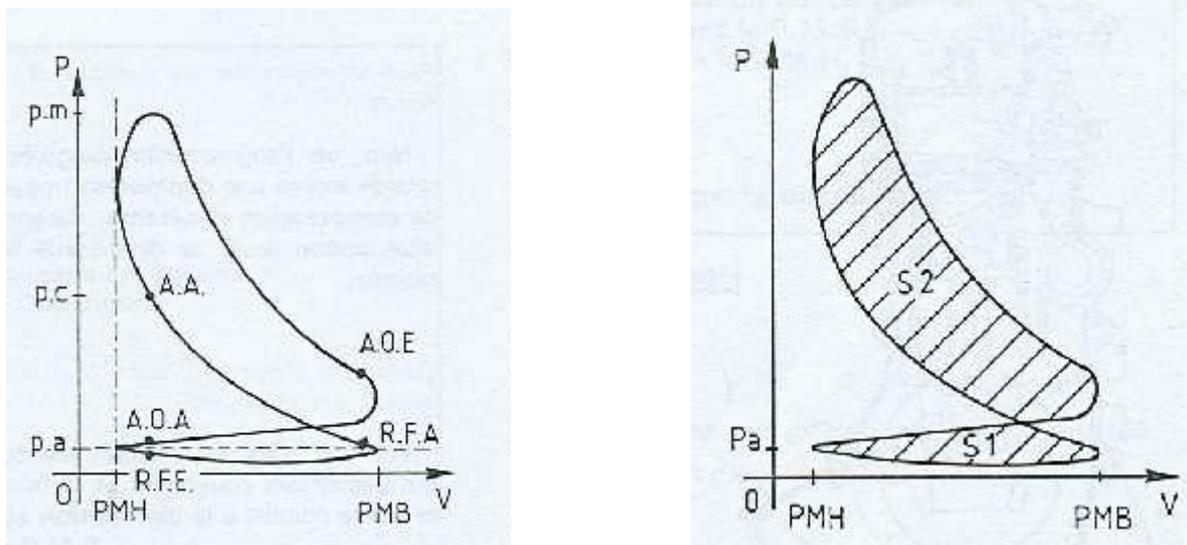


Fig.4

- AOA : cette avance évite l'arrêt de la veine gazeuse devant une soupape fermée et améliore ainsi le taux de remplissage.
- RFA : on profite de l'inertie des gaz pour augmenter le remplissage et ne refermer la soupape qu'après le PMB. La diminution du temps de compression est compensée par une pression de début de compression plus élevée.
- AA : elle permet de repartir l'explosion de part et d'autre du PMH. La pression maximale se trouve ainsi augmentée.
- AOE : elle permet d'avancer la chute de pression des gaz brûlés afin de limiter leur tendance à la contre-pression.
- RFE : on profite de l'inertie des gaz pour faciliter leur évacuation complète. La soupape d'échappement se ferme donc au début du temps admission.

Après réglage, on a constaté que S2 a augmentée et S1 a diminuée

D'où on a un travail utile plus important.



CHAPITRE II : COMPARAISON DES MOTEURS ETUDIES

II.1 Expression du travail mécanique :

Le travail mécanique des moteurs thermiques est le produit entre le rendement thermique et la quantité de chaleur dégagée par le carburant. Comme le travail mécanique est négatif puisque la machine est motrice, le travail doit être considéré en valeur absolue.

Il est possible aussi d'obtenir le travail mécanique d'un moteur thermique par le rapport de la puissance et le débit massique. On peut obtenir un même travail avec une grande puissance et un petit débit massique ou inversement avec une faible puissance et un grand débit massique. La puissance des moteurs alternatifs est limitée par les contraintes mécaniques et le déplacement linéaire des pistons. D'où on a la forme :

$$W = \eta \cdot Q$$

η : rendement thermique

Q : chaleur dégagée

II.1.1 Moteur diesel

$$W = C_p (T_3 - T_2) + C_v (T_1 - T_4)$$

$$W = C_p (T_3 - T_2) \left[\frac{C_p (T_3 - T_2)}{C_p (T_3 - T_2)} + \frac{C_v (T_1 - T_4)}{C_p (T_3 - T_2)} \right]$$

$$\frac{W}{Q_3 - Q_2} = \frac{W}{C_p (T_3 - T_2)} = \left[1 + \frac{C_v (T_1 - T_4)}{C_p (T_3 - T_2)} \right] \quad \text{Or} \quad Q_3 - Q_2 = Q \quad \text{et} \quad \frac{C_p}{C_v} = k$$

$$\frac{W}{Q} = \eta = \left[1 + \frac{(T_1 - T_4)}{k(T_3 - T_2)} \right]$$

Posons : $T_1 - T_4$ (1)
Et $T_3 - T_2$ (2)

Calculons : (1)

A partir de l'équation d'état :

$$T_1 V_1^{k-1} = T_2 V_2^{k-1}$$

$$T_3 V_3^{k-1} = T_4 V_4^{k-1}$$

$$T_1 = T_2 \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{k-1} ; T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{k-1} ; T_3 = T_4 \left(\frac{V_4}{V_3} \right)^{k-1} ; T_4 = T_3 \left(\frac{V_3}{V_4} \right)^{k-1} \text{ sont vérifiées,}$$

$$\text{D'où } \Rightarrow T_1 - T_4 =$$

$$= T_2 \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{k-1} - T_3 \left(\frac{V_3}{V_4} \right)^{k-1}$$

A la détente adiabatique, le rapport de volume de détente s'écrit :

$$\frac{V_4}{V_3} = \frac{V_1}{V_2} * \frac{V_2}{V_3} * \frac{\epsilon}{\Delta} \quad \text{et} \quad \Delta = \frac{V_3}{V_2} = \text{taux-de-détente}$$

$$= T_2 \left(\frac{1}{\epsilon} \right)^{k-1} - T_3 \left(\frac{V_2}{V_1} * \frac{V_3}{V_2} * \frac{\Delta}{\epsilon} \right)^{k-1}$$

$$\text{On a } \frac{T_3}{T_2} = \Delta \quad \text{d'où} \quad T_3 = T_2 \Delta \quad \text{alors} \quad T_3 = T_1 \epsilon^{k-1} * \Delta$$

$$= T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{k-1} * \left(\frac{1}{\epsilon} \right)^{k-1} - T_1 * \epsilon^{k-1} * \Delta \left(\frac{1}{\epsilon} * \Delta * \frac{\Delta}{\epsilon} \right)^{k-1}$$

$$= T_1 \left[\epsilon^{k-1} * \left(\frac{1}{\epsilon} \right)^{k-1} - \epsilon^{k-1} * \Delta \left(\frac{1}{\epsilon} * \Delta * \frac{\Delta}{\epsilon} \right)^{k-1} \right]$$

$$= T_1 \left[1 - \epsilon^{k-1} * \Delta \left(\frac{1}{\epsilon} * \Delta * \frac{\Delta}{\epsilon} \right)^{k-1} \right]$$

On remplace Δ par ϵ au cours de la détente,

$$= T_1 \left[1 - \epsilon^{k-1} * \epsilon \left(\frac{1}{\epsilon} * \epsilon * \frac{\epsilon}{\epsilon} \right)^{k-1} \right]$$

$$= T_1 \left[1 - \varepsilon^{k-1} * \Delta \left(\frac{\Delta}{\varepsilon} \right)^{k-1} \right]$$

$$= T_1 \left[1 - \varepsilon^{k-1} * \frac{\Delta^k}{\varepsilon^{k-1}} \right]$$

$$\underline{T_1 - T_4 = T_1 [1 - \Delta^k]} \quad (1)$$

On calcule ensuite :

$$T_3 - T_2 \quad (2)$$

$$= T_4 \left(\frac{V_4}{V_3} \right)^{k-1} - T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{k-1}$$

$$= T_4 \left(\frac{V_1 * V_2 * \varepsilon}{V_2 * V_3 * \Delta} \right)^{k-1} - T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{k-1}$$

$$= T_4 \left(\varepsilon * \frac{1}{\Delta} * \frac{\varepsilon}{\Delta} \right)^{k-1} - T_1 \varepsilon^{k-1}$$

$$= T_3 \left(\frac{V_3}{V_4} \right)^{k-1} \left(\varepsilon * \frac{1}{\Delta} * \frac{\varepsilon}{\Delta} \right)^{k-1} - T_1 \varepsilon^{k-1}$$

$$= T_3 \left(\frac{1 * \Delta * \Delta}{\varepsilon * \varepsilon} \right)^{k-1} \left(\varepsilon * \frac{1}{\Delta} * \frac{\varepsilon}{\Delta} \right)^{k-1} - T_1 \varepsilon^{k-1}$$

$$= T_3 - T_1 \varepsilon^{k-1}$$

$$= T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{k-1} * \Delta - T_1 \varepsilon^{k-1}$$

$$\underline{T_3 - T_2 = T_1 \varepsilon^{k-1} (\Delta - 1)} \quad (2)$$

Le rendement a donc pour expression :

$$\frac{W}{Q} = \eta = \left[1 + \frac{(T_1 - T_4)}{k(T_3 - T_2)} \right]$$



$$\eta = 1 + \frac{T_1(1 - \Delta^k)}{T_1 k \epsilon^{k-1} (\Delta - 1)}$$

$$\eta = 1 - \frac{(\Delta^k - 1)}{k \epsilon^{k-1} (\Delta - 1)}$$

D'où le travail d'un moteur diesel a pour expression :

$$W = \left[1 - \frac{(\Delta^k - 1)}{k \epsilon^{k-1} (\Delta - 1)} \right] * Q$$

Pour un mélange parfait, 14.4g d'air exige 1g de carburant, d'où la masse du mélange est :

$$m = (14.4 * m') \text{ d'air} + m'$$

m' : masse du carburant

$$\underline{Q = m * PCI}$$

II.1.2 Moteur à essence

$$W + Q = 0$$

$$-W = Q$$

Or

$$Q = C_v (T_3 - T_2) + C_v (T_1 - T_4)$$

D'où

$$Q = C_v [(T_3 - T_2) + (T_1 - T_4)]$$

$$|W| = Q = C_v (T_3 - T_2) \left[1 + \frac{T_1 - T_4}{T_3 - T_2} \right]$$



On applique ici la formule de l'adiabatique pour avoir le rendement thermique :

$$T_1 V_1^{k-1} = T_2 V_2^{k-1}$$

$$T_3 V_3^{k-1} = T_4 V_4^{k-1}$$

Or

$$T_1 = T_2 \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{k-1} \quad \text{et} \quad T_4 = T_3 \left(\frac{V_3}{V_4} \right)^{k-1}$$

$$\varepsilon = \left(\frac{V_1}{V_2} \right) = \left(\frac{V_4}{V_3} \right) \quad \text{et} \quad \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{k-1} = \left(\frac{V_4}{V_3} \right)^{k-1}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{1-k} = \left(\frac{V_3}{V_4} \right)^{1-k}$$

D'où, l'expression :

$$T_1 = T_2 \varepsilon^{1-k}$$

$$T_4 = T_3 \varepsilon^{1-k}$$

Par suite :

$$|W| = C_v (T_3 - T_2) \left[1 + \frac{T_1 - T_4}{T_3 - T_2} \right]$$

On change :

$$T_1 \rightarrow T_2 \varepsilon^{1-k}$$

$$T_4 \rightarrow T_3 \varepsilon^{1-k}$$

Alors on a :

$$|W| = C_v (T_3 - T_2) \left[1 + \frac{T_2 \varepsilon^{1-k} - T_3 \varepsilon^{1-k}}{T_3 - T_2} \right]$$

$$|W| = C_v (T_3 - T_2) \left[1 + \frac{T_2 - T_3}{T_3 - T_2} \varepsilon^{1-k} \right]$$

$$|W| = C_v (T_3 - T_2) \left[1 - \frac{T_3 - T_2}{T_3 - T_2} \varepsilon^{1-k} \right]$$

$$|W| = C_v (T_3 - T_2) [1 - \varepsilon^{1-k}]$$

$$|W| = Q [1 - \varepsilon^{1-k}]$$

$$\frac{|W|}{Q} = [1 - \varepsilon^{1-k}]$$

Enfin, on a l'expression du rendement thermique :

$$\eta = [1 - \varepsilon^{1-k}]$$

$$\Rightarrow \eta = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}}$$

D'où l'expression du travail mécanique d'un moteur à explosion est :

$$|W| = \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{k-1}} \right) * Q$$

Comme le moteur diesel, la quantité de chaleur dégagée du moteur à essence est égale aussi à :

$$\underline{Q = m * PCI}$$

II.2 Avantages et inconvénients

II.2.1 Moteur Diesel

➤ *Avantages*

- ✚ Meilleur rendement : grâce à l'augmentation du rapport volumétrique, la combustion est plus complète et la consommation spécifique est réduite (en moyenne de 200 g/kWh contre 330 g/kWh pour le moteur à essence).
- ✚ Le couple moteur est plus important et il reste sensiblement constant pour les faibles vitesses.
- ✚ Le combustible employé coûte moins cher.

- ✚ Les risques d'incendie sont moindres car le point d'inflammation du gazole est plus élevé que celui de l'essence.

➤ *Inconvénients*

- ✚ Les organes mécaniques doivent être surdimensionnés.
- ✚ Le bruit de fonctionnement est élevé.
- ✚ La température dans les chambres de combustion est élevée ce qui implique un refroidissement plus efficace.
- ✚ L'aptitude au démarrage à froid est moins bonne qu'un moteur à allumage commandé.

II.2.2 Moteur Essence

➤ *Avantages*

- ✚ La construction et réparation sont de moindre coût que le diesel.
- ✚ Le moteur à explosion est plus léger que le diesel.
- ✚ L'étanchéité entre le cylindre et le piston sont plus faciles à réaliser car il n'y a que trois segments. Or pour le diesel, il faut utiliser cinq ou six.
- ✚ Le bruit du moteur est tolérable, c'est à dire moins de bruit que le diesel
- ✚ Actuellement, le moteur à essence est très performant en termes de pollution et l'émission de CO₂ dans les gaz d'échappement sont moins toxiques car ils contiennent moins d'oxyde de carbone.
- ✚ Il est plus facile de démarrer à froid par rapport au diesel.
- ✚ Le refroidissement n'est pas complexe (refroidissement à eau, à air).

➤ *Inconvénients*

- ✚ En termes de commerce, l'essence est plus chère que le diesel.
- ✚ Risque d'incendie important car l'essence est un liquide volatile inflammable et son point d'inflammation est moins élevé que celui du diesel.
- ✚ La consommation de carburant est plus importante.
- ✚ Le système d'allumage est plus difficile à cause du système électrique et électronique.
- ✚ Le risque de panne est plus important par rapport au diesel.
- ✚ Le couple moteur moins important qui implique une instabilité pour une vitesse faible.
- ✚ Faible rendement dû au rapport volumétrique, la combustion est incomplète et la consommation spécifique est réduite.

II.3 Comparaison et discussion au niveau des paramètres

II.3.1 Identification et définition des paramètres :

- **Le taux de compression** ε : c'est le rapport entre le volume d'échappement et le volume de combustion. C'est-à-dire $\frac{V_h - v}{v}$
- **L'exposant adiabatique** k : c'est le rapport de la capacité calorifique des gaz et la capacité calorifique à volume constant, tel que : $k = \frac{C_p}{C_v}$
- **Le rendement** η : il est en générale égale à $1 - T_f / T_c$ (T_f : température froide, T_c : température chaude)
- **Quantité de chaleur** Q : c'est la quantité de chaleur dégagée par le combustible
- **Le travail mécanique** W : c'est le travail moteur produit pendant l'explosion et détente car la pression issue du fluide moteur engendre le mouvement du piston (PMH→PMH). Il est représenté par l'aire ACDBE.

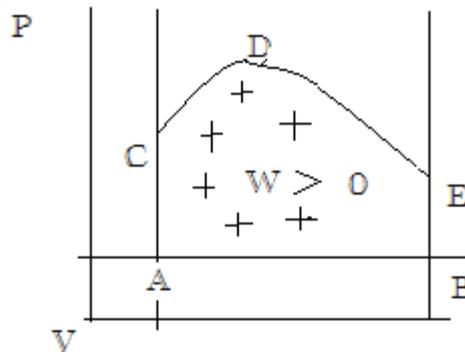


fig.5

II.3.2 Discussion et comparaison au niveau des paramètres :

- D'une part, le travail mécanique augmente si le rendement est élevé.
- a) Nous savons que le rendement du cycle Diesel est défini par la formule :

$$\eta = 1 - \frac{(\Delta^k - 1)}{k\varepsilon^{k-1}(\Delta - 1)}$$

Le travail peut être amélioré jusqu'à une certaine limite, pour cela il faut que le rendement η tende sensiblement vers 1. Ceci est vérifié si $\Delta^k - 1 = 0$ soit $\Delta^k = 1$. Ou encore, $k\varepsilon^{k-1}(\Delta - 1) \rightarrow \infty$

Supposons que le travail et le rendement prennent les valeurs présentées dans le tableau ci-dessous :

➤ Travail et rendement en fonction de ε du cycle Diesel :

Tableau 5 : Evolution du rendement par rapport au ε

ε	15	18	20	22
W (KJ)	445.18	458.67	465.41	472.16
η	0.66	0.68	0.69	0.70

Le rendement croît avec le rapport volumétrique de compression, pour $k = 1.40$, de même le travail mécanique croît simultanément. Pour avoir un taux de compression élevé, il faut augmenter la cylindrée ou diminuer la chambre de combustion, cela est vérifié car : ε est égal au rapport du volume total du cylindre par le volume de la chambre de combustion, tel

$$\text{que : } \varepsilon = \frac{V_h - v}{v}$$

➤ Rendement en fonction de k :

Tableau 6 : évolution du rendement par rapport au k

K	1.34	1.40	1.42
η ($\varepsilon = 20$)	0.41	0.69	0.70

Le rapport k des capacités calorifiques du gaz à pression et à volume est : $\frac{C_p}{C_v} = k$

varie entre 1.34 et 1.42. Lorsque k augmente, le rendement augmente. Cet accroissement du rendement avec k procure une meilleure combustion dans la chambre.

Le moteur diesel a aussi un taux de pré-détente Δ (élément propre au Diesel). Δ est compris entre 1.25 à 1.7. Notre moteur Diesel d'essai présente une valeur minimale donnée par l'hypothèse ($\Delta = 1.25$), cette valeur peut être diminuée s'il y a un refroidisseur perfectionné.

b) Pour le moteur à explosion, sa formule est représentée par :

$$\eta = 1 - \frac{1}{\epsilon^{k-1}}$$

Et pour avoir un rendement maximal, posons $\epsilon^{k-1} \rightarrow \infty$

➤ Travail et rendement en fonction de ϵ du cycle OTTO

Tableau 7 : évolution du rendement par rapport au ϵ

ϵ	6	8.5	10
W (KJ)	318.47	364.54	381.7
η	0.47	0.53	0.57

➤ Rendement en fonction de k du cycle OTTO :

Tableau 8 : évolution du rendement par rapport au k

K	1.34	1.36	1.38
$\eta (\epsilon = 8.5)$	0.51	0.53	0.55

D'après ces hypothèses, on peut constater que pour les deux moteurs, une baisse du taux de compression volumétrique ϵ engendre :

- Une baisse de rendement et de puissance motrice
- Une émission de fumée à l'échappement
- Une consommation d'huile sans fuite visible

En examinant les tableaux ci-dessus, on constate que nos moteurs sont encore en bon état de marche et présentent une amélioration constante tant au niveau du rendement qu'au niveau du travail mécanique suivant l'augmentation de k et ϵ .

i) Courbe d'évolution du rendement par rapport à ϵ

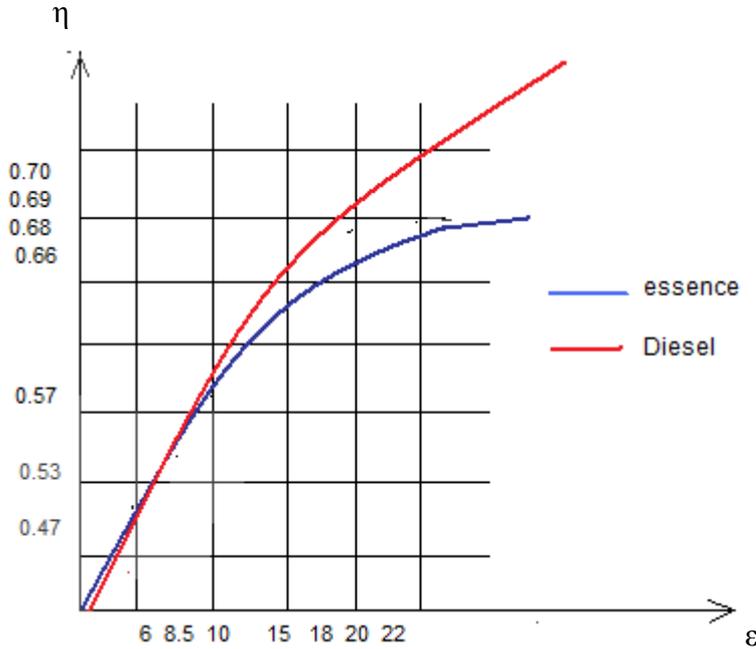


fig.6

ii) Courbes d'évolution du W par rapport au rendement

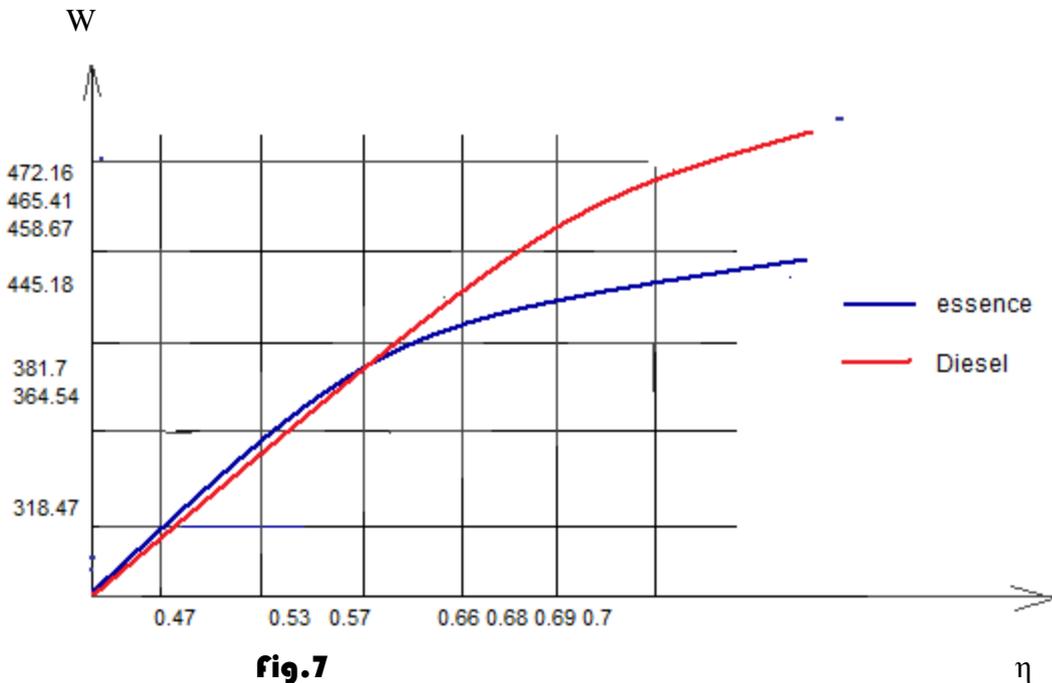


fig.7

Pour un même nombre de cylindre, même type de refroidissement et même cycle 4 temps, à taux de compression faible selon fig.6, les deux moteurs sont presque d'égal rendement théorique ; par contre à un taux de compression élevé, le moteur Diesel dépasse largement l'essence en matière de rendement.

Selon la fig.7, à bas rendement ils développent presque la même quantité de travail, tandis qu'à partir d'un certain niveau on remarque une supériorité significative de la part du moteur Diesel.

Les courbes de taux de compression ε et de rendement η ci-dessus, indiquent que le moteur Diesel présente un rendement constamment élevé selon que ε est élevé. De même au niveau des courbes de travail mécanique et de rendement, on constate aussi qu'une amélioration constante du rendement entraîne une amélioration du travail mécanique. Ce qui nous emmène à dire que : quand ε croît η croît et quand η est élevé le travail est de plus en plus élevé.

La température d'auto-inflammation du mélange air-carburant ($\square 380^\circ\text{C}$) ne permet pas d'augmenter ε au delà de 12 au risque de détonation permanente. L'inflammation étant effectuée avec une étincelle, et si ε descend au dessous de 6, il y a nécessité d'utilisation de manivelle pour le démarrage. Contrairement au moteur Diesel, qui est un moteur de traction par excellence, exige un haut rapport de compression pour pouvoir enflammer le mélange combustible à basse température. Le dépassement de la limite maximale ($\varepsilon > 22$) se constate par l'apparition de fumée.

- D'autre part, l'amélioration de W est aussi possible par le biais de Q .

$$Q = m * Pci$$

Pour le moteur Diesel :

- ✓ On peut également améliorer le remplissage tout en considérant l'effet du taux de remplissage $\theta = \frac{V_1}{V_0} > 1$, avec V_1 : quantité d'air réellement admis dans le cylindre

V_0 : quantité d'air théoriquement admissible dans le cylindre (dans le respect du rapport stœchiométrique 1g de carburant pour 15g d'air)

- ✓ Utilisation de turbo
- ✓ Utilisation d'un échangeur appelé intercooler qui sert à refroidir l'air à l'admission, c'est-à-dire refroidir les molécules d'air pour diminuer son volume, fait augmenter la quantité admise et sa fluidité (vitesse d'écoulement).

Pour le moteur à essence

- ✓ Augmentation de la masse de combustible admis dans le cylindre qui conduit à l'amélioration du remplissage (utilisation d'une turbine).

- ✓ Utilisation des additifs pour le combustible pour obtenir un Pci élevé (kérosène, nitrométhane, isopropilique)

II.3 Améliorations possibles :

II.3.1 Technologiques

- ✚ Un refroidissement par air permet de récupérer une fraction de chaleur perdue dans le circuit de refroidissement. Seulement un tiers de cette chaleur sera transformé en travail sur l'arbre, le reste partira dans l'échappement et ne pourra être récupéré. Donc il faut suralimenter le moteur par une turbine car il consiste à récupérer cette chaleur perdue, à augmenter la pression de l'air dans l'admission, de diminuer la température pour qu'elle reste dans la limite acceptable et d'améliorer le remplissage. Néanmoins, lorsque les moteurs sont fortement suralimentés, il est en général nécessaire de réduire le rapport volumétrique de compression.

Dans le cas du moteur Diesel :

- ✓ Puissance < 150 KW, le choix dépend du coût et de la complexité vis-à-vis de la simple augmentation de la cylindrée.
- ✓ Puissance > 200KW, la suralimentation s'impose pour les moteurs fonctionnant à leur vitesse nominale.
- ✓ Puissance > 750 KW, la suralimentation est généralisée.

Dans le cas du moteur à essence : la suralimentation n'est utile qu'aux charges élevées. Elle est limitée rapidement par l'apparition de détonation. La solution est de réduire ϵ , et augmenter la vitesse de propagation de la flamme.

- ✚ La diminution des pertes par refroidissement est délicate car il y a risque de voir apparaître la détonation suivie d'une destruction du moteur à essence et apparition de fumée pour le moteur Diesel. D'où le choix des dimensions du cylindre (diamètre = course) qui permet implicitement de réduire les pertes.

Le diamètre d'un moteur monocylindre à allumage commandé est limité à :

Quelques dizaine de millimètre $< D < 120$ mm

Soit : $5\text{cm}^3 < V < 1$ litre

D'autre part, la modification du cylindre d'un moteur Diesel est limitée par l'apparition de fumée.

- ✚ Utilisation d'un pot d'échappement pour réduire le bruit car l'énergie sonore perdue diminue la puissance disponible sur l'arbre moteur.

Améliorer le remplissage :

- ✚ Augmenter le nombre de soupape (3 ou 4) en diminuant leur diamètre, ou augmenter tout simplement les diamètres, et rendre poli la surface interne de la conduite.
- ✚ Modifier l'arbre à came pour que la section de passage des soupapes ouvertes soit plus grande.
- ✚ Accorder en fréquence acoustique de l'admission du moteur et de fréquence de rotation, cet accord se traduit par un meilleur remplissage du cylindre et donc par un couple moteur plus élevé.

II.3.2 Energétique :

- ✚ La distillation à température très élevée (190°C – 210°C) du carburant permet de le maintenir sous forme de brouillard (diesel), sous forme de vapeur (essence). Il en résulte un surcroît de puissance due à l'augmentation du pouvoir calorifique par kilogramme de mélange introduit et au taux de remplissage qui augmente.

II.5 Pollution

La pollution a une place importante dans l'étude des moteurs thermiques. Ainsi, actuellement la protection de l'environnement est primordiale dans toutes les activités liées à l'écosystème.

Pour les mesures des émissions polluantes provoquées par notre moteur Diesel, on a utilisé un opacimètre de marque « SAGEM OPTIMA 4000 », de modèle agréé par l'état. Tel que « SAGEM OPTIMA 4040 » pour le moteur Essence.

II.5.1 Pollution du moteur diesel :

En régime ralenti : 500 tr/mn

Température $\leq 80^{\circ}\text{C}$		Température $\geq 80^{\circ}\text{C}$	
SAGEM OPTIMA 4030 OPACIMETRE 4030-802 : -OD		SAGEM OPTIMA 4030 OPACIMETRE 4030-802 : -OD	
Date	: Mercredi 25-03-09	Date	: Mercredi 25-03-09
Heure	: 16 : 52	Heure	: 09 : 09
Type de moteur	: à injection directe	Type de moteur	: à injection directe
Marque	: CHANGFA CF 186	Marque	: CHANGFA CF 186
L		L	
Régime maximal	: 3000 [tr/mn]	Régime maximal	: 3000 [tr/mn]
Température huile	: 26°C	Température huile	: 96°C
Cycle de mesurage	Opacité	Cycle de mesurage	Opacité
0	k [m^{-1}]	0	k [m^{-1}]
1	3.18	1	0.5
2	1.22	2	0.5
3	2.20	3	0.5
4	1.69	4	0.5
5	2.96		
6	1.47		
7	2.54		
8	0.55		
9	2.85		
10	4.19		
11	0.72		
12	0.50		
13	0.50		
Mesurage non-conforme à la NF-R : 0-025		Moyenne arithmétique de l'opacité : $0.50 [\text{m}^{-1}]$ Résultat stable Mesurage conforme à la NF-R : 10-01	

Fig.8

D'après ce test, la température est $\leq 80^{\circ}\text{C}$, on a constaté que le taux d'émission de gaz est élevé et instable car les valeurs moyennes arithmétiques d'opacité données sont comprises dans la plage $0,5 \leq k \leq 3,18$ qui dépasse la norme $k \leq 2,5 [\text{m}^{-1}]$. Ce résultat est dû à une mauvaise combustion car la chambre de combustion est moins chaude, d'où le moteur est très polluant. Si le moteur atteint sa température de fonctionnement $\geq 80^{\circ}\text{C}$, le taux d'émission de gaz serait faible et stable et les valeurs moyennes arithmétiques d'opacité garderaient la valeur $0,5 \leq k$, donc, bonne combustion et moins de pollution.

II.5.2 Pollution du moteur à essence :

En régime ralenti : 1800 tr/mn

Température ≤ 80°C			Température ≥ 80°C		
SAGEM OPTIMA 4040 Analyseur de gaz			SAGEM OPTIMA 4040 Analyseur de gaz		
Date	: Jeudi 26-03-09		Date	: Jeudi 26-03-09	
Heure	: 11 :21		Heure	: 11 :21	
Type de véhicule	:		Type de véhicule	:	
Immatriculation	:		Immatriculation	:	
Kilométrage	:		Kilométrage	:	
Regime RALENTI			Regime RALENTI		
CO	CO corr	lambda	CO	CO corr	lambda
5.66% vol	— —% vol	— —% vol	6.58% vol	— —% vol	— —% vol
<u>Valeur limite CO: 3.50 % vol</u>			<u>Valeur limite CO: 3.50 % vol</u>		
CO ₂	HC	O ₂	CO ₂	HC	O ₂
1.8% vol	8163 ppm vol	—% vol	2.4% vol	9721 ppm vol	— —% vol

fig.9

D'après ce résultat, on peut constater que l'émission de CO₂, CO et le résidu HC est plus élevée au démarrage et en régime ralenti par rapport à la température de fonctionnement ($t \geq 80^\circ\text{C}$).

II.5.3 Comparaison de la pollution des deux moteurs :

En tenant compte de la différence des machines qu'on a testées pour connaître la pollution des deux moteurs, il est difficile de détecter le moteur le moins polluant car ils ne polluent pas de la même façon. Mais ce qu'on peut dire c'est que le moteur Diesel émet beaucoup plus de CO₂ par rapport au moteur à essence qui pollue beaucoup en émettant des résidus HC. Notons que nos moteurs n'a pas de pot catalytique.

PARTIE 3 : VOLETS
ECONOMIQUE ET
ENVIRONNEMENTAL

CHAPITRE I: PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

I.1 Définition :

Les moteurs thermiques sont utilisés dans un nombre croissant d'équipements : automobiles, générateurs, véhicules utilitaires légers ou lourds, locomotives et navires.

La combustion du gasoil et essence par les moteurs thermiques est en grande partie responsable de la dégradation de la qualité de l'air en milieu urbain et périphérie. De nombreuses personnes peuvent être exposées aux produits de combustion des moteurs thermiques : personnels des ponts, tunnels et quais de chargement, mécaniciens, agents de péage, conducteurs de camions et de véhicules de chargement et toutes personnes travaillant au voisinage des lieux d'utilisation, entretien et stationnement de véhicules.

Aussi, d'autres composés présents dans les produits de combustion d'un moteur thermiques peuvent aussi susciter des problèmes pour la santé : oxyde nitreux, dioxyde d'azote, formaldéhyde, benzène, dioxyde de soufre, sulfure d'hydrogène, dioxyde de carbone et monoxyde de carbone.

Les imbrulés entraînés par le retard d'injection et par projection du gasoil sur la paroi de la chambre de combustion, le calage, le réservoir du combustible, le carter moteur, l'échappement sont les principaux sources des différents types d'effets qui nuisent l'environnement, tels que :

- Les gaz toxiques (fumées)
- Les odeurs
- Les bruits

Tous cela peuvent être dangereux pour la santé humaine ou celles des organismes vivants, et néfastes pour le sol, l'eau, et l'environnement en général.

I.2 Etudes des effets dangereux des moteurs thermiques sur l'environnement

I.2.1 Les fumées

Diesel :

Lors de la combustion du carburant diesel, les émissions du moteur sont constituées de suie et de gaz qui peuvent contenir des milliers de substances chimiques différentes.

La suie est constituée par de très petites particules qui peuvent être inhalées et se déposer dans les poumons. Ces particules contiennent des substances cancérigènes, comme les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

La liste suivante identifie les composants chimiques communément présents dans les produits de combustion des moteurs diesel :

Principaux composants :

Dioxyde de carbone
Dioxyde de soufre
Oxyde nitrique
Dioxyde d'azote
Monoxyde de carbone Particules

Composants mineurs :

Acroléine 0-Anisaldehyde
Méthylcoumarine Benzène
Benzofurane
Triméthylbenzène Coumarine
Formaldéhyde
Acénaphène
Hydroxycoumarine
Ménadione

I.2.2 Les odeurs

Les produits de combustion d'un moteur diesel contiennent 20 à 100 fois plus de particules que le moteur à essence. Ces particules proviennent des fortes odeurs émises par les gaz d'échappement.

Les effets à court terme sont : difficultés respiratoires, respiration sifflante, brûlure gastrique, vomissements, irritation des yeux, du nez et de la gorge.

Les effets à long termes : les résultats de certaines études indiquent une augmentation des symptômes de maladies respiratoires chronique chez les travailleurs exposés au produit de combustion du moteur Diesel (toux persistants et génération de mucus, bronchite et réduction

de la capacité pulmonaire) par comparaison aux travailleurs non exposés. Les personnes affectées d'une maladie préexistante (emphysème, asthme ou maladie cardiaque) peuvent aussi être plus sensibles aux effets des produits de combustion des moteurs.

I.2.3 Les bruits

Depuis trente ans, l'exposition au bruit n'a pas diminuée dans les zones urbaines. Le bruit est une source de stress, c'est-à-dire polluant, non négligeable. Il produit aussi une gêne pour le sommeil. Certains économistes ont estimé le coût de dommage causés par le bruit à 12% du PIB. Le développement des infrastructures routières et des zones industrielles ont renforcé les empreintes sonores et réduit l'accalmie nocturne.

Il existe deux types de bruit : le bruit moteur pour les faibles vitesses, le bruit des roulements pour les vitesses élevées.

I.2.4 Les effets de serre

L'effet de serre est le réchauffement progressif de l'atmosphère terrestre dû aux émissions de CO₂ et de CFC. On peut aussi le désigner par l'effet naturel de la basse atmosphère ou troposphère qui continue à retenir une partie de la chaleur solaire reçue à la surface de la terre et à maintenir l'équilibre thermique de la planète. La modification de la composition de la troposphère par les émissions de CO₂ et de chlorofluorocarbone(CFC) pourrait amplifier ce phénomène au point de présenter un danger pour la société humaine. L'accroissement des gaz à effet de serre absorbe les radiations infrarouge mais ne les réfléchit pas à la surface de la terre comme il se doit, et cet accroissement peut bouleverser l'équilibre thermique du globe terrestre. L'effet de serre engendre la hausse de température, l'augmentation du niveau de la mer, les modifications climatiques et l'apparition des cancers de la peau. Des millions de personnes seraient concernées si tout cela devait se produire.

I.2.5 Problème d'ozone

Le maintien de la couche d'ozone stratosphérique créée par dissociation photochimique de l'oxygène dépend de l'équilibre entre les réactions de formation et de

destruction catalysée par les gaz traces azotés, chlorés ou hydrogénés sans la couche filtre qui est le rayonnement ultraviolet. Il y a multiplication des cancers cutanés et des mutations biologiques. L'action du rayonnement sur les molécules d'ADN peut entraîner des mutations et l'apparition de nouvelles maladies dépourvues encore des moyens thérapeutiques. Cela provoque en outre des modifications sur les populations bactériennes des sols avec les conséquences prévisibles sur la végétation et par contre coup sur le climat.

1.3 Mesures à prendre :

En général, la première source de la pollution est la mauvaise combustion et l'usure des pièces mécaniques.

Une mauvaise combustion est causée par un mal réglage du calage, insuffisance de la température de combustion, mal réglage de débit, médiocrité du brassage du mélange et insuffisance d'air dans la chambre.

D'autre part, l'usure des pièces mécaniques est causée par les frottements des organes mobiles.

Les mesures à prendre pour minimiser les effets néfastes de la pollution sont :

Au niveau de la mauvaise combustion ;

- Respecter les différents facteurs de réglage donnés par les constructeurs, c'est-à-dire réglé le calage ou la richesse et le débit,
- Installer une turbine pour que le brassage du mélange et le remplissage soient suffisants,
- Equipé le moteur avec un système d'injection à commande électronique ou à allumage électronique pour le moteur à essence,
- Utilisation des anti-polluants comme le pot catalytique des filtres particules,
- Utilisation de carburant bio Diesel ou de faible pouvoir comburivore et Pci/Pco élevé.

Au niveau des bruits :

- Installation d'un silencieux d'échappement par détente
- Filtre à air avec amortisseur de sifflement
- Installation des pignons hélicoïdaux pour obtenir une transmission continue et silencieuse
- Utilisation d'une chaîne silencieuse.

Et parallèlement aux mesures réglementaires des aménagements urbains et des transports, et du développement de technologies moins polluantes, des comportements



individuels peuvent contribuer à diminuer les niveaux de pollution. On motive les gens à acheter des machines peu polluantes, le faire régler pour réduire les émissions, et, éviter de laisser tourner le moteur en cas de non nécessité.



CHAPITRE II: COMPARAISONS ECONOMIQUES

La toute première chose à souligner, c'est que lorsque la puissance est élevée, le rendement thermodynamique est largement augmenté. Et, le rendement financier devient encore plus élevé.

Paradoxalement, comme les pertes mécaniques sont élevées dues à une vitesse de rotation élevée, l'idée de longévité, de fiabilité et d'économie de carburant restent encore relative.

La recherche de progrès à toujours un prix, et engendre un impact économique de plus en plus important sur :

❖ **Le prix d'achat et de revente du moteur :**

Une voiture Diesel neuve est plus chère à l'achat qu'une voiture essence neuve d'environ 10%.

Une voiture Diesel d'occasion se vendra plus chère et plus facilement qu'une voiture d'occasion essence.

❖ **La rentabilité et l'amortissement :**

L'amortissement du prix d'achat d'une voiture Diesel, et donc sa rentabilité, peut se calculer à partir du nombre de kilomètres parcourus et de la différence de prix entre les carburants.

Le prix de revente influence également le calcul.

❖ **Le carburant :**

Le prix du litre de carburant est à l'avantage du Diesel, en raison d'une fiscalité moins lourde.

Un litre de Diesel est en effet en moyenne 10% moins cher qu'un litre d'essence, même si cette différence tend à s'estomper, voir même à s'inverser.

En effet, depuis quelques mois, le prix du Diesel augmente plus vite que le prix de l'essence, du fait de la demande croissante des automobilistes (principe de l'offre et de la demande).

Il est de plus en plus fréquent de voir le litre de Diesel à un prix très proche du litre d'essence.

❖ La consommation et l'autonomie :

Une voiture Diesel consomme entre 15% et 25% de carburant de moins, à puissance équivalente, qu'une voiture essence.

L'autonomie d'une voiture Diesel est donc supérieure à celle d'une voiture essence.

❖ L'entretien et l'usure :

L'entretien de la voiture est un paramètre souvent mal pris en compte lorsqu'il s'agit de comparer essence et Diesel.

Un moteur Diesel est plus lourd que son homologue essence, une voiture essence sera donc plus légère qu'une voiture Diesel équivalente.

L'usure des pneus et des plaquettes de freins sera donc plus rapide sur le modèle Diesel.

A contrario, un moteur Diesel tourne moins vite qu'un moteur à essence, son usure mécanique sera donc moindre. La réputation de longévité des moteurs Diesel vient de là.

Cependant, la quasi totalité des moteurs Diesel actuels sont équipés de turbocompresseurs, ce qui est beaucoup plus rare sur un moteur essence traditionnel (hors moteurs sportifs). Un turbo étant une pièce relativement fragile, les moteurs Diesel actuels sont sujets à d'avantage de problèmes que leurs aînés. Les Turbos cassés ou encrassés sont relativement courant, d'autant plus si un minimum de précaution n'a pas été pris, notamment lorsque le moteur est froid. Etant donné le prix d'un turbo, généralement plus de 1.000 € avec la main d'œuvre, c'est un élément à prendre en compte dans le calcul du coût d'entretien global d'un véhicule Diesel.

Enfin, on peut dire que les machines équipées de moteur Diesel sont aujourd'hui plus demandées que les machines équipées de moteur à essence. En effet, les constructeurs s'attèlent beaucoup plus à trouver des compromis entre la réduction de la cylindrée et le maintien de la performance, la maîtrise des paramètres de combustions et le traitement des gaz d'échappement. Pour cela, la production de turbine de plus en plus sophistiquée est à la pointe des recherches entreprises. Néanmoins, elle est concurrencée par les nouvelles technologies à système de



propulsion, Hybride, électrique, piles combustibles qui équiperont les voitures de demain.



CONCLUSION

Où nous sommes à la fin de cette étude ? Nous pensons qu'il est possible de faire évoluer le moteur et trouver un compromis entre consommer moins et augmenter la puissance moteur.

Une limite nous est quand même apparue dans notre travail, pour ce qui concerne le rendement η . Nous avons pu constater qu'il est presque impossible d'atteindre un rendement maximal $\eta = 1$ au risque de détruire le moteur.

Néanmoins, nous avons pu constater qu'en faisant varier les différents paramètres $\varepsilon, \eta, \Delta$ nous pourrions agir sur l'amélioration des travaux mécaniques d'un moteur alternatif à combustion interne.

Et qu'à cylindrée égale, un moteur Diesel et un moteur à explosion, le Diesel est le plus performant malgré sa réputation de moteur lourd, sale et polluant.



BIBLIOGRAPHIE

- [1]: J. CHAGETTE, Collection : DUNOD, *Technique Automobiles*
- [2]: MICHEL GRADADOUR, *Moteurs thermiques*
- [3]: M DEBOIS, R. ARMAS, Edition. Foucher *Le moteur diesel*
- [4]: Observation régionale de santé d'Ile de France, *Pollution de l'air et santé*
- [5]: PHILIPPE ARQUES, *Conception et construction des moteurs alternatifs*
- [6]: PHILIPPE ARQUES, *Moteur alternatif à combustion interne*
- [7]: Technique de l'ingénieur, *Contrôle de la pollution de l'air atmosphérique par les véhicules automobiles.*

WEBOGRAPHIE

- [1]: www.Actua-Auto.com
- [2]: www.alpher.com
- [3]: www.automobile.club
- [4]: www.econologie.net
- [5]: www.ifp.com
- [6]: www.lepoint.fr
- [7]: www.motorlegend.com
- [8]: www.wikipédia.com

**TABLE DES MATIERES**

INTRODUCTION

PARTIE I : INTRODUCTION SUR LES MOTEURS THERMIQUES

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES MOTEURS A COMBUSTION.....2

I.1 Historique.....	2
I.2 Définitions des moteurs thermiques.....	2
I.3 Principe de fonctionnement.....	3
I.3.1 Système de fonctionnement des moteurs thermiques.....	3
I.3.2 Déroulement du cycle.....	3
I.3.3 Tableau comparatif.....	6

CHAPITRE II : LES ORGANES CONSTITUTIFS DES MOTEURS THERMIQUES..... ..7

II.1 Les organes constitutifs des moteurs thermiques.....	7
II.1.1 Les organes fixes.....	7
II.1.2 Les organes mobiles.....	8
II.2 Caractéristiques des combustibles.....	9
II.2.1 Les constituants principaux des combustibles.....	10
II.2.2 Tableau comparatif des carburants.....	10

PARTIE II : ETUDES DES MOTEURS CHOISIS

CHAPITRE I : CARACTERISTIQUES DES MOTEURS CHOISIS.....12

I.1 Spécificités des moteurs.....	12
I.2 Calcul des paramètres thermodynamiques des moteurs.....	12
I.2.1 Moteur diesel.....	13
I.2.2 Moteur essence.....	15
I.2.3 Tableau comparatif.....	17
I.3 Diagramme de fonctionnement des moteurs.....	17
I.3.1 Diagramme théorique.....	18
I.3.2 Diagramme réel.....	19

CHAPITRE II : COMPARAISON DES MOTEURS D'ESSAI

II.1 Expression du travail mécanique.....	20
II.1.1 Moteur diesel.....	20
II.1.2 Moteur à essence.....	23
II.2 Avantages et inconvénients.....	25
II.2.1 Diesel.....	25
➤ Avantages.....	25
➤ Inconvénients.....	25
II.2.2 Essence.....	26
➤ Avantages.....	26
➤ Inconvénients.....	26
II.3 Comparaison et discussion au niveau des paramètres.....	26



II.3.1	Identifications et définitions des paramètres.....	26	
II.3.2	Discussion et comparaison.....	27	
II.4	Autres améliorations possibles des travaux mécaniques.....	31	
II.4.1	Technologiques.....	31	
II.4.2	Energétiques.....	33	
II.5	Pollution.....	33	
II.5.1	Pollution du moteur Diesel.....	33	
II.5.2	Pollution du moteur à essence.....	34	
II.5.3	Comparaison de la pollution.....	35	
 PARTIE III : VOLETS ECONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTAL			
 CHAPITRE I : PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT.....			36
I.1	Quelques définitions.....	36	
I.2	Etudes des effets néfastes des moteurs thermiques sur l'environnement.....	37	
I.2.1	Les fumées.....	37	
I.2.2	Les odeurs.....	37	
I.2.3	Les bruits.....	38	
I.2.4	Les effets de serre.....	38	
I.2.5	Problème d'ozone.....	39	
I.3	Mesures à prendre pour minimiser ces effets dangereux.....	39	
 CHAPITRE II : COMPARAISON ECONOMIQUE.....			41
 CONCLUSION.....			43
 BIBLIOGRABHIE.....			44
 TABLE DES MATIERES.....			45

Auteur: Zo Idealy ANDRIANJAFIMANANA

Adresse: Logt 510 cité Ambodin'Isotry

Tél : 034 15 637 25

Titre : « Etude comparative d'un moteur Diesel et moteur à explosion sur l'amélioration des travaux mécaniques ».

Nombre de pages : 43

Nombre de figures : 09

Nombre de tableau : 09

RESUME

Ce travail a pour objectif de comparer et de faire tendre les travaux mécaniques d'un moteur Diesel et d'un moteur à explosion jusqu'à une limite maximale possible. D'où, on a utilisé des moteurs en bon état de marche pour avoir un résultat jugé plus proche de la réalité. Cette comparaison nous a aussi, d'une part, permis de connaître les problèmes de pollution provoqués par la combustion dans la chambre de combustion des moteurs thermiques et, d'autre part, nous a donnée l'occasion de comparer les avantages économiques à l'utilisation des deux moteurs. Et, un jour s'il fallait rêver, pourrions nous poursuivre ce travail avec des moteurs déjà performant, et savoir réellement jusqu'à quelle limite pourrions nous avoir un rendement égal à 1.

ABSTRACT

This work has for objective to compare and to make explosion aim the mechanical works of a motor Diesel and a motor until a possible maximal limit. Of where, one used some motors in good working order to have a result judged more close to the reality. This comparison also has us, on the one hand, permitted to know the problems of pollution provoked by the combustion in the room of combustion of the thermal motors and, on the other hand, gave us the opportunity to compare the economic advantages to the use of the two motors. And, one day if it was necessary to dream, could already continue this work with motors effective, and to know really until what limit could have ourselves an output equal to 1.

Rubrique: Thermique

Mots clés: Moteur Diesel, Moteur à explosion, travail mécanique

Directeur de mémoire: Monsieur RASOLOFOARINDRIAKA Allain