

République Algérienne Démocratique et Populaire

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique**



Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued



FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE

Mémoire de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de

LICENCE ACADEMIQUE

Domaine: Sciences et Technologies

Filière: Génie mécanique

Spécialité: Energétique

Thème

**Etude comparative entre un moteur essence et un
moteur diesel**

Devant le jury composé de :

..... Président
..... Examineur
..... Examineur
Gherbi .M.Tahar Encadreur

Présenté par :

- Labiod Larbi
- Djouadi Bachir
- Aroua Salah

2014-2015



Remerciements

*Nous remercions en premier lieu **ALLAH** de nous
'avoir donné cette volonté de toujours atteindre les
objectifs que nous nous suivons fixé ...*

*Nous remercions "**Gherbi Mohammed Tahar**"
pour tous les efforts qu'il a fournies pour mettre se
travail à terme ...*

*Nous remercions toutes les personnes qui ont
participé de près ou de loin à l'élaboration de ce
projet ...*



DÉDICACES

*Je dédie ce modeste travail:
A ma source de bonheur :*

Mon père, ma mère pour leurs amour, leur bonté, leur sacrifice, leurs encouragements perpétuels, leur soutien. puisse Dieu prolonger leur vie dans le bonheur.

Ma grand mère

Mes frères Abderrazak et Sad et Mohammed et mes sœurs Manal... et mon oncle Laide et petite famille Hamza et tout la famille.. et à la deuxième ma mère "Fatima Aouine" Mon avis sur la vie

Et aussi pour toute l'équipe de Ness el Khir El oued

Mes amis Bachir et Salah et Mofdi et Seddik et Mohammed et Abdessattar...

Pour tous mes amis de notre quartier

Labioud Larbi

DÉDICACES

Je dédie ce modeste travail:

A ma source de bonheur :

Mon père, ma mère pour leurs amour, leur bonté, leur sacrifice, leurs encouragements perpétuels, leur soutien. puisse Dieu prolonger leur vie dans le bonheur.

Ma grand mère

Mes frères Ahmed et Abdelkader et Abdelwahab et Mohammed Ali et Youssef

Et aussi pour toute l'équipe de Ness el Khir El oued

Mes amis Larbi et Seddik et Mohammed et Salah et Bachir et Mofdi et Saide et Saci...

Pour tous mes amis de notre quartie

Djouadi Bachir

DÉDICACES

Je dédie ce modeste travail:

A ma source de bonheur :

Mon père, ma mère pour leurs amour, leur bonté, leur sacrifice, leurs encouragements perpétuels, leur soutien. puisse Dieu prolonger leur vie dans le bonheur.

Ma grand mère

Mes frères omar et Said et Mohammed et mes sœurs et mon tantes et oncles et tout la famille

Et aussi pour toute l'équipe de Ness el Khir El oued

Mes amis Larbi et Bachir et Mohammed et Abdessattar et Mofde et Seddik et abderrazak et alhabib

Pour tous mes amis de notre quartier

Aroua Salah

Résumé :

Les principales différences entre le moteur diesel et le moteur essence se trouvent au niveau de la compression qui est très forte pour le moteur diesel, 20 à 35 bar par contre 8 à 12 bar pour

l'essence, et de la température, 600°C par contre 300°C.

L'injection et la combustion se font de manière très différente : injection sous forte pression provoquant l'auto-inflammation pour le diesel alors qu'une étincelle électrique se charge d'enflammer le mélange air/essence.

Mot clé : moteur. essence. diesel. combustion

Summary:

A key difference between the diesel engine and the gasoline engine located at level of compression that is very strong for diesel, 20 against 35 bar 8-12 bar gasoline, and temperature , 600 ° C against 300 ° C.

The injection and combustion are very differently : under high injection pressure causing self-ignition of diesel while an electric spark load to ignite the air / fuel mixture.

Key word: motor. Essence .diesel .combustion

ملخص :

الفرق الرئيسي بين محرك الديزل و محرك البنزين يقع في مستوى الضغط الذي هو قوي جدا على وقود الديزل ، و 20 مقابل 35 بار 8-12 بار البنزين ، ودرجة الحرارة ، 600 درجة مئوية ضد 300 درجة مئوية. الحقن و الاحتراق و مختلف جدا : تحت حقن عالية الضغط يسبب الاشتعال الذاتي من وقود الديزل في حين أن شرارة كهربائية تحميل لإشعال خليط الهواء / الوقود .

الكلمة : محرك .بنزين.مازوت.احتراق

Liste De figure

Figure	Titer	Page
I-1	Schéma d'un moteur essence	04
I-2	Schéma d'un moteur 4cylindre	04
I-3	Les élément du moteur essence 4temps	05
I-4	Schéma d'un moteur Diesel à injection direct	07
I-5	L'admission d'air	08
I-6	La compression d'air	09
I-7	L'explosion	09
I-8	L'échappement	10
II-1	Quatre temps d'un moteur essence	14
II-2	Cycle d'admission	14
II-3	Cycle à compression	15
II-4	Cycle à explosion-d'etente	15
II-5	Cycle échappement	15
II-6	Cycle de beau de rochas	16
II-7	Cycle théorique d'un moteur essence	17
II-8	Cycle réel d'un moteur essence	17
II-9	Cycle moteur à essence montre travail	18
II-10	Courbe rendement l'importance du rapport volumétrique	19
II-11	quateur temps de moteur diesel	20
II-12	Cycle d'admission	21
II-13	Cycle à compression	21
II-14	Cycle à explosion-d'etente	21
II-15	Cycle échappement	22
II-16	Cycle théorique de moteur diesel	22
II-17	Cycle réel de moteur diesel	22

Liste De Tableau

Tableau	Titer	Page
III.1	Etude comparative de d'un fonction et fonctionnement	26
III.2	Etude comparaison entre les deux cycles théorique	27
III.3	Etude comparaison entre les deux cycles réels	28
III.4	Etude comparaison les deux parti de calcul	29

Nomenclature

Symbols	Significations	Unites
C_p	Capacités thermiques massiques à pression constants	$J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \cdot kg$
C_v	Capacités thermiques massiques à volume constants	$J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \cdot kg$
p	Pression	bar
H	Enthalpie	J
T	Température	K
V	Volume	m^3
Q_1	Quantité de chaleur chaude	J
Q_2	Quantité de chaleur froid	J
n	Le nombre de centres commerciaux	mol
W	Travail	J
W_C	Travail de compression	J
W_d	Travail de détente	J
W_f	Travail fournie	J
$W_{tot.}$	Travail total	J
ε_c	Rapport de compression	-
ε_d	Rapport de détente	-
η_{th}	Rendement thermique	%
α	Rapport volumique	-

Sommaire

Introduction générale	1
-----------------------------	---

CHAPITRE I : Généralité Sur Le Moteur A Combustion Interne

I.1.Introduction.....	2
I.2 Historique du moteur.....	2
I.3-Les moteurs à combustion interne	2
I.3.a- Moteur à explosion	2
I.3.b- Moteur à combustion.....	3
I.4-Types de moteur combustion interne	3
I.5 -Moteur a essence.....	3
I.5.a-Principe.....	4
I.5.b- Les avantages du moteur à explosion essence.....	5
I.5.c -Les inconvénients du moteur à explosion essence.....	6
I.6- Les Moteur diesel.....	7
I.6.a-classification du moteur diesel.....	7
I.6.b -Le Principe.....	8
I.6.c- Les temps du moteur diesel.....	8
I.7-Les avantages du moteur diesel.....	10
I.8-Les inconvénients du moteur diesel.....	10
I.9-Conclusion.....	11

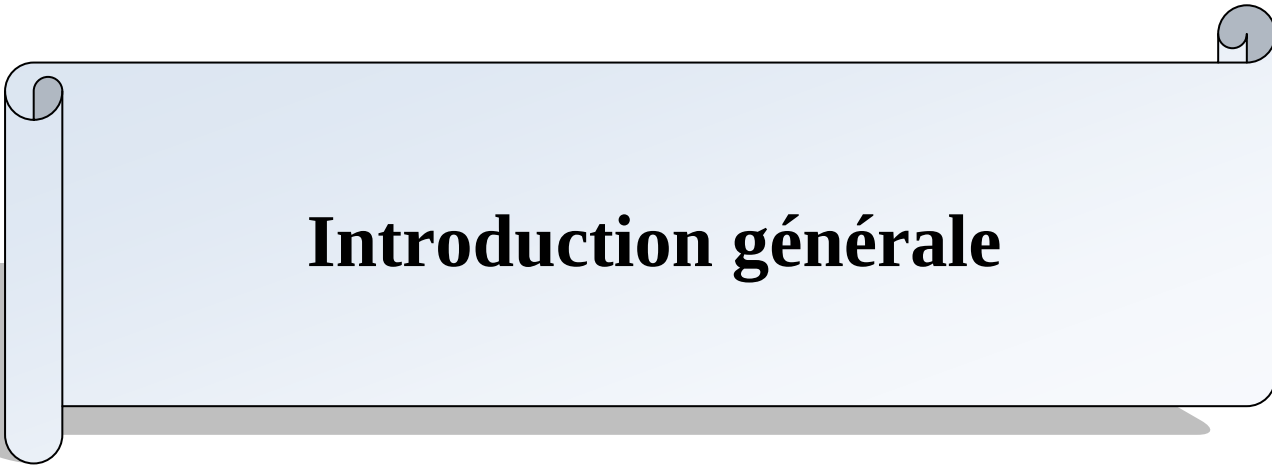
CHAPITRE II : Etude Thermodynamique D'un Moteur Combustion Interne

II.1.Introduction.....	12
II.2.Définition de la thermodynamique.....	12
II.3.Langage thermodynamique.....	12
II.3.a. Système.....	12
II.3.b. Milieu extérieur.....	12
II.4.Système thermiquement isolé	12

II.4.a. Système ouvert	12
II.4.b. Système fermé	12
II.4.c. Etat d'un système	13
II.4.d. Etat d'équilibre	13
II.5. Transformation	13
II.5.a. Transformation isotherme.....	13
II.5.b. Transformation adiabatique	13
II.5.c. Transformation isochore	13
II.5.d. Transformation isobare	13
II.5.e. Représentation graphique d'une transformation.....	13
II.6. Cycle de Beau de Rochas.....	14
II.6.a. Description.....	14
II.6.b. Cycle de Beau de Rochas : description.....	16
II.7 .Validité des hypothèses	17
II.7.a. Rapidité de transformations adiabatiques.....	17
II.7.b. Réversibilité.....	17
II.8. parti calcul.....	17
II.8.a. Calcul des travaux.....	17
II.8.b. Calcul du rendement.....	18
II.8.c. Evolution du rendement en fonction du rapport volumétrique ε	19
II.9. Conclusion.....	19
II.10. Cycle diesel.....	20
II.10.a. Description.....	20
II.10.b. Calcul des températures T_C , T_D et T_E en fonction de T_B	23
II.10.c. Calcul des travaux	23
II.10.d. Calcul Du Rendement.....	23
II.11. Conclusion	24

CHAPITRE III: Etude Comparative D'un Moteur à Essence Et Moteur Diesel

III.1.Introduction.....	25
III.2.Etude comparative d'un fonction et fonctionnement	26
III.3.Etude Comparative Thermodynamique.....	26
III.3.a. Etude Comparative du cycle théorique.....	27
III.3.b. Etude Comparative de cycle réel.....	28
III.3.c. Etude Comparative de parti calcul.....	29
III.4.Comparaison coûts d'utilisation des moteurs essence/diesel	30
III.4.a.la méthode.....	30
III.4.b. Combustible.....	30
III.4.C. Entretien.....	31
II.4.D. Pièces de rechange.....	31
II.5.Conclusion.....	32
Conclusion générale.....	33
Bibliographies	34



Introduction générale

Introduction générale

Un moteur thermique à combustion interne est un organe transformateur d'énergie. Il transforme l'énergie thermique produite par la combustion (carburant + comburant) à énergie motrice mécanique

Il existe deux grands types de moteurs à combustion interne :

- * Moteurs à allumage commandé (moteur à essence)
- * Moteurs Diesel

Le moteur à essence est un moteur à combustion interne, principalement utilisé pour la propulsion des véhicules de transport (avion à hélice, automobile, moto, camion, bateau), pour une multitude d'outils mobiles (tronçonneuse, tondeuse à gazon) ainsi que pour des installations fixes (groupe électrogène, pompe).

L'Allemand Rudolf Diesel construisit en 1893 le premier prototype du moteur qui porte son nom. Il s'agissait d'un moteur à 4-temps dont le combustible est injecté directement à forte pression dans la chambre de combustion.

Ce type de moteur avec un taux de compression élevé a connu une expansion rapide en automobile à partir de 1990. Malheureusement la forte pollution produite par les moteurs diesel et les problèmes environnementaux grandissant ces dernières années ont contraint les grands constructeurs automobiles à trouver des solutions pour réduire cette pollution de manière notable et ainsi à respecter les normes qui à mesure que les années passent deviennent de plus en plus exigeantes.

CHAPITRE I :
Généralité Sur Le Moteur à
Combustion Interne

I.1.Introduction

Les moteurs à combustion interne font partie du groupe de moteurs à combustion jouant un rôle central dans la formation des ouvriers spécialisés, des techniciens et des ingénieurs. Ces moteurs servent souvent à propulser des véhicules et sont en outre utilisés lorsque des moteurs indépendants du réseau électrique sont nécessaires (par. ex. comme groupe de secours électrogène ou dans l'agriculture). GUNT propose quatre bancs d'essai différents pour faire connaissance avec les moteurs à combustion interne les plus utilisés actuellement pour l'essai en laboratoire. Les bases sont transmises de façon excellente sur des petits moteurs monocylindres tels que ceux utilisés sur les tondeuses à gazon (moteurs deux et quatre temps). Les moteurs automobiles sont étudiés avec notre banc d'essai pour quatre cylindres CT 400. Tous les bancs d'essai sont dotés d'un logiciel pour l'acquisition de données performant et permettent d'un enregistrement de courbes en pleine charge et en charge partielle.

I.2. Historique du moteur

Le principe du moteur à combustion interne a été énoncé par CARNOT en 1824. Plus tard plusieurs ingénieurs ont appliqué leurs efforts au développement de ce principe et à sa réalisation concrète. Grâce aux travaux de BEAU DE ROCHAS, d'OTTO et de RUDOLF DIESEL se rapportant à la période de 1876-1900 les grands perfectionnements du moteur à combustion interne ont été réalisés et ont permis les améliorations ultérieures qui le portent à ses performances actuelles.

La période contemporaine est caractérisée par le développement intense de nouvelles techniques dans les domaines des moteurs à piston rotatif et des turbomoteurs qui se distinguent par l'absence de pièces à mouvement alternatif et par leur grande vitesse de rotation. Malgré l'emploi encore limité de ces moteurs, les constructeurs leur attribuent un grand avenir.

I.3-Les moteurs à combustion interne :

Les moteurs à combustion interne transforment l'énergie calorifique latente du combustible en énergie mécanique.

Il existe deux types de moteur :

I.3.a- Moteur à explosion

La combustion est provoquée par l'apport de chaleur nécessaire au déclenchement du processus de combustion. Cette chaleur est produite, à un instant donné, par l'effet d'une étincelle électrique. Dans ce cas, la majorité des moteurs d'automobile utilisent l'essence comme combustible, celui-ci étant introduit dans les cylindres préalablement mélangé à l'air et ce mélange est réalisé par un dispositif appelé carburateur ; ils sont dits " moteurs à explosion " ou simplement " moteur à essence "

Au lieu d'être alimentés à l'aide d'un carburateur qui effectue le mélange carburé, certains moteurs peuvent être alimentés par une pompe d'injection : on les appelle "moteurs à injection d'essence"

Selon l'organisation du constructeur le moteur peut fonctionner soit en cycle de 4 temps, soit en 2 temps.

Il est 4 temps quand chaque temps du cycle à savoir : l'admission, la compression, l'explosion et détente, et enfin l'échappement correspond à quatre courses complètes du piston, soit de haut en bas, soit de bas en haut pendant un cycle, le piston fait quatre courses, deux descendantes et deux ascendantes ; la manivelle fait deux révolutions autour de l'arbre moteur, et ce dernier exécute deux tours complets autour de son axe.

I.3.b- Moteur à combustion

Ainsi quand les moteurs sont organisés pour utiliser un combustible lourd comme le gazole, le combustible est injecté, à un instant donné, dans les cylindres à l'aide d'une pompe d'injection en fin de compression très élevée d'air pur et préalablement admis. La chaleur nécessaire à l'inflammation est obtenue par la compression de l'air. Donc ceci n'a pas besoin du carburateur pour le mélange ; le combustible est injecté dans le cylindre sous forme de vapeur à l'aide de la pompe d'injection.

Comme dans le moteur à explosion, les cycles de 4 temps et 2 temps existent aussi dans le moteur diesel.

I.4-Types de moteur combustion interne :

- Moteur à essence
- Moteur diesel
- Turbine à gaze

I.5 - Moteur à essence

dans lesquels la combustion de l'essence est amorcée par l'étincelle

d'une bougie ; ils possèdent un système d'allumage commandé ; le mélange d'air et d'essence pouvant se faire

- Soit par injection.
- Soit par carburateur (depuis le 01/01/93, tous les véhicules neufs vendus en Europe sont équipés d'un système d'injection).



Figure I.1: Schéma d'un moteur essence

I.5.a-Principe

Ce cycle a été défini par Beau de Rochas en 1862 puis mis en œuvre par Étienne Lenoir en 1883. Il est composé de quatre étapes au cours desquelles le piston effectue quatre mouvements linéaires :

- admission du mélange
- compression
- combustion/détente
- échappement

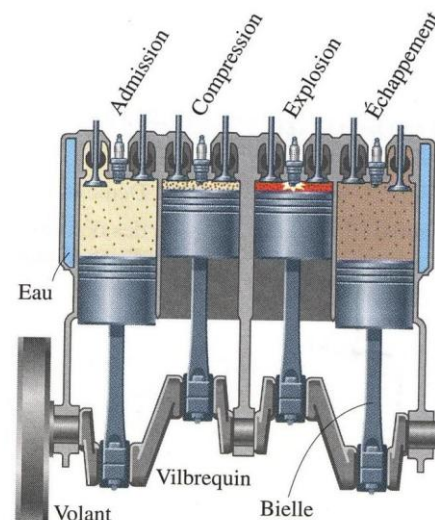


figure I.2: Schéma d'un moteur 4cylindre

Le cycle commence à un point mort haut, où le piston est à son point le plus élevé. (figure I-3)

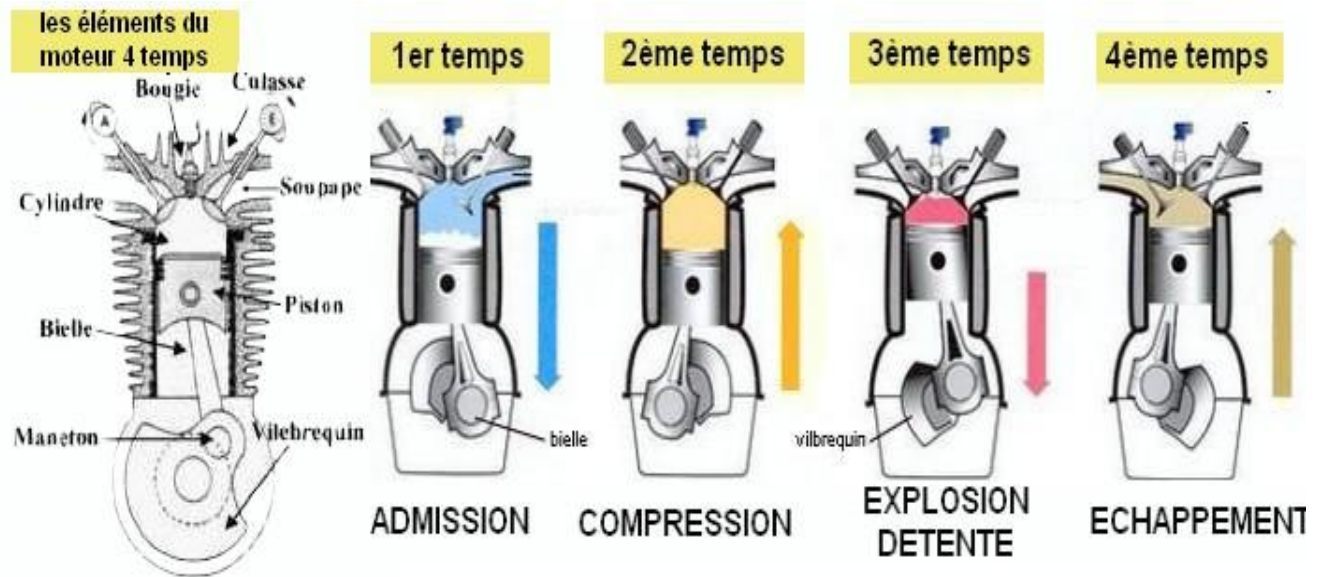


Figure I.3 :les éléments du moteur essence 4temps

-**Le 1er temps est le temps d'admission** : le piston descend tandis qu'un mélange d'air et de carburant est introduit dans le cylindre.

Dans cette phase, le piston passe du PMH (point mort haut) au PMB (point mort bas). Du fait de l'augmentation de volume dans le cylindre, la pression diminue dans l'espace au-dessus du piston. Il se développe ainsi une différence de pression entre l'air extérieur et l'intérieur du cylindre

De ce fait, un mélange air-carburant peut s'introduire dans l'intérieur du cylindre. La formation du mélange commence avant la soupape d'admission.

- **Le 2ème temps est le temps de compression** : la soupape d'admission se ferme, le piston remonte et comprime le mélange. Pendant le temps de compression, les deux soupapes (admission et échappement) sont fermées. Le piston passe du PMB au PMH. Le mélange au-dessus du piston est à présent comprimé

Ceci entraîne une augmentation de la pression et de la température du mélange

-**Le 3ème temps est le temps de travail** : une étincelle (sur les moteurs à essence) ou la chaleur produite par la compression (sur les moteurs Diesel) enflamme le mélange. L'explosion repousse le piston vers le bas, ce qui entraîne le vilebrequin.

-**Le 4ème temps est le temps d'échappement** : la soupape d'échappement s'ouvre, le piston remonte du PMB au PMH et expulse les gaz brûlés hors du cylindre via la soupape d'échappement ouverte. Quand le piston a atteint sa position haute, un nouveau temps d'admission commence et le cycle se répète.

I.5.b- Les avantages du moteur à explosion essence

Les principaux avantages du moteur à explosion sont :

-Les premiers moteurs à explosion se sont imposés dans le monde automobile grâce notamment au carburant. Il n'était plus nécessaire de traîner sa tonne de charbon en plus d'une citerne d'eau pour espérer avancer à une vitesse raisonnable.

-La facilité d'utilisation et de maintenance de ce type de moteur explique également son succès. Aussi, ces moteurs ne sont pas délicats et fonctionnent sans problème avec divers carburants, sans qu'il soit nécessaire de procéder à des modifications importantes. L'essence peut être remplacée par de l'alcool ou du gaz.

-En plus, un moteur à explosion essence présente plusieurs avantages par rapport à son principal « concurrent », le moteur diesel [II)2a)], sur le marché depuis quelques décennies.

-Les composants mécaniques d'un moteur diesel doivent être surdimensionnés en raison des très hautes pressions et des températures. Ainsi, un moteur Diesel est plus lourd qu'un moteur à explosion essence. Une voiture essence sera donc plus légère qu'une voiture Diesel équivalente. L'usure des pneus et des plaquettes de freins sera donc par conséquent plus rapide sur le modèle Diesel.

-Le moteur essence est relativement plus silencieux qu'un moteur diesel. Dans un moteur diesel l'explosion du mélange air-carburant (gazole), par auto-inflammation, provoque une onde de choc importante dont le bruit ressemble à une sorte de claquement.

Généralement, le moteur à allumage commandé est plus vif lorsqu'il est froid par rapport à un moteur diesel, car l'allumage se fait par l'intermédiaire d'une bougie. Le démarrage à froid est meilleur pour un moteur à explosion essence.

-Il est aussi plus facile d'obtenir une puissance plus importante en raison d'un régime moteur maximal environ une fois et demie supérieur à celui des moteurs Diesel pour les moteurs d'automobiles courant.

-Une voiture essence neuve est moins chère à l'achat qu'une voiture diesel neuve (environ 10%) et rejette moins d'oxydes d'azote (NOx) qu'un moteur diesel.

I.5.c -Les inconvénients du moteur à explosion essence

Les principaux inconvénients du moteur à explosion sont :

-La combustion entraîne le rejet de gaz potentiellement polluants (CO_2 , HC, CO, NO_2 ...). Ils sont, malgré des aménagements spécifiques, désignés comme principales sources de pollution des villes. En effet, le rejet des gaz polluants des moteurs sont une des causes de la pollution atmosphérique (composée principalement de CO_2 , NO_2) de plusieurs grandes villes comme Pékin ou Tokyo. Près de 25% de cette pollution atmosphérique est due aux automobiles (au total, 30% est due aux transports et 50% à l'industrie). Cependant, dans quelques années, le rejet de CO_2 des automobiles devrait dépasser en quantité celui des industries et passer ainsi en première place au niveau de l'émission de CO_2 dans l'atmosphère. Les moteurs automobiles sont donc parmi les principaux responsables aujourd'hui de l'accumulation des gaz à effet de serre.

I.6- Les Moteur diesel

Créé en 1897, par l'ingénieur Rodolphe Diesel, le moteur diesel se développe rapidement à partir des années 1927 grâce à l'invention de la pompe à injection par Robert Bosch. dont la combustion est déclenchée par l'injection de gazole sous pression dans de l'air fortement comprimé (T° élevée) ; il se produit alors une auto-inflammation, ce qui signifie que le mélange s'enflamme spontanément.

Le moteur diesel fonctionne grâce au principe d'auto-inflammation du carburant, selon les 4 étapes suivantes :

- Admission de l'air dans la chambre de combustion.
- Compression de l'air puis injection du carburant.
- Combustion par auto-inflammation du mélange puis détente.
- Echappement des gaz brûlés.

I.6.a-Classification du moteur diesel:

- moteur diesel injection direct
- moteur diesel injection indirect

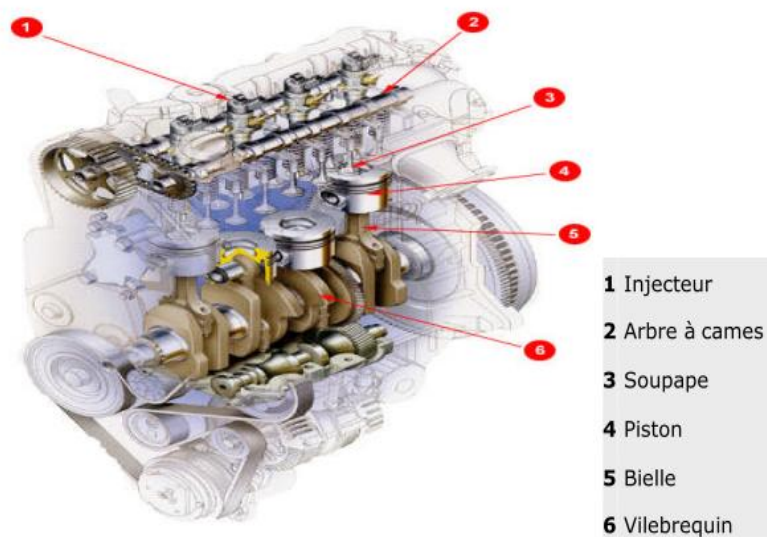


Figure I.4 : Schéma d'un moteur Diesel à injection direct

I.6.b -Le Principe:

Un moteur Diesel fonctionne différemment d'un moteur à essence. Même si leurs principaux organes sont semblables et s'ils respectent le même cycle à quatre temps, un moteur Diesel et un moteur à explosion présentent des différences sensibles, en particulier dans la façon dont le mélange carburé y est enflammé et dans la manière dont la puissance délivrée y est réglée. Dans un moteur à essence, le mélange carburé est enflammé par une étincelle électrique. Dans un moteur Diesel, l'allumage est obtenu par une auto-inflammation du carburant à la suite de l'échauffement de l'air sous l'effet de la compression. Un rapport volumétrique normal est de l'ordre de 20 à 1 pour un moteur Diesel (alors qu'il est de 9 à 1 pour un moteur à essence). Un tel taux de compression porte la température de l'air dans le cylindre à plus de 450 °C. Cette température étant celle de l'auto-inflammation du gasoil, celui-ci s'enflamme spontanément au contact de l'air, sans qu'il y ait besoin d'une étincelle, et, par conséquent, sans système d'allumage.

I.6.c- Les temps de moteur diesel:

Le fonctionnement est fait temps par temps dans chaque cylindre nous avons donc:

1^{er} Temps L'admission:

La soupape d'admission s'ouvre alors que le piston descend du point mort haut au point mort bas. L'air poussé par la pression atmosphérique entre dans la culasse.

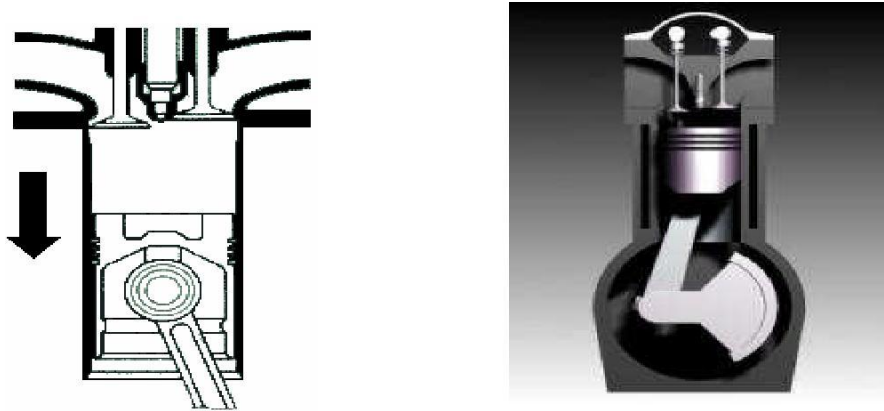


Figure I.5: L'admission d'air

2^{ème} Temps La compression:

Les deux soupapes sont fermées; le piston monte du point mort bas au point mort haut. Il comprime alors l'air admis dans le cylindre lors du temps précédent. L'air contenu dans le cylindre est porté à une température d'environ, 440°C par le fait qu'on le comprime.

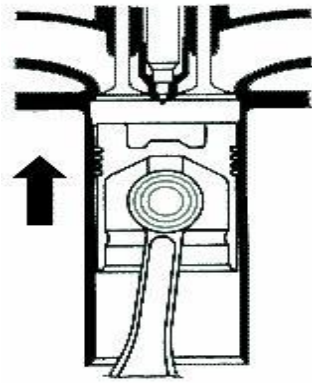


Figure I.6: La compression d'air

3^{ème} Temps L'explosion ou temps moteur :

Lorsque le piston arrive au point mort haut le gazoil est introduit sous pression dans le cylindre. La haute température de l'air comprimé provoque l'inflammation spontanée du carburant ce qui repousse le piston vers le bas.

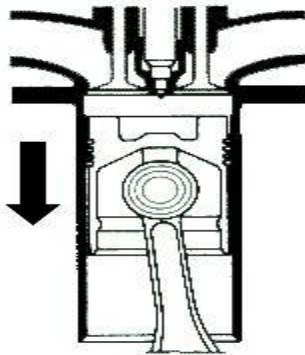


Figure I.7: L'explosion

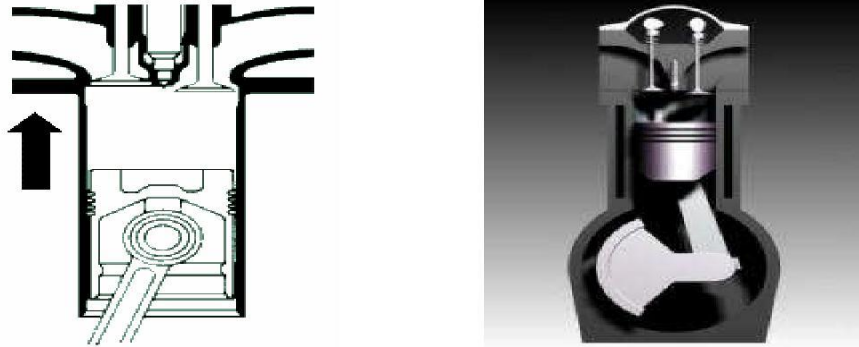
4^{ème} Temps L'échappement:

Figure I.8: L'échappement

La soupape d'échappement s'ouvre alors que le piston remonte du point mort bas vers le point mort haut, les gaz brûlés sont alors chassés par le piston.

I.7-Les avantages du moteur diesel:

- Le rendement thermique est plus élevé car le taux de compression est plus élevé. Une plus grande proportion de chaleur est convertie en travail. Le rendement thermique varie de 0,35 à 0,38 en version atmosphérique, et vaut 0,40 en version suralimentée.
- La consommation spécifique est de 200g /kW/h en moyenne au lieu de 330g /kW/h en essence.
- Le couple moteur est plus important et sensiblement constant aux bas régimes. (Principe de combustion, bon remplissage des cylindres).
- Le combustible est moins cher.
- Les risques d'incendie sont moindres car le point d'inflammation du gazole est plus élevé que celui de l'essence.
- Les gaz d'échappement sont moins toxiques car la combustion est plus complète (moins de CO et HC quasiment nuls).
- Durée de vie du moteur plus longue. (moins de CO et HC quasiment nuls).
- Durée de vie du moteur plus longue.

I.8-Les inconvénients du moteur diesel:

- Le moteur doit être plus solide, avec des organes plus largement dimensionnés.
- L'étanchéité entre le cylindre et le piston est plus difficile à réaliser.
- Le démarrage à froid est délicat.
- Le refroidissement est plus élaboré pour la tenue des métaux.
- Le graissage est plus délicat (hautes températures et charges plus élevées des organes mobiles).
- Le prix du moteur est élevé (pompe d'injection et injecteurs sont des organes de précision).
- Les problèmes de viscosité du carburant aux basses températures.
- Le moteur est plus bruyant.
- L'odeur

I.9 Conclusion :

Dan ce chapitre en étudie la conception de moteur a combustion interne et différent type de ce moteur .

CHAPITRE II :
Etude Thermodynamique D'un
Moteur à Combustion Interne

II.1.Introduction

La thermodynamique traite des propriétés et des transformations de systèmes macroscopiques (dits thermodynamiques) mettant en jeu la température et la chaleur.

Les principes thermodynamiques expriment des restrictions universelles que la nature impose à ses transformations

La thermodynamique est une théorie extrêmement générale applicable à des systèmes possédant des caractéristiques mécaniques, chimiques ou physiques complexes (matériaux, organismes vivants, la Terre, l'Univers, ...).

Tout système fermé peut échanger de l'énergie avec le milieu extérieur. Cela peut se faire directement à travers la paroi délimitant le système (on parle alors de "chaleur") ou bien par l'intermédiaire de forces extérieures agissant sur le système (on parle de "travail").

II.2.Définition de la thermodynamique

La thermodynamique est la description macroscopique des propriétés de la matière en termes de grandeurs physiques spécifiques

II.3.Langage thermodynamique

II.3.a. Système :

C'est un corps ou un ensemble de corps de masse déterminée et délimitée dans l'espace .

II.3.b. Milieu extérieur :



On considère le système dont on étudie les transformations et qu'on délimite par une frontière. Tout ce qui se trouve à l'extérieur de cette frontière est appelé milieu extérieur.

II.4.Système thermiquement isolé :

Le système n'échange ni énergie, ni matière avec le milieu extérieur .

II.4.a. Système ouvert

Le système échange de l'énergie et de la matière avec le milieu extérieur .

II.4.b. Système fermé

Le système échange uniquement de l'énergie avec le milieu extérieur .

II.4.c. Etat d'un système

L'état d'un système est déterminé par des variables qui le caractérisent à chaque instant .

Exemple : la pression P, la température T et le volume V sont des variables d'état

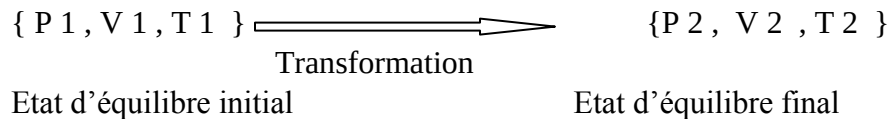
II.4.d. Etat d'équilibre

On dit qu'un système est en équilibre lorsque toutes ses variables d'état demeurent constantes au cours du temps .

II.5. Transformation

Une transformation est une opération qui modifie l'état d'un système, le faisant évoluer d'un état d'équilibre initial à un état d'équilibre final .

Exemple : Pour un fluide homogène, une transformation modifiera au moins une des trois variables : P, V ou T



Si les états intermédiaires successifs sont aussi des états d'équilibre, la transformation est quasi statique. Si en plus on peut inverser la transformation à chaque instant, la transformation est réversible sinon la transformation est irréversible (lorsque les états intermédiaires ne sont pas des états d'équilibre)

II.5.a. Transformation isotherme :

La température du système reste constante .

II.5.b. Transformation adiabatique :

Le système n'échange pas de chaleur avec le milieu extérieur .

II.5.c. Transformation isochore :

Le volume du système reste constant durant l'évolution .

II.5.d. Transformation isobare :

La pression du système ne change pas au cours de la transformation

II.5.e. Représentation graphique d'une transformation

Pour représenter une transformation, on utilise souvent le diagramme (P, V) appelé diagramme de Clapeyron

II.6.Cycle de Beau de Rocha

II.6.a. Description

Ce moteur à allumage commandé est un moteur à quatre temps : c'est le cycle théorique des moteurs à essence

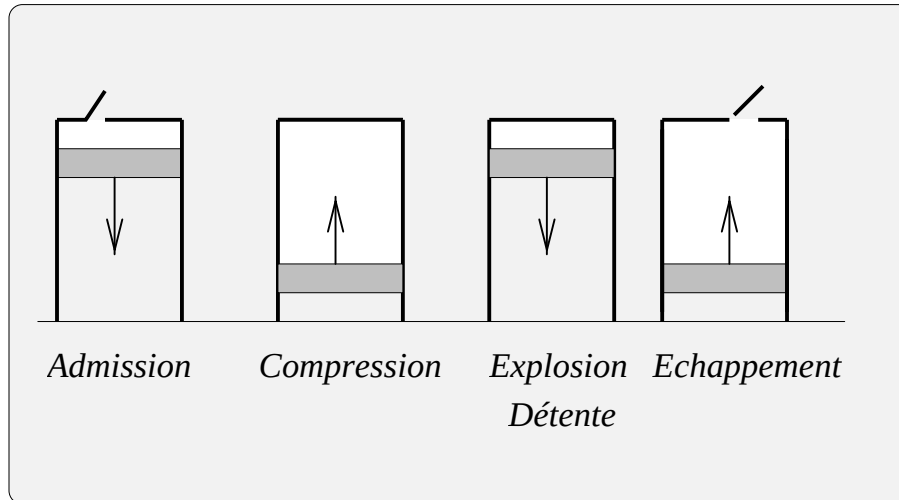


figure II.1: quatre temps d'un moteur essence

1^{er} temps : admission

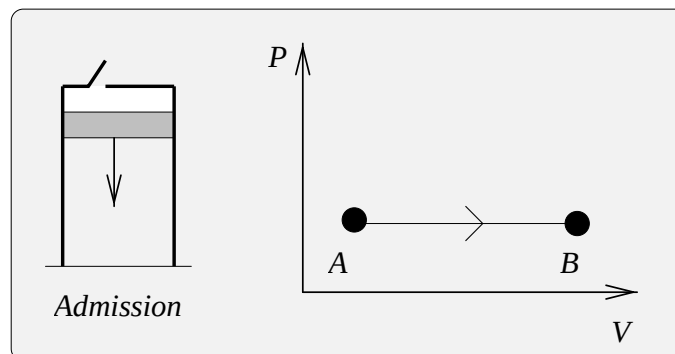


figure II.2: cycle d'admission

Le piston aspire le mélange gazeux à pression constante

2^e temps : compression

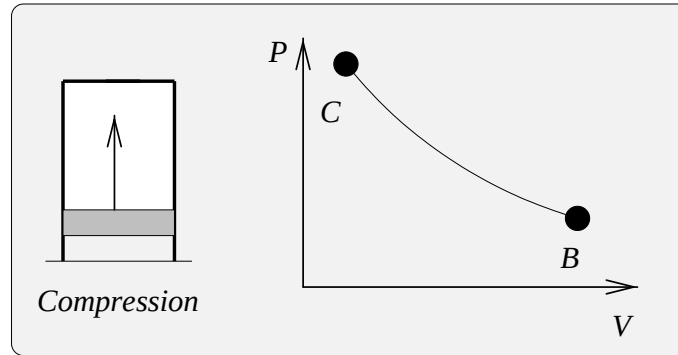


figure II.3: cycle à compression

Le piston comprime de façon **adiabatique** le mélange.

3^e temps : Explosion-détente

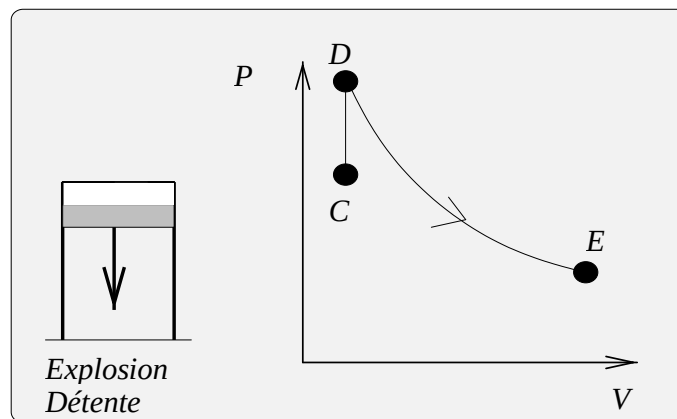


figure II.4: cycle à Explosion-détente

La combustion étant très rapide, le volume n'a pas le temps de varier : la pression augmente rapidement de C en D . Puis la combustion est suivie d'une détente adiabatique de D en E .

4^e temps: échappement

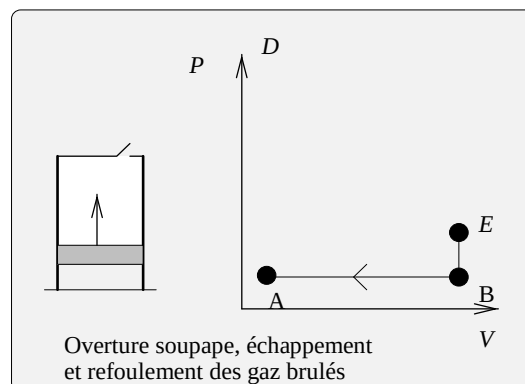


figure II.5: cycle échappement

Le piston se déplace en chassant à pression constante les produits de combustion jusqu'au moment où il revient au point de départ du cycle.

II.6.b. Cycle de Beau de Rochas : description

Ce cycle se compose de deux transformations **isentropiques** et de deux transformations **isochores**.

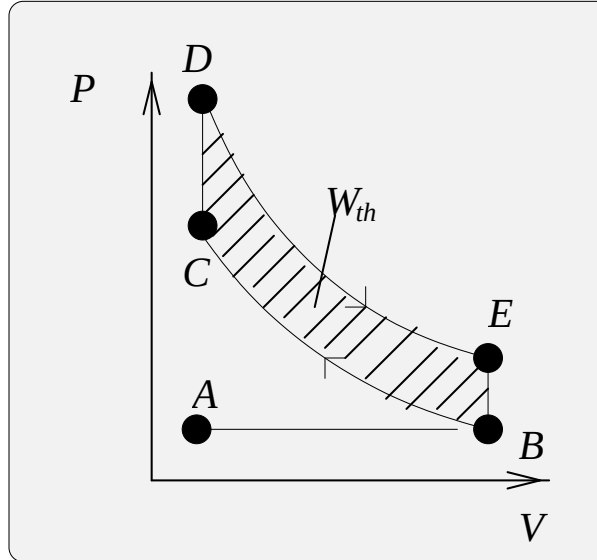


figure II.6: Cycle de Beau de Rochas

La surface de ce cycle ne dépend que de deux paramètres : $\varepsilon = \frac{V_B}{V_C}$

$$\delta = \frac{T_D}{T_C} = \frac{P_D}{P_C}$$

Déterminons les températures T_C , T_D et T_E en fonction de T_B , ε et δ

$$B \rightarrow C \text{ adiabatique} \Rightarrow T_B V_B^{\gamma-1} = T_C V_C^{\gamma-1} \quad (a)$$

$$D \rightarrow E \text{ adiabatique} \Rightarrow T_D V_D^{\gamma-1} = T_E V_E^{\gamma-1} \quad (b)$$

$$(a) \Rightarrow T_C = T_B \left(\frac{V_B}{V_C} \right)^{\gamma-1} = T_B \varepsilon^{\gamma-1}$$

$$T_C = T_B \varepsilon^{\gamma-1} \quad (II.1)$$

$$T_D = \delta T_C = T_B \delta \varepsilon^{\gamma-1} \quad (II.2)$$

$$(b) \Rightarrow T_E = T_D \left(\frac{V_D}{V_E} \right)^{\gamma-1} = T_D \left(\frac{V_C}{V_B} \right)^{\gamma-1}$$

$$= T_E \delta \varepsilon^{\gamma-1} \varepsilon^{\gamma-1} = T_B = T_B \delta$$

$$T_E = T_B \delta \quad (\text{II.3})$$

II.7 .Validité des hypothèses

II.7.a. Rapidité de transformations adiabatiques

Les transformations BC et DE ne peuvent être considérées comme des adiabatiques que si elles sont très rapides pour limiter le flux de chaleur vers le milieu extérieur.

Si l'on considère qu'un moteur d'automobile tourne à environ 4000 *tours/min*, le vilebrequin effectuant 2 tours par cycle, il y a 2000 *cycles/min*, soit une durée d'un cycle de $3 \cdot 10^{-2}$ s. La transformation est donc rapide.

II.6.b. Réversibilité

Les transformations du cycle ne seront réversibles que si la température des parois du moteur suivent les variations de température du système. Cette condition est impossible à réaliser car les parois doivent être refroidies (par circulation d'air ou d'eau) afin de ne pas subir de déformations. **Les transformations réelles sont donc irréversibles**

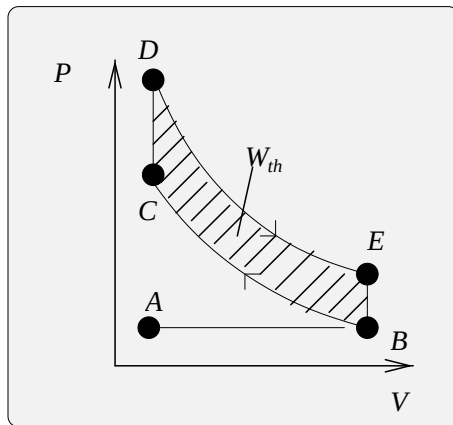


figure II.7: Cycle théorique d'un moteur à essence

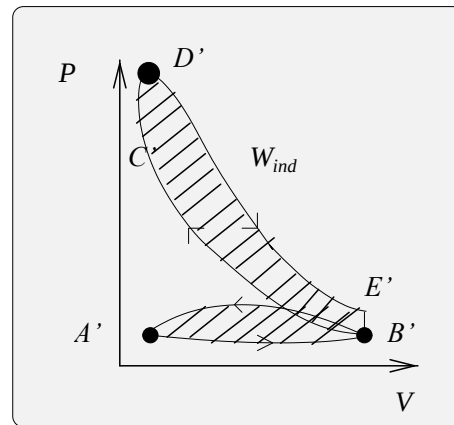


figure II.8: Cycle réel d'un moteur à essence

Dans le cas du cycle réel le travail de transvasement $A^0 B^0 A^0$ n'est pas nul.

II.8. Parti calcul

II.8.a. Calcul des travaux

Les travaux échangés pendant les opérations de transvasement AB et BA sont égaux et de signe opposés, ils s'annulent donc sur un cycle.

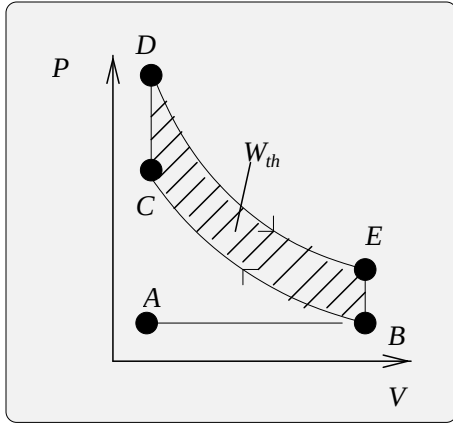


figure II.9: cycle moteur à essence montre travail

$$W_{tot.} = W_{BC} + W_{CD} + W_{DE} + W_{EB}$$

$$W_{tot.} = W_{BC} + W_{DE}$$

- Expression de W_{BC}

$$W_{BC} = \frac{P_C V_C - P_B V_B}{\gamma - 1} = \frac{C_V}{R} (P_C V_C - P_B V_B)$$

$$= C_V (T_C - T_B)$$

$$= C_V T_B (\epsilon^{\gamma-1} - 1)$$

- Expression de W_{DE}

$$W_{DE} = \frac{P_E V_E - P_D V_D}{\gamma - 1} = \frac{C_V}{R} (P_E V_E - P_D V_D)$$

$$= C_V (T_E - T_D)$$

Le travail total échangé par le gaz au cours d'un cycle est donc :

$$W_{DE} = C_V T_B (\epsilon^{\gamma-1} - 1) + C_V T_B (\delta - \epsilon^{\gamma-1} \delta)$$

$$= C_V T_B (\epsilon^{\gamma-1} - 1 + \delta - \epsilon^{\gamma-1} \delta)$$

$$= C_V T_B (\epsilon^{\gamma-1} (1 - \delta) - (1 - \delta))$$

$$= C_V T_B (1 - \delta) (\epsilon^{\gamma-1} - 1)$$

$$W_{tot} = C_V T_B (1 - \delta) (\epsilon^{\gamma-1} - 1) \quad (\text{II.4})$$

II.8.b. Calcul du rendement

En considérant que C_V est constant au cours d'un cycle, les quantités de chaleur échangées avec l'extérieur sont :

$$\Delta Q_{CD} = C_V (T_D - T_C)$$

$$\Delta Q_{EB} = C_V (T_B - T_E)$$

$$V = -\frac{W}{Q_{CD}} = \frac{Q_{CD} + Q_{EB}}{Q_{CD}} = 1 + \frac{Q_{EB}}{Q_{CD}}$$

$$= 1 + \frac{T_B - T_E}{T_D - T_C}$$

$$V = 1 + \frac{T_B - T_E}{T_D - T_C} = 1 - \frac{T_B(1 - \frac{T_E}{T_B})}{T_C(1 - \frac{T_D}{T_C})}$$

$$\frac{T_E}{T_B} = \frac{T_D}{T_C}$$

or :

- -Le rendement s'écrit donc :

$$V = 1 - \frac{T_B}{T_C} = 1 - \left(\frac{V_C}{V_B}\right)^{\gamma-1} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\gamma-1}} \quad (\text{II.5})$$

II.8.c. Evolution du rendement en fonction du rapport volumétrique ε

$$\eta = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\gamma-1}}$$

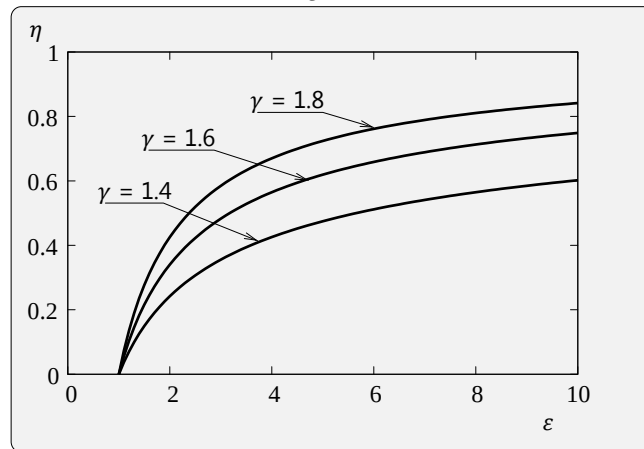


figure II.10: courbe rendement L'importance du rapport volumétrique

- calcul le quantité de chaleur chaude :

$$Q_1 = nC_v \Delta T = nC_v (T_4 - T_3)$$

- calcul le quantité de chaleur froid :

$$Q_2 = nC_v \Delta T = nC_v (T_5 - T_2)$$

II.9. Conclusion :

Le rendement de ce cycle croit avec :

- le rapport volumétrique,
- le rapport γ .

Le rapport γ du mélange varie entre 1,4 pour l'air et 1,28 pour le mélange air-carburant. Lorsque la richesse du carburant décroît, γ augmente. Cette augmentation de γ provoque une augmentation du rendement. Si l'on souhaite augmenter le rendement, on a donc intérêt à diminuer la richesse du carburant.

II.10. Cycle diesel

II.10.a. Description

Ce moteur à combustion interne fonctionne par allumage spontané du gazole injecté dans l'air préalablement comprimé, sous pression élevée. Cette forte compression appliquée à l'air seul ne présente aucun risque d'inflammation. Le taux de compression peut atteindre la valeur de 20. Le carburant nécessite un raffinage moins poussé que celui de l'essence.

Comme le moteur à essence le moteur Diésel est un moteur à quatre temps :

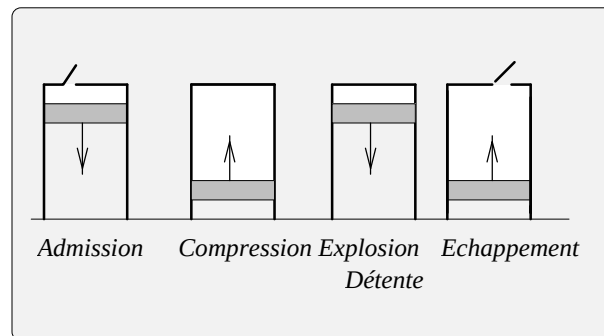


figure II.11: quatre temps de moteur diesel

1^{er} temps : admission

L'air seul est admis dans le cylindre

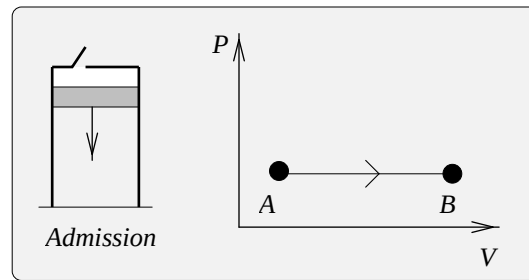


figure II.12 :cycle d'admission

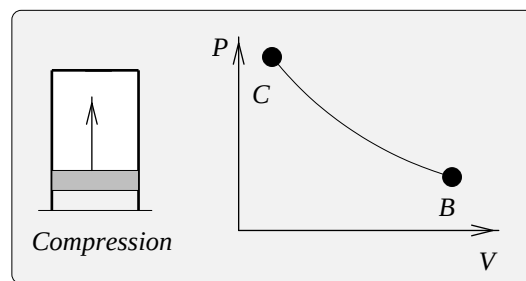
2^e temps : compression

figure II.13:cycle à compression

Le piston comprime l'air de façon **adiabatique**. La température s'élève jusqu'à 600 °C et la pression peut atteindre 20 à 25 bars.

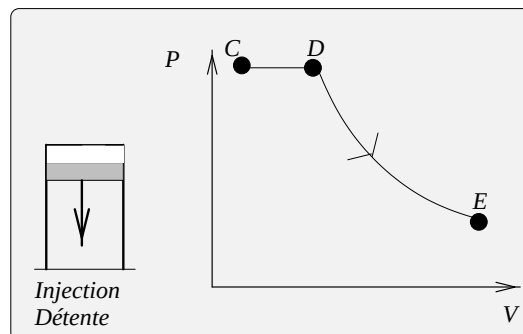
3^e temps : Explosion-détente

figure II.14:cycle à Explosion-détente

Quand le volume est minimal, le combustible est injecté finement pulvérisé. Il s'enflamme spontanément et continue de brûler pendant que le piston commence à descendre. La pression se maintient à sa valeur maximale malgré l'augmentation de volume. Après l'inflammation la détente se poursuit de façon isentropique.

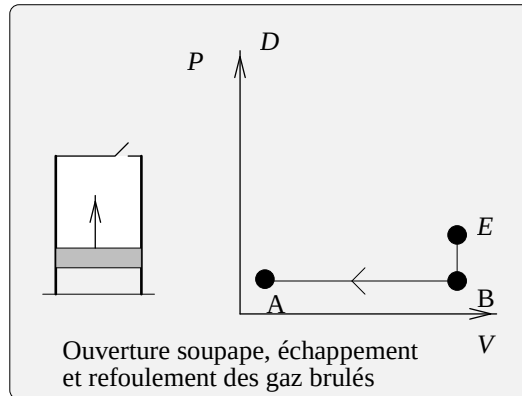
4^e temps : Echappement

figure II.15:cycle à Echappement

Le piston se déplace en chassant à pression constante les produits de combustion jusqu'au moment où il revient au point de départ du cycle.

Ce cycle se compose de deux transformations **isentropiques** d'une transformation **isobare** et d'une transformation **isochore**. Ce cycle dépend de deux

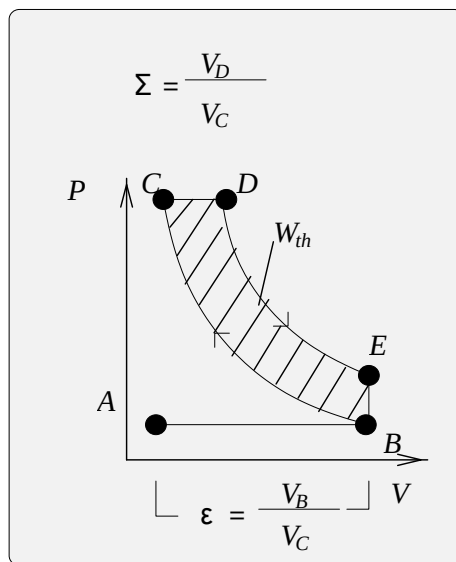


figure II.16:cycle théorique moteur diesel

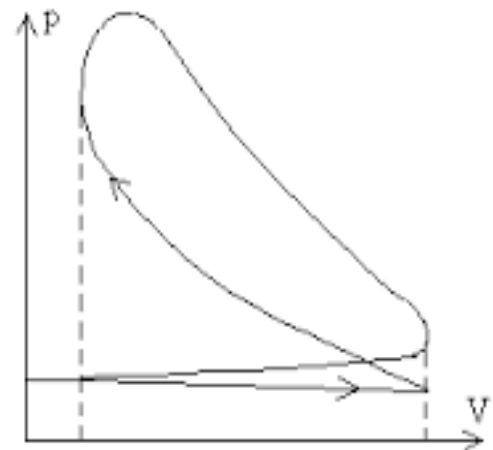


figure II.17:cycle réel moteur diesel

II.10.b. Calcul des températures T_C , T_D et T_E en fonction de T_B

*Calcul de T_C

$$T_C = T_B \epsilon^{\gamma-1}$$

(II.6)

***Calcul de T_D**

$$C \rightarrow D \text{ isobare} \Rightarrow T_D = T_C \frac{V_D}{V_C} = T_C \Sigma$$

$$T_D = T_C \Sigma = T_B \epsilon^{\gamma-1} \Sigma \quad (\text{II.7})$$

***Calcul de T_E**

$$C \rightarrow E \text{ adiabatique} \Rightarrow T_D V_D^{\gamma-1} = T_E V_E^{\gamma-1}$$

$$T_E = T_D \left(\frac{V_D}{V_E} \right)^{\gamma-1} = T_B \epsilon^{\gamma-1} \Sigma \left(\frac{\Sigma}{\epsilon} \right)^{\gamma-1} = T_B \Sigma^\gamma$$

$$T_E = T_B \Sigma^\gamma \quad (\text{II.8})$$

II.10.c .Calcul des travaux***Calcul de W_{BC}**

W_{BC} inchangé.

$$W_{BC} = C_V T_B (\epsilon^{\gamma-1} - 1) \quad (\text{II.9})$$

***Calcul de W_{CD}**

$$W_{CD} = -P_C (V_D - V_C) = P_C V_C (1 - \Sigma)$$

$$= C_V (\gamma - 1) T_B \epsilon^{\gamma-1} (1 - \Sigma)$$

$$W_{CD} = C_V (\gamma - 1) T_B \epsilon^{\gamma-1} (1 - \Sigma)$$

***Calcul de W_{DE}**

$$W_{DE} = C_V (T_E - T_D) = C_V T_B (\Sigma^\gamma - \epsilon^{\gamma-1} \Sigma)$$

$$W_{DE} = C_V T_B (\Sigma^\gamma - \epsilon^{\gamma-1} \Sigma) \quad (\text{II.10})$$

$$W_{\text{tot}} = W_{BC} + W_{CD} + W_{DE}$$

$$= C_V T_B (\epsilon^{\gamma-1} - 1 + (\gamma - 1) \epsilon^{\gamma-1} (1 - \Sigma) + \Sigma^\gamma - \epsilon^{\gamma-1} \Sigma)$$

$$= C_V T_B [\gamma \epsilon^{\gamma-1} (1 - \Sigma) + \Sigma^\gamma - 1]$$

$$W_{\text{tot}} = C_V T_B \gamma \epsilon^{\gamma-1} (1 - \Sigma) + \Sigma^\gamma - 1 \quad (\text{II.11})$$

II.10.d .Calcul du rendement

$$\eta = \frac{W_{\text{tot}}}{Q_{CD}}$$

***Expression de Q_{CD} :**

$$Q_{CD} = C_P (T_D - T_C)$$

En remplaçant T_D et T_C par leur valeur

$$Q_{CD} = \gamma C_V (T_B \epsilon^{\gamma-1} \Sigma - T_B \epsilon^{\gamma-1}) = \gamma C_V T_B \epsilon^{\gamma-1} (\Sigma - 1)$$

$$\eta = \frac{W_{\text{tot}}}{Q_{CD}} = - \frac{C_V T_B [\gamma \epsilon^{\gamma-1} (1 - \Sigma) + \Sigma^\gamma - 1]}{\gamma C_V T_B \epsilon^{\gamma-1} (\Sigma - 1)}$$

$$= 1 - \frac{1}{\gamma \varepsilon^{\gamma-1}} \frac{\Sigma^{\gamma}-1}{\Sigma-1}$$

$$\eta = 1 - \frac{1}{\gamma \varepsilon^{\gamma-1}} \frac{\Sigma^{\gamma}-1}{\Sigma-1} \quad (\text{II.12})$$

*Le rendement peut se mettre sous l'expression :

$$\eta = 1 - \frac{C}{\varepsilon^{\gamma-1}} \quad \text{avec} \quad C = \frac{1}{\gamma} \frac{\Sigma^{\gamma}-1}{\Sigma-1} \quad (\text{II.13})$$

*calcul le quantité de chaleur chaude :

$$Q_1 = n C_v \Delta T = n C_v (T_4 - T_3)$$

*calcul le quantité de chaleur froid :

$$Q_2 = n C_v \Delta T = n C_v (T_5 - T_2)$$

II.11. Conclusion :

Dans ce chapitre on étudie la partie thermodynamique du moteur à combustion interne et trace les cycles théorique et réelle de ce moteur.

CHAPITRE III:
**Etude Comparative D'un Moteur à
Essence Et un Moteur Diesel**

III.1.Introduction

Le moteur thermique est une machine qui reçoit de l'énergie sous forme de chaleur et a restitué sous forme de travail mécanique. On obtient cette transformation à l'aide d'un fluide qu'on fait évoluer entre deux températures extrêmes Les moteurs à combustion interne :

Les moteurs à combustion interne transforment l'énergie calorifique latente du combustible en énergie mécanique Le principe du moteur à combustion interne est de transformer de l'énergie fossile en énergie cinétique utilisée pour la propulsion de véhicules, la production d'électricité ou autres utilisations. Pour pouvoir comprendre et caractériser le fonctionnement du processus thermique, il est nécessaire de mesurer différentes grandeurs physiques avec le moins d'erreur possible.

Le fascicule « Notions de mesures sur bancs d'essais. » explique pratiquement les différentes mesures qui sont réalisées lors des laboratoires .

Pour vérifier le niveau de précision de ces mesures, on réalise des bilans thermiques qui permettent d'abord de vérifier que les premiers principes de la thermodynamique sont respectés, ensuite d'estimer la fiabilité globale des mesures réalisées.

En cas de bilans erronés, on peut vérifier quelles sont les mesures incorrectes, après avoir toutefois vérifié les équations utilisées pour établir les bilans.

III.2.Etude comparative d'un fonction et fonctionnement

TEMPS MOTEUR	ADMISSION	COMPRESSION	COMBUSTION DETENT	ECHAPPEMENT
MOTEUR ESSENCE	Aspiration d'un mélange prépare Et dosé air-essence dont le volume est variable	Pression fin compression de 10 à 15 bar $T^{\circ}=300$ à 400 °C $\varphi \approx 9/1$	Combustion déclenchée par étencelle (rapide)	Evacuation des gaz brulés (toxiques)
MOTEUR DIESEL	Aspiration d'air pur à un volume sensiblement constant	Pression fin compression de 30 à 40 bar $T^{\circ}=600$ à 700 °C $\varphi \approx 14$ à $24/1$	Combustion par auto-inflammation (lent)	Idem (oxydes d'azotes)
DIFFERENCES ES/DI	Mélange /air pur	Pression beaucoup plus importante $\Rightarrow$ température plus élevée	Introduction du combustion aux environs du PMH avec combustion à volume variable pas de système d'allumage	Pression fin de combustion plus élevée
CONSEQUENCES POUR LE DIESEL	-pas de papillon des gaz -remplissage ≈ 1 . -il n'y a jamais eu de carburant	Nécessité d'organes plus solides ,plus largement dimensionnés circuit de graissage plus élaboré $\Rightarrow$ cout de revient plus élevé	Nécessité d'un pompe à débit extrêmement précise	Dimensions des tubulures plus importantes

Tableau.III .1: Etude comparative de d'une fonction et fonctionnement

III.3.Etude Comparative Thermodynamique

III.3.a. Etude Comparative du cycle théorique

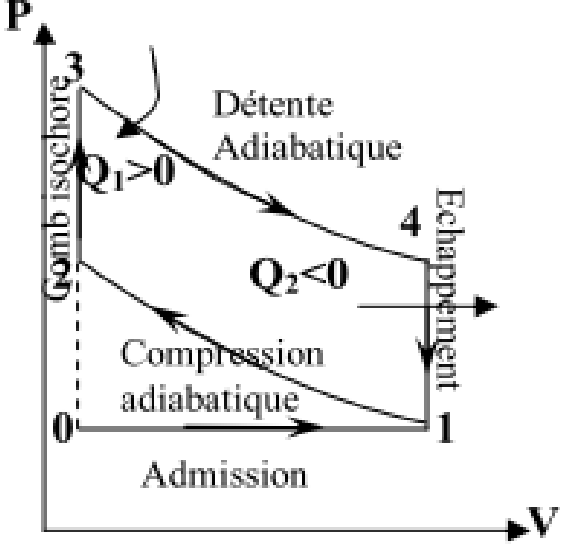
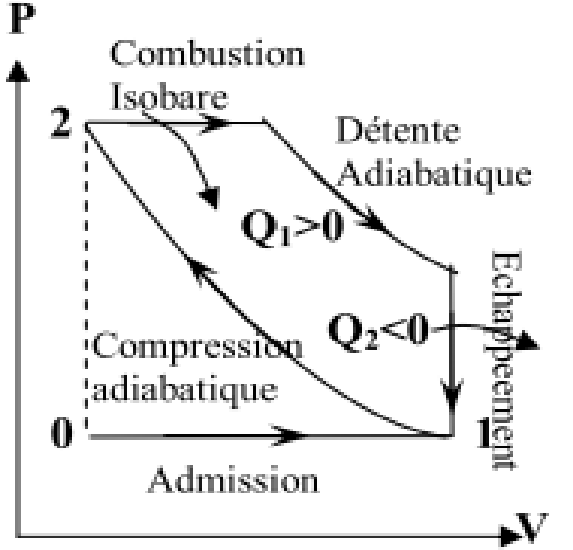
Cycle théorique du moteur essence	Cycle théorique du moteur diesel
	
-Cycle apport de chaleur à volume constant -Ou, Cycle de Beau de Rocha - Entrer dans la quantité de chaleur φ_1 de (2-3) isochore -sortie dans la quantité de chaleur φ_2 de (4-1) isochore	-Cycle apport de chaleur à pression constant - Entrer dans la quantité de chaleur φ_1 de (2-3) isobare -sortie dans la quantité de chaleur φ_2 de (4-1) isochore

Tableau.III. 2:comparaison entre les deux cycles théorique

III.3.b. Etude Comparative de cycle réel

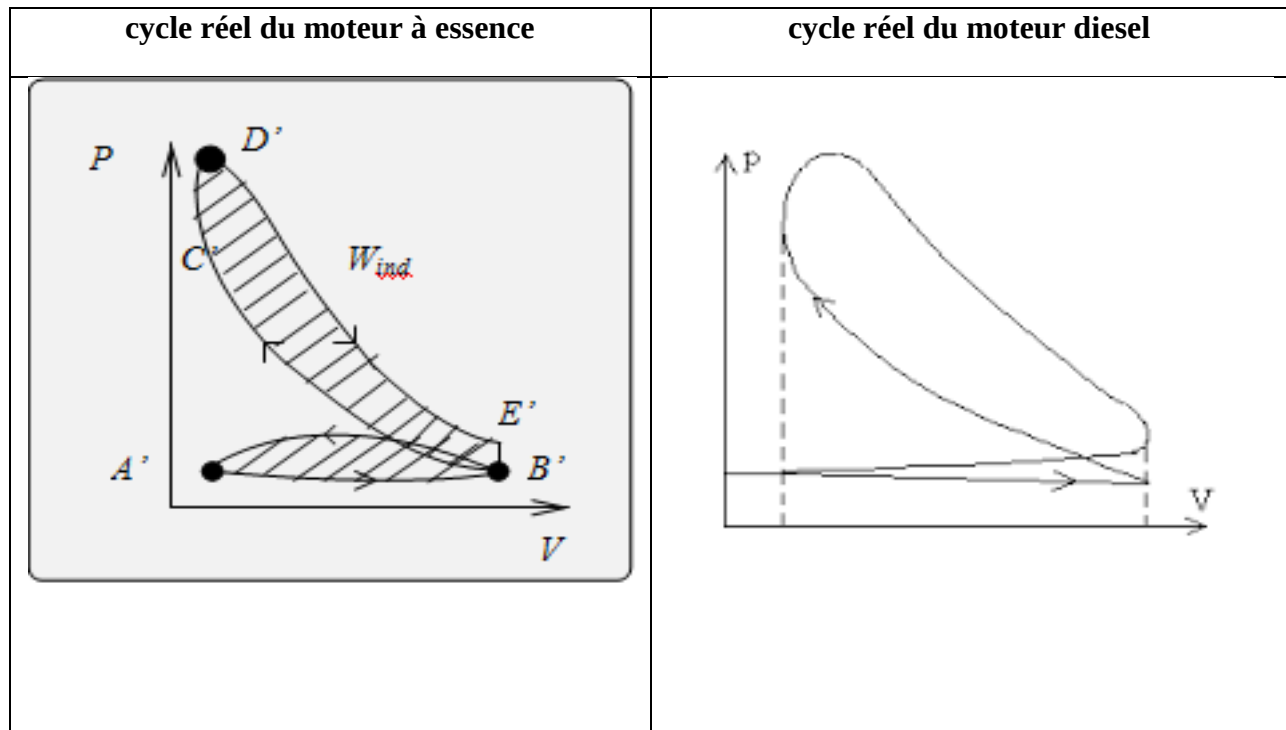


Tableau.III.3: comparaison entre les deux cycles réels

III.3.c. Etude Comparative de parti calcul

Moteur diesel	Moteur à essence
- La quantité de chaleur: $Q_1 = nC_p \Delta T = nC_p (T_3 - T_2)$ $Q_2 = nC_v \Delta T = nC_v (T_5 - T_2)$ -Travail: $W_F = Q_1 - Q_2 = nC_p (T_4 - T_3) - nC_v (T_5 - T_2)$ - Rendement thermique: $\eta_{th} = \frac{W_F}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$ $\eta_{th} = 1 - \frac{C_v (T_5 - T_2)}{C_p (T_4 - T_3)}$ $\eta_{th} = 1 - \frac{1}{\gamma} \left(\frac{T_5 - T_2}{T_4 - T_3} \right)$ - Rapport de compression: $\epsilon_c = \frac{P_3}{P_2}$ - Rapport de détente: $\epsilon_d = \frac{P_4}{P_5}$ -Rapport de et volumique : $a = \frac{v_2}{v_1}$	- La quantité de chaleur: $Q_1 = nC_v \Delta T = nC_v (T_4 - T_3)$ $Q_2 = nC_v \Delta T = nC_v (T_5 - T_2)$ -Travail: $W_F = Q_1 - Q_2 = nC_v [(T_4 - T_3) - (T_5 - T_2)]$ - Rendement thermique: $\eta_{th} = \frac{W_F}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$ $\eta_{th} = 1 - \frac{(T_5 - T_2)}{(T_4 - T_3)}$ - Rapport de compression : $\epsilon_c = \frac{P_3}{P_2}$ -Rapport de détente : $\epsilon_d = \frac{P_4}{P_5}$ - Rapport de et volumique : $a = \frac{v_2}{v_1}$

Tableau.III.4:comparaison entre deux partie de calcul

Depuis le début de cette année, Toyota a lancé 5 nouveaux modèles et a introduit de nouveaux moteurs et un facelift sur le reste de la gamme. Sous la dénomination Toyota Optimal Drive, pas moins de 90% des modèles de la gamme sont désormais équipés de moteurs essence et diesel plus performants et qui consomment moins. Le rendement des moteurs essence a surtout fait un énorme bond en avant. De plus, la nouvelle Prius est également arrivée sur le marché cette année. Maintenant que tous ces nouveaux produits ont été lancés, nous avons voulu examiner quand est-ce qu'il est intéressant pour le consommateur d'acheter une voiture à motorisation diesel. Selon des chiffres de la Febiac, environ 80% des personnes qui achètent une voiture en

Belgique optent pour le diesel alors que la distance moyenne annuelle parcourue se situe aux alentours des 15.000 km. Nous avons vérifié si ce choix quasi aveugle pour le diesel est toujours rentable.

1. Comparaison coûts d'utilisation des moteurs essence – diesel: la méthode

2. Résultats

- Une essence est toujours plus intéressante en dessous de 15.000 km par an

- Plus grande est la voiture plus la motorisation essence est intéressante

- Une petite augmentation des accises sur le diesel aura peu d'effet sur le comportement d'achat du consommateur

3. Toyota Optimal Drive: puissance et couple en hausse, CO2 et consommation en baisse

4. Hybrid Synergy Drive: plus performant mais encore plus sobre

III.4.Comparaison coûts d'utilisation des moteurs essence/diesel :

III.4.a. La méthode :

Afin de comparer les coûts d'utilisation des deux combustibles, nous avons utilisé des modèles identiques de notre gamme, équipés de moteurs essence et diesel avec plus ou moins la même puissance (kW). Nous avons ensuite pris en compte le prix de base de chaque véhicule, le prix du combustible ainsi que le coût d'un entretien standard et des pièces susceptibles d'être changées, le coût de l'assurance et la valeur résiduelle. Toutes ces valeurs ont été calculées sur base d'une utilisation du véhicule pendant 5 ans.

III.4.b. Combustible :

Pour le coût des combustibles, nous nous sommes basés sur une différence de prix d'un petit 30 centimes d'euro par litre à l'avantage du diesel (prix des combustibles du 18/09/09). La consommation des véhicules utilisés pour notre étude a été mesurée lors de tests routiers réalisés par la même personne sur le 2 même parcours. La consommation a été calculée sur base du nombre de kilomètres parcourus et du nombre de litres d'essence ou diesel pour remplir le réservoir suite au test. Nous n'avons pas pris en compte la consommation annoncée par l'ordinateur de bord. Suite aux nombreux messages à ce sujet dans les médias, nous avons également réalisé, pour l'Avensis, une projection de l'impact que pourrait avoir un

prix plus élevé du diesel sur le prix de revient au kilomètre du véhicule. Nous avons tenu compte d'une augmentation de 4 et de 20 centimes d'euro par litre.

III.4.C. Entretien

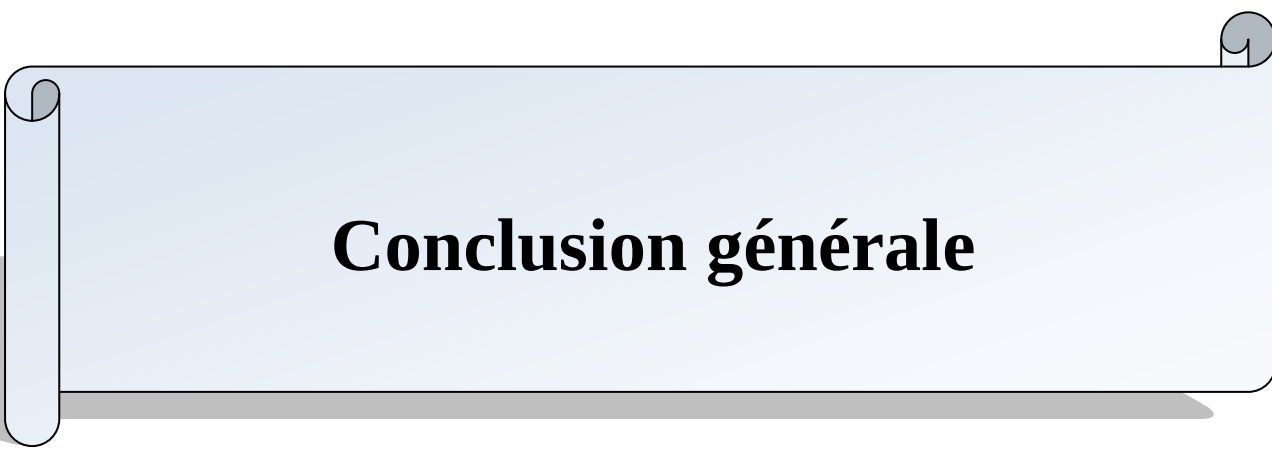
Pour l'entretien, nous avons utilisé les intervalles standards de 15.000 km pour le petit entretien et 30.000 km pour le grand entretien et nous avons facturé le coût des pièces de rechange et de la main d'œuvre.

II.4.D. Pièces de rechange :

Le coût des pièces les plus susceptibles d'être changées a également été pris en compte dans le calcul afin d'avoir une image encore plus claire du prix de revient réel au kilomètre. Afin de déterminer quelles pièces entrent en ligne de compte, nous nous sommes basés sur les statistiques des pannes les plus fréquentes chez l'ensemble des constructeurs. Aussi bien pour les modèles essence que les modèles diesel, nous nous sommes basés sur le prix et le coût de montage des pneus, des amortisseurs, d'une batterie et de l'échappement. Pour les modèles diesel, nous avons ajouté à la liste le turbo, les bougies de préchauffage, le filtre à particule et la soupape EGR. Ces deux dernières pièces sont particulièrement sensibles lorsque le propriétaire d'un véhicule diesel n'a pas le "profil diesel". Il faut rouler sans interruption pendant 30 à 45 minutes à vitesse élevée afin que le filtre à particule puisse chauffer assez pour se régénérer. La plupart des gens qui effectuent moins de 15.000 km par an et qui conduisent sur de courtes distances ont plus de risques d'endommager le filtre à particule et la soupape EGR. Ces deux pièces sont chères et influencent donc énormément le coût de revient au kilomètre du véhicule. Afin de refléter ceci dans nos résultats, nous avons chiffré le risque du coût supplémentaire que peut engendrer l'utilisation d'un véhicule diesel par un conducteur qui effectue peu de kilomètres par an.

II.5.Conclusion

Le déroulement du cycle à quatre temps du moteur Diesel diffère peu de celui du moteur à allumage commandé (essence) mais les conditions de combustion sont très différentes. Le moteur Diesel opère avec un large excès d'oxygène contrairement au moteur à essence dont le mélange carburant/comburant est proche de la stœchiométrie. Il faut noter que la température des gaz d'échappement d'un moteur Diesel est comprise entre **(300 et 400°C)**, pour un moteur essence la gamme de température est plus élevée **(600 à 700°C)**. Mais, la différence essentielle entre ces deux types de moteur réside dans le mode d'inflammation du carburant. Pour le moteur Diesel, lorsque l'on introduit le gasoil finement pulvérisé, la combustion se déclenche par auto-inflammation tandis que pour le moteur essence la combustion est provoquée par l'étincelle d'une bougie. Ainsi, pour le Diesel, la combustion est beaucoup plus hétérogène car le mécanisme de mélange turbulent entre le combustible et l'air se traduit par des concentrations d'espèces chimiques et par des températures très variables au sein de la chambre de combustion. Cette hétérogénéité est d'ailleurs à l'origine de la formation des NO_x dans les zones de très haute température et de la formation des particules de suies dans les zones localement déficitaires en oxygène.



Conclusion générale

Conclusion générale

les différences principales entre le moteur diesel et le moteur essence se trouvent au niveau de la compression qui est très forte pour le diesel, 20 à 35 bar contre 8 à 12 bar pour l'essence, et de la température, 600°C contre 300°C.

L'injection et la combustion se font de manière très différente : injection sous forte pression provoquant l'auto-inflammation pour le diesel alors qu'une étincelle électrique se charge d'enflammer le mélange air/essence.

Outre l'allumage, qui se produit sans bougie dans un moteur diesel, et le carburant, ces deux types de moteurs se distinguent également par les caractéristiques suivantes:

- Les moteurs diesel sont souvent moins gourmands en carburant que les moteurs à essence. Cet avantage s'est encore accentué depuis l'introduction de l'injection directe.
- Les moteurs à diesel possèdent un grand couple de rotation, surtout dans les plages de petite vitesse.
- En revanche, les moteurs à essence permettent une conduite plus sportive.
- En dépit d'une émission inférieure de CO₂, les moteurs diesel produisent de la suie cancérogène.
- Les moteurs diesel dépassent les moteurs à essence quant au poids.

Bibliographies

- [01] Guy.Fillettaz, « **classification des moteurs Diesel** ».Document de la société Delphi 2002.
- [02] Joseph MARTIN « **Moteurs A Combustion Interne** » Université Catholique de Louvain Faculté des Sciences Appliquées Département de Mécanique Cours MECA 2220 Édition 2004
- [03] Sven Oberg “**Identification and Improvements of an Automotive Diesel Engine Model purposed for Model Based Diagnosis** » département de « Fordonssystem » de l’université de « Tekniska Hogskolan Linkoping Sweden », thèse doctoral Décembre 2001
- [04] Jimmy LAUBER « **Moteur à allumage commandé avec EGR : modélisation et commande non linéaires** », thèse présentée à l’université de Valenciennes ET DU Hainaut-Cambresis pour obtenir le grade de docteur d'université spécialité automatique , soutenue le 05 décembre 2003 .
- [05] Thermo propulsion I (par Dr HENNI MANSOUR Z) « **Moteurs thermiques** »
- [06] R. VICHNIEVSKY« **Thermodynamique appliquée aux machines** » Edition Masson