

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique



Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE



Mémoire de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie mécanique

Spécialité : Energétique

Thème

**Influence de type de carburant sur le dégagement
des oxydes de carbone dans les moteurs à essence**

Devant le jury composé de :

Dr. NECIB Djilani Président
Mr. MENSOURI Khaled Examineur
Dr. BOULIFA M. Iliasse Encadreur

Présenté par :

- TEMACINI Djellal
- SAOUDI Dia Rahmane
- CHERIF Mohamed Ihab

Année académique : 2019-2020

DÉDICACES

JE DÉDIE CE TRAVAIL SPÉCIALEMENT À
MES CHERS PARENTS ET À MES FRÈRES
ET SŒURS POUR LEUR SOUTIEN CONTINU
ET À TOUS CEUX QUI M'ONT SOUTENU DE
PRÈS OU DE LOIN.

ET JE LE DÉDIE AUSSI À MES AMIS POUR
ME SOUTENIR, MÊME SI AVEC UN MOT
GENTIL.

TEMACINI DJELLAL

DEDICACES

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, que Dieu te garde dans son vaste paradis, à toi mon cher père.

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur : maman que j'adore.

Aux personnes dont j'ai bien aimées la présence dans ce jour, à mes cher frères " talal et taher" et mes sœurs" faten-salma-amina-sabrina"

A mon trinôme djellal et ihab

Aux personnes qui m'ont toujours aidées et encouragées, qui étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagnées durant mon chemin d'études supérieures.

A mes très chères amies : anwar-adel-lakhder et nidhal

A tous les membres de ma promotion« énergétique 2020 »

A tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.

Saoudi dia rahmane

Dédicace

Je dédie ce travail à mes chers parents pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études

A mes chères sœurs et mon frère pour leurs encouragements permanent, et leur soutien moral

A toute ma famille et mes amis pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire et spécialement ma chère amie K.H

MOHAMMED HAB CHERIF

REMERCIEMENTS

NOUS ADRESSONS NOS PREMIERS REMERCIEMENTS À DIEU QUI NOUS A DONNÉ FORCE ET PATIENCE POUR ACCOMPLIR CETTE HUMBLE ŒUVRE.

NOUS REMERCIONS AVEC UNE GRANDE GRATITUDE LE SUPERVISEUR DR. BOULIFA M. ILIASSE POUR LES CONSEILS, LA CONFIANCE ET LA PATIENCE QUI ONT GRANDEMENT CONTRIBUÉ. EN FIN DE COMPTE, CE TRAVAIL DANS CES CONDITIONS ÉPIDÉMIOLOGIQUES EXCEPTIONNELLES DE COVID-19 QUE TOUTE L'HUMANITÉ TRAVERSE J'ESPÈRE TROUVERA DANS CE TRAVAIL UN HOMMAGE À SA HAUTE PERSONNALITÉ, DES CONSEILS PRÉCIEUX ET DES ENCOURAGEMENTS, SURTOUT POUR SA GRANDE COMPRÉHENSION.

JE VOUS REMERCIE BEAUCOUP POUR VOTRE PRÉSENCE CONSTANTE ET VOTRE SOUTIEN INFALLIBLE ET POUR NOUS AVOIR GUIDÉS VERS LES RÉSULTATS ESCOMPTÉS.

MERCI POUR TOUT, AVEC TOUT LE RESPECT QUE JE VOUS DOIS.

AUSSI À NOS COLLÈGUES QUI ONT PARTICIPÉ DIRECTEMENT OU À DISTANCE À LA RÉALISATION DE CE TRAVAIL, « L'UNITÉ CRÉE LA FORCE, LA FOI UNIT ».

UN GRAND MERCI À TOUS LES RÉPONDANTS POUR LEUR COMPRÉHENSION, LEUR AIDE, LEUR PATIENCE ET LEUR FRANCHISE EN RÉPONDANT À TOUTES NOS QUESTIONS.

ENFIN, NOUS REMERCIONS CHALEUREUSEMENT NOS FAMILLES, EN PARTICULIER NOS PARENTS, POUR LEUR AMOUR, LEUR SOUTIEN ET LEUR ENCOURAGEMENT CONSTANT, TANT MORAL QUE MATÉRIEL, À FAIRE VOIR LE JOUR CETTE ŒUVRE.

Liste des figures

Figure I.1. Fonction d'un moteur à combustion interne	Page 03
Figure I.2. Vue éclatée d'un moteur à explosion	Page 04
Figure I.3. Bloc cylindre	Page 06
Figure I.4. Chemise de cylindre	Page 06
Figure I.5. La culasse	Page 07
Figure I.6. Arbre à cames	Page 07
Figure I.7. Les soupapes	Page 08
Figure I.8. Piston	Page 09
Figure I.9. Les segments	Page 09
Figure I.10. La bielle	Page 10
Figure I.11. Vilebrequin	Page 11
Figure I.12. Admission	Page 11
Figure I.13. Compression	Page 12
Figure I.14. Combustion	Page 12
Figure I.15. Échappement	Page 12
Figure I.16. Diagramme de cycle de Beau de Rochas	Page 13
Figure I.17. Coefficient de frottement	Page 14
Figure I.18. Circuit de lubrification pour un moteur	Page 16
Figure I.19. Plages de températures de fonctionnement du moteur	Page 17
Figure I.20. Méthode de transfert de chaleur de la paroi du cylindre aéré refroidi par air	Page 18
Figure I.21. Refroidissement par liquide	Page 19
Figure I.22. Position de l'étincelle dans un moteur alternatif (à piston)	Page 20
Figure I.23. Une bobine d'allumage typique	Page 20
Figure I.24. Un système d'injection d'essence simple	Page 22
Figure I.25. Carburation par carburateur	Page 23
Figure I.26. Carburation par injection	Page 23
Figure I.27. Système d'alimentation d'un moteur	Page 24
Figure I.28. Circuits internes du carburateur	Page 24
Figure I.29. Circuit de ralenti	Page 25
Figure I.30. Circuit principal	Page 26
Figure I.31. Circuit de reprise	Page 26

Figure I.32. Circuit d'enrichissement de puissance	Page 27
Figure I.33. Injection directe	Page 28
Figure I.34. Injection indirecte	Page 28
Figure I.35. Schéma d'installation et éléments du kit GPL	Page 29
Figure II.1. Origine du GPL	Page 36
Figure III.1. Source d'oxyde d'azote	Page 43
Figure III.2. Source d'ozone	Page 44
Figure III.3. Source d'hydrocarbures imbrûlés	Page 46
Figure III.4. Source de dioxyde de soufre	Page 47
Figure IV.1. Intérieur d'analyseur de gaz vmg 790	Page 49
Figure IV.2. Extérieur d'analyseur de gaz vmg 790	Page 50
Figure IV.3. Capteur de gaz	Page 50
Figure IV.4. Fiche technique d'analyseur de gaz vmg 790	Page 51
Figure IV.5. Programme d'analyse de gaz	Page 52
Figure IV.6. Teneur en CO dans les moteurs à essence normal	Page 58
Figure IV.7. Teneur en CO ₂ dans les moteurs à essence normal	Page 58
Figure IV.8. Teneur en CO dans les moteurs à essence super	Page 59
Figure IV.9. Teneur en CO ₂ dans les moteurs à essence super	Page 59
Figure IV.10. Teneur en CO dans les moteurs à essence sans plomb	Page 60
Figure IV.11. Teneur en CO ₂ dans les moteurs à essence sans plomb	Page 60
Figure IV.12. Teneur en CO dans les moteurs à essence GPL	Page 61
Figure IV.13. Teneur en CO ₂ dans les moteurs à essence GPL	Page 61

Liste de Tableau

Tableau I.1. Les organes de moteur	Page 05
Tableau II.1. Exemple de composition d'une essence par famille chimique	Page 32
Tableau II.2. Les principaux composants de l'essence	Page 34
Tableau II.3. Caractéristiques des composants du GPL	Page 37
Tableau III.1. Liste des polluants et leurs caractéristiques	Page 40
Tableau IV.1. Résultats d'analyse moteurs à essence normal de 2008 à 2011	Page 53
Tableau IV.2. Résultats d'analyse moteurs à essence normal de 2012 à 2015	Page 54
Tableau IV.3. Résultats d'analyse moteurs à essence normal de 2016 à 2019	Page 54
Tableau IV.4. Résultats d'analyse moteurs à essence super de 2008 à 2011	Page 54
Tableau IV.5. Résultats d'analyse moteurs à essence super de 2012 à 2015	Page 55
Tableau IV.6. Résultats d'analyse moteurs à essence super de 2016 à 2019	Page 55
Tableau IV.7. Résultats d'analyse moteurs à essence sans plomb de 2008 à 2011	Page 55
Tableau IV.8. Résultats d'analyse moteurs à essence sans plomb de 2012 à 2015	Page 56
Tableau IV.9. Résultats d'analyse moteurs à essence sans plomb de 2016 à 2019	Page 56
Tableau IV.10. Résultats d'analyse moteurs à essence GPL de 2008 à 2011	Page 56
Tableau IV.11. Résultats d'analyse moteurs à essence GPL de 2012 à 2015	Page 57
Tableau IV.12. Résultats d'analyse moteurs à essence GPL de 2016 à 2019	Page 57
Tableau IV.13. Tableaux récapitulatifs des résultats de l'analyse pour les moteurs à essence normal	Page 58
Tableau IV.14. Tableaux récapitulatifs des résultats de l'analyse pour les moteurs à essence super	Page 58
Tableau IV.15. Tableaux récapitulatifs des résultats de l'analyse pour les moteurs à essence sans plomb	Page 58
Tableau IV.16. Tableaux récapitulatifs des résultats de l'analyse pour les moteurs à essence GPL	Page 58

Liste des abréviations

NO₂: Dioxyde d'azote

C₇H₁₆ : Heptane hydrocarbure

O₂: Oxygène

N₂: Azote

H₂O : eau

SO₂ : Dioxyde de soufre

NO_x : Oxydes d'azote (NO etNO₂)

CO : Monoxyde de carbone

CO₂ : dioxyde de carbone

H : Hydrocarbures

HC1 : Acide chlorhydrique

COV : Composés organiques volatils

O₃ : Ozone

O : Monoxygène

CH₄ : Méthane

CFC : Clorofluorocarbure

N₂O : oxydes nitreux

HO₂ : hydro-peroxyde

H₂ : hydrogène

HC : Hydrocarbures imbrûlés

R : radicaux alkyls

Ppm: Partie par million

C₄H₁₀ : butane

C₃H₈ : propane

C₅H₁₂ : pentane

RH : molécule d'hydrocarbure

Sommaire

DEDICACE.....	i
REMERCIEMENTS.....	iv
Liste des figures.....	v
Liste des tableaux.....	vii
Liste des abréviations.....	viii
Introduction générale.....	1
Chapitre I : Généralité sur les moteurs à combustion interne (essence)	
I.1. Introduction.....	2
I.2. Historique de moteur combustion interne (à explosion)	2
I.3. Moteur à combustion interne (à explosion).....	2
I.4. L'architecture générale	3
I.5. Description des composants du moteur	5
I.5.1. Le bloc cylindre	5
I.5.2. Chemise de cylindre	6
I.5.3. La culasse	6
I.5.4. L'arbre à cames	7
I.5.5. La soupape.....	8
I.5.6. Le piston	8
I.5.7. Les segments.....	9
I.5.8. La bielle.....	9
I.5.9. Le vilebrequin.....	10
I.5.10. Principe de fonctionnement.....	11

I.6. Etude thermodynamique.....	13
I.7. System de moteur à combustion interne (essence).....	13
I.7.1. Lubrification	13
I.7.1.1. Huiles lubrifiantes.....	13
I.7.1.2. La friction	14
I.7.1.3. Système de lubrification	14
I.7.1.4. Les principaux composants du système de lubrification	15
I.7.1.5. Le système de lubrification typique fonctionne de la manière suivante.....	15
I.7.2. Systèmes de refroidissement	16
I.7.2.1. Types de systèmes de refroidissement.....	17
I.7.3. Systèmes d'allumage.....	19
I.7.3.1. Principe de fonctionnement.....	21
I.7.4. Systèmes d'alimentation	21
I.7.4.1. Le principe d'alimentation	22
I.7.4.2. Les circuitsd'alimentations	22
I.8. Système à carburateur.....	23
I.8.1. La carburation.....	23
I.8.2. Alimentation en air	23
I.8.3. Alimentation en carburant	23
I.8.3.1. Circuit complet	23
I.8.3.2. Pompe à essence	24
I.8.3.3. Carburateurs.....	24
I.9. Système d'injection.....	27
I.9.1. Principe de fonctionnement.....	27

I.9.2. Avantages du système d'injection.....	27
I.9.3. Différents systèmes d'injection.....	27
I.10. Alimentation bi-carburant	28
I.11. Conclusion.....	29

Chapitre II : Etude des carburants dans les moteurs à essence

II.1. Introduction.....	31
II.2. L'essence	31
II.2.1. L'indice d'octane.....	31
II.2.2. Composition de l'essence.....	32
II.2.2.1. Unités d'exploitation et de production du mélange final (essence).....	32
II.2.2.2. Les différents types d'essences	33
II.3. Le gaz du pétrole liquéfié (GPL).....	35
II.3.1. Définition du GPL.....	35
II.3.2. Origine du GPL	36
II.4. Conclusion.....	38

Chapitre III : impact des gaz d'échappement sur l'environnement

III.1. Introduction.....	39
III.2. Définitions de la pollution	39
III.3. Origines des polluants et principaux éléments.....	39
III.4. Les principaux polluants des gaz d'échappement des véhicules à moteur.....	41
III.4.1. Le monoxyde de carbone (CO).....	41
III.4.1.1. Origine de monoxyde de carbone.....	41
III.4.1.2. Effets de monoxyde de carbone sur l'environnement	41
III.4.1.3. Effets de monoxyde de carbone sur la santé humaine.....	41

III.4.2. Dioxyde de carbone (CO ₂)	42
III.4.2.1. Origine de dioxyde de carbone.....	42
III.4.2.2. Effets de dioxyde de carbone sur l'environnement	42
III.4.2.3. Effets de dioxyde de carbone sur la santé.....	42
III.4.3. Oxydes d'azote (NO _x).....	42
III.4.3.1. Origine des oxydes d'azote	42
III.4.3.2. Effets des oxydes d'azote sur l'environnement.....	43
III.4.3.3. Effets des oxydes d'azote sur la santé humaine	43
III.4.4. Ozone (O ₃).....	44
III.4.4.1. Origine d'ozone.....	44
III.4.4.2. Effets de l'ozone sur l'environnement	44
III.4.4.3. Effets de l'ozone sur la santé humaine.....	45
III.4.5. Hydrocarbures imbrûlés (HC) / Composés organiques volatils (COV).....	45
III.4.5.1. Origine d'hydrocarbures imbrûlés	45
III.4.5.2. Effets d'hydrocarbures imbrûlés sur l'environnement.....	46
III.4.5.3. Effets d'hydrocarbures imbrûlés sur la santé humaine	46
III.4.6. Dioxyde de soufre (SO ₂).....	47
III.4.6.1. Origine de dioxyde de soufre.....	47
III.4.6.1. Effets de dioxyde de soufre sur l'environnement.....	48
III.4.6.2. Effets de dioxyde de soufre sur la santé humaine	48
III.5. Formation des polluants réglementés.....	48
III.5.1. La formation du CO	48
Mécanisme	48
III.5.2. La formation du CO ₂	48
III.6. Conclusion	49

Chapitre IV : Travail Expérimental

IV. Travail Expérimental	50
IV.1. Introduction.....	50
IV.2. Méthodes expérimentales	50
IV.3. Résultats.....	53
IV.3.1. Résultats d'analyse moteurs à essence normal.....	53
IV.3.2. Résultats d'analyse moteurs à essence super	54
IV.3.3. Résultats d'analyse moteurs à essence sans plomb.....	55
IV.3.4. Résultats d'analyse moteurs à essence GPL	56
IV.3.5. Tableaux récapitulatifs.....	57
IV.4. Discussion des résultats	63
IV.5. Conclusion	64
Conclusion Général.....	65
Bibliographie.....	66

Introduction générale

Introduction générale

Les moteurs thermiques convertissent l'énergie thermique en énergie mécanique, et l'énergie thermique peut être obtenue par la combustion d'un mélange d'air et de carburant. La combustion se produit à l'intérieur de la chambre de combustion.

Il y a 2 types de moteurs thermiques :

Les moteurs thermiques à combustion interne et Les moteurs thermiques à combustion externe.

Le type qui sera étudié est celui des moteurs à combustion interne, et le problème réside dans la différence de type de carburant, où il existe 4 types de carburant, qui sont : Essence normale, Essence super, Essence sans plomb et GPL.

L'étude de la comparaison des carburants est très importante, pour bien comprendre les propriétés de chaque carburant, et comment il affecte la stabilité de l'environnement par la combustion, afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre et d'améliorer la qualité de l'air.

L'objectif de ce travail est d'étudier la production d'énergie mécanique à partir d'énergie chimique stockée dans les carburants, essence de différents types en plus du GPL à travers le processus de combustion dans les moteurs à combustion interne et son impact sur l'environnement, notamment les émissions de gaz d'échappement. L'une des principales raisons de la différence d'émissions est le nombre d'octane dans les carburants.

Pour arriver à cet objectif on a proposé quatre chapitres :

Dans le premier chapitre, nous avons présenté des généralités sur les moteurs à combustion interne (essence).

Au deuxième chapitre, nous étudions le carburant dans les moteurs à essence.

A partir du troisième chapitre, nous étudions l'effet des gaz d'échappement sur l'environnement.

Dans le dernier chapitre, nous proposons des travaux expérimentaux sur les gaz d'échappement.

Chapitre I : Généralité sur les moteurs à combustion interne (essence)

I.1. Introduction

Les moteurs thermiques sont généralement connus comme des machines qui convertissent l'énergie de leur forme thermique en énergie sous leur forme mécanique. L'énergie thermique est produite par la combustion d'un mélange d'air et de carburant. Le lieu principal de cette combustion est la chambre de combustion, qui est une partie essentielle de la base du moteur.

Les moteurs à pistons, les turbines à gaz et les turbines à réaction font partie de ce groupe.

Le moteur à combustion interne n'est requis que pour les moteurs à pistons qui sont normalement inhalés ou chargés par un turbocompresseur, et ce type de moteur est largement utilisé dans les transports terrestres, maritimes, ferroviaires et aériens en plus des centres de production d'énergie électrique.

I.2. Historique de moteur combustion interne (à explosion)

En 1862, Beau de Rochas publie une étude décrivant les performances du moteur quatre temps, et en fait Edouard Delamar-Divotville produit sa première voiture avec le principe du moteur quatre temps en 1884. Elle n'est pas commercialisée. En 1885, G. Daimler a produit un moteur à essence à quatre temps de 264 cm³. Puis le constructeur Paris-Singer conçoit un moteur sans pression à quatre temps en 1899. En 1900, Humber conçoit l'un des moteurs et des soupapes mécaniques pour contrôler l'échappement [1].

I.3. Moteur à combustion interne (à explosion)

Le moteur à explosion transforme en énergie mécanique l'énergie qui provient de la combustion du mélange air/carburant. L'air est composé majoritairement d'azote auquel s'ajoute l'oxygène [2]. La figure I.1 présente le mode de transformation d'énergie dans un moteur à combustion interne.

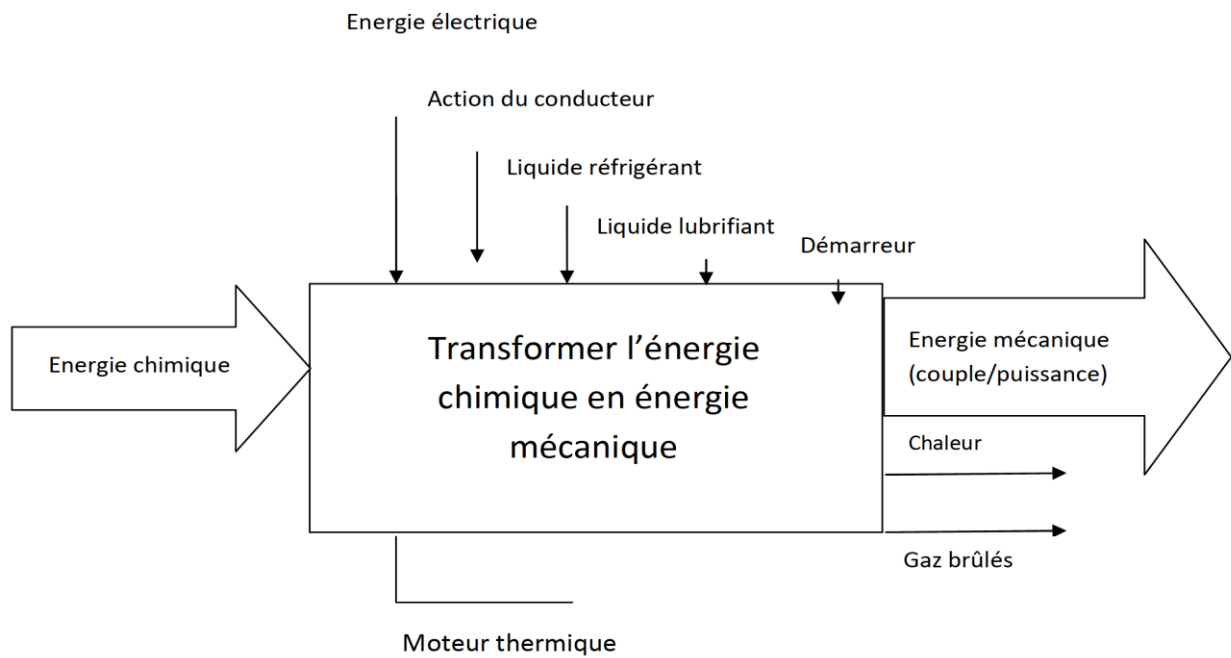


Figure I.1. Fonction d'un moteur à combustion interne [3]

I.4. L'architecture générale

Le moteur est un groupe de composants principale et secondaire, qui se caractérise par la présence de pièces fixes et mobiles, chacune ayant un rôle important dans l'opération selon leur structure avec des considérations de sécurité des appareils thermosensible, Comme le montre la Figure I.2 ci-dessous.

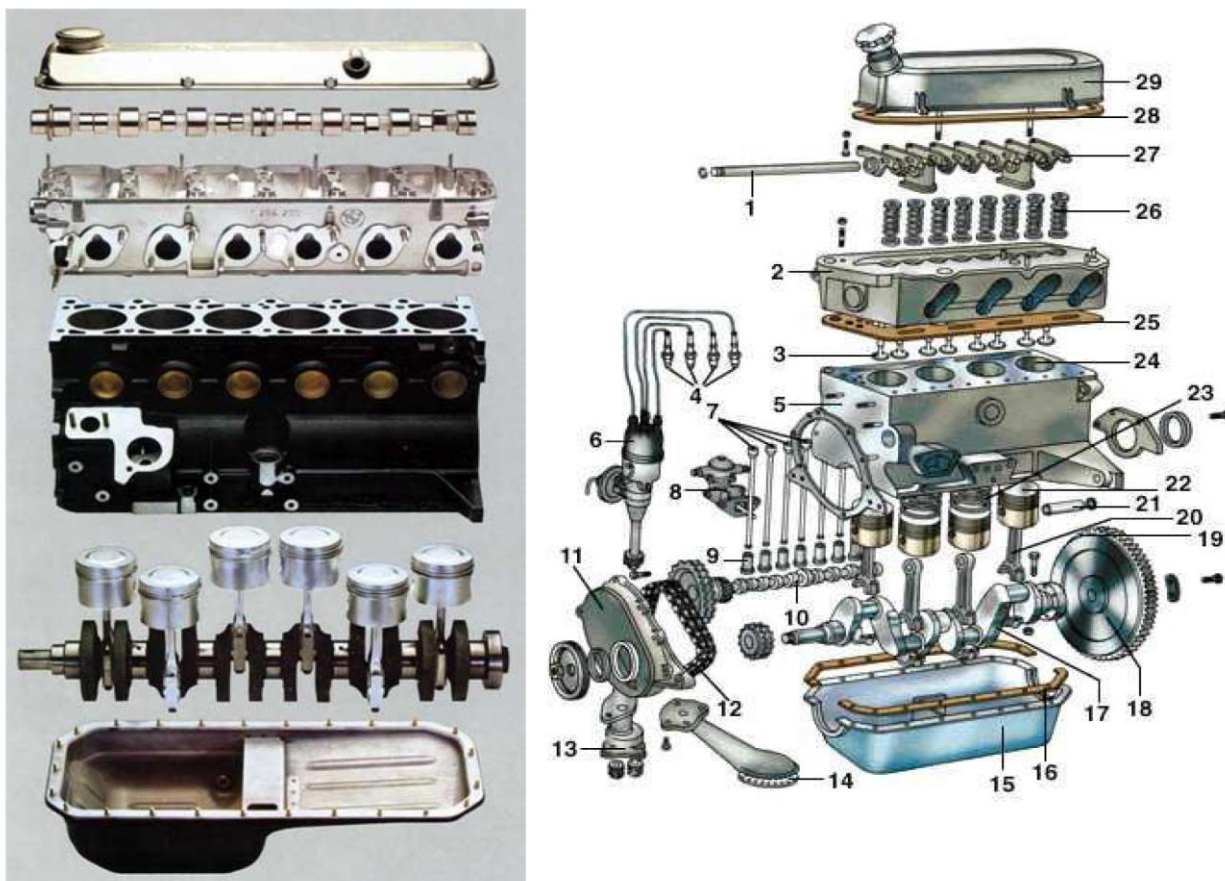


Figure I.2. Vue éclatée d'un moteur à explosion [3]

On distingue dans un moteur :

- Les parties fixes ;
- Les parties mobiles.

Les parties fixes comprennent principalement :

- Le bloc moteur ou bloc cylindres ;
- La culasse qui sert de couvercle hermétique à la partie supérieure des cylindres et supportant l'arbre à cames et les soupapes.

Les parties mobiles comprennent deux parties principales :

- L'attelage mobile qui inclut : le vilebrequin, les bielles, les pistons munis de leurs Segments ;
- La distribution qui inclut : l'arbre à cames, soupapes et ressorts de rappel, un système de rappel entre le ou les arbres à cames et le vilebrequin constitué d'une ou plusieurs chaînes ou courroies crantées. [3]

Le Tableau I.1. Montre les différents organes de moteur.

Tableau I.1. Les organes de moteur

1) Axe des culbuteurs	16) joint de carter
2) culasse	17) vilebrequin
3) soupapes	18) volant moteur
4) bougies	19) couronne dentée entraînée par le démarreur
5) bloc cylindres	20) bielle
6) allumeur	21) axe de piston
7) tiges de commande des culbuteurs	22) piston
8) pompe à essence	23) segments
9) poussoirs	24) cylindre
10) arbre à cames	25) joint de culasse
11) carter de distribution	26) ressorts de soupapes
12) chaîne de distribution	27) culbuteurs
13) pompe à huile	28) joint de cache culbuteurs
14) crépine de pompe à huile	29) cache culbuteurs

I.5. Description des composants du moteur

I.5.1. Le bloc cylindre

Il supporte le vilebrequin, permet le guidage des pistons, assure avec la culasse l'étanchéité des cylindres et permet le passage des canalisations de graissage et de l'eau.

Le bloc cylindres doit :

- Être indéformable et répondre à des dispositions géométriques précises ;

- Résister aux pressions, torsions, frottements, variations de température ;
- Posséder la masse la moins élevée possible.

Comme le montre la Figure I.3 ci-dessous.



Figure I.3. Bloc cylindre [3]

I.5.2. Chemise de cylindre

La chemise est une pièce cylindrique emmanchée en force dans le cylindre (ayant un métal plus résistant que le reste du bloc moteur), et dans laquelle coulisse le piston et où se produit la combustion/compression.

Souvent en fonte ou en acier, la chemise reçoit différents usinages et traitements visant d'une part à améliorer son état de surface, pour diminuer les frottements, et d'autre part à accroître la dureté, afin d'éviter l'usure. Comme le montre la Figure I.4 ci-dessous.



Figure I.4. Chemise de cylindre [3]

I.5.3. La culasse

Le rôle de la culasse est d'assurer la fermeture des cylindres dans leur partie supérieure, constituant ainsi la chambre de combustion.

Elle permet :

- L'arrivée et l'évacuation des gaz ;
- La mise en position des éléments de la distribution et d'une partie de l'allumage ;

- L'évacuation rapide de la chaleur, au point le plus chaud situé dans la chambre de combustion.

Elle peut être en fonte GS, mais plus généralement en alliage d'aluminium (AS5U3G).

La figure I.5 présente La culasse.

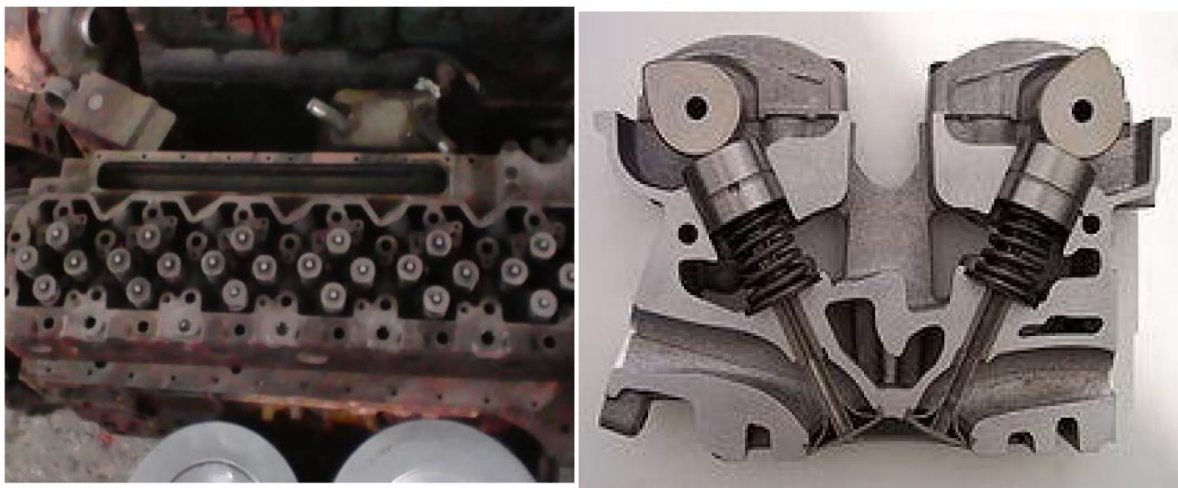


Figure I.5. La culasse [3]

I.5.4. L'arbre à cames

Il est chargé de commander la levée des soupapes et pendant une durée bien déterminée.

Le mouvement de l'arbre à cames doit être lié de façon invariable à celui du vilebrequin.

La partie excentrée de la came, appelé flanc ou rampe, permet la levée ou la descente de la soupape. La partie cylindrique, zone de repos, correspond à la soupape fermée.

Il y a autant de came que de soupape.

L'arbre à cames peut être en fonte GS ou GLA, ou en acier cémenté ou nitruré.

Comme le montre la Figure I.6 ci-dessous.



Figure I.6. Arbre à cames [3]

I.5.5. La soupape

Les soupapes permettent le passage d'un maximum de gaz dans un temps très court et doivent assurer une parfaite étanchéité à la fermeture sur le siège de soupape. Les soupapes sont exposées aux températures très élevées régnant dans la chambre de combustion (de l'ordre de 800°C à l'ouverture de la soupape d'échappement). La fabrication des soupapes nécessite donc l'emploi de métaux capables de résister à la déformation à haute température (fluage) et aux chocs répétés, tels les aciers austéniques, additifs comme le chrome, le nickel, le tungstène.

La portée conique assure l'étanchéité parfaite à la fermeture et un centrage correct évitant la déformation de la tige ou de la queue.

Comme le montre la Figure I.7 ci-dessous.



Figure I.7. Les soupapes [3]

I.5.6. Le piston

Le rôle du piston est de transmettre par l'intermédiaire de la bielle l'effort résultant de la pression des gaz.

Son refroidissement est assuré par les segments et le contact de la jupe avec le cylindre.

Ainsi, une partie de la chaleur est en outre évacuée par l'huile projetée sur son fond.

Le piston est lié à la bielle par un axe en acier.

Le piston est en général en alliage d'aluminium (AS12UN par ex), parfois renforcé par l'adjonction de fibres. Plus rarement, le piston peut être en fonte GS ou en acier forgé.

Comme le montre la Figure I.8 ci-dessous.



Figure I.8. Piston [3]

I.5.7. Les segments

Le rôle des segments est d'assurer l'étanchéité aux gaz (coté chambre de combustion) et à l'huile (coté carter).

Ils permettent d'évacuer une partie de la chaleur communiquée au piston par les gaz vers le cylindre.

Les segments sont en général au nombre de 3 :

- Le segment de feu situé au sommet du piston ;
- Le segment d'étanchéité au milieu ;
- Le segment racleur enfin qui assure surtout l'étanchéité à l'huile.

Comme le montre la Figure I.9 ci-dessous.

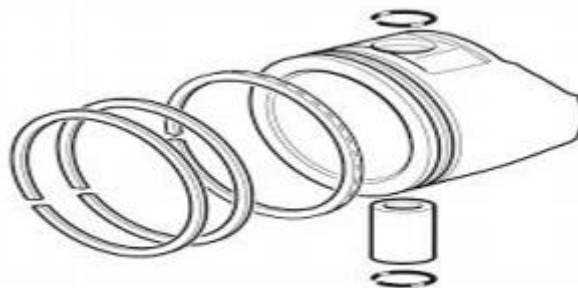


Figure I.9. Les segments [3]

I.5.8. La bielle

La bielle est un élément intermédiaire qui permet la transmission des forces entre deux éléments animés de mouvements différents :

- Le mouvement rectiligne alternatif du piston ;
- Le mouvement circulaire continu du vilebrequin.

Par la combinaison des mouvements rapides du piston et du vilebrequin, cet élément est soumis à de multiples contraintes : la compression, la traction, la flexion.

Elle peut être en fonte GS, en acier forgé ou fritté, et aussi en alliage léger. Comme le montre la Figure I.10 ci-dessous.



Figure I.10. La bielle [3]

I.5.9. Le vilebrequin

Avec la bielle il termine la transformation du mouvement rectiligne alternatif du piston en mouvement circulaire continu. Les contraintes subies par le vilebrequin sont :

- Torsions provenant des efforts opposés du couple moteur et du couple résistant ;
- Flexions, compressions, tractions, cisaillements ;
- Frottements au niveau des portées ;
- Vibrations provenant de la masse du vilebrequin lancé à grande vitesse.

Un vilebrequin doit posséder des qualités afin de résister aux efforts qui lui sont soumis :

- Bras de manivelle robuste ;
- Géométrie indéformable ;
- Equilibrage parfait (Il peut être en acier forgé ou moulé et aussi en fonte GS).

[3]

Comme le montre la Figure I.11 ci-dessous.



Figure I.11. Vilebrequin [3]

I.5.10. Principe de fonctionnement

Le carburant pulvérisé très finement et mélangé à l'air forme un mélange combustible qui est introduit dans le cylindre.

Cette introduction correspond à l'opération d'admission.

A ce stade de l'introduction dans le cylindre, le mélange gazeux est à faible pression. Si on l'enflammait à ce moment, il ne pourrait fournir qu'un travail insuffisant, il faut au préalable le comprimer : c'est l'opération de compression [4]. Comme le montre la Figure I.12 ci-dessous.



Figure I.12. Admission [3]

Puis, le mélange enflammé se détend en fournissant l'effort moteur transformée en mouvement de rotation sur l'arbre moteur grâce au mécanisme bielle-manivelle. Comme le montre la Figure I.13 ci-dessous.



Figure I.13. Compression [3]

Enfin, il faut que les gaz brûlés soient évacués avant qu'un nouveau mélange frais soit admis dans le cylindre : c'est l'opération d'échappement. Comme le montre la Figure I.14 ci-dessous.



Figure I.14. Combustion [3]

Puis, ces opérations se répètent dans le même ordre pour constituer le cycle moteur. [4]

Pour effectuer les 4 temps le vilebrequin effectue 2 tours. Comme le montre la Figure I.15 ci-dessous.

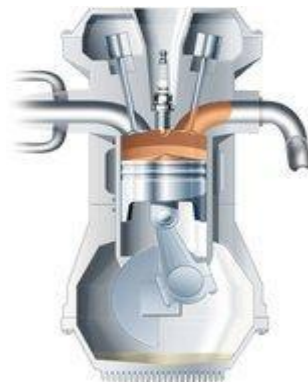


Figure I.15. Échappement [3]

I.6. Etude thermodynamique

On modélise le cycle par des transformations particulières :

Admission A-B : Isobare.

Compression B-C : Adiabatique.

Combustion C-D : Isochore.

Détente D-E : Adiabatique.

Echappement E-B : Isobare.

La figure I.16 présente le cycle de Beau de Rochas.

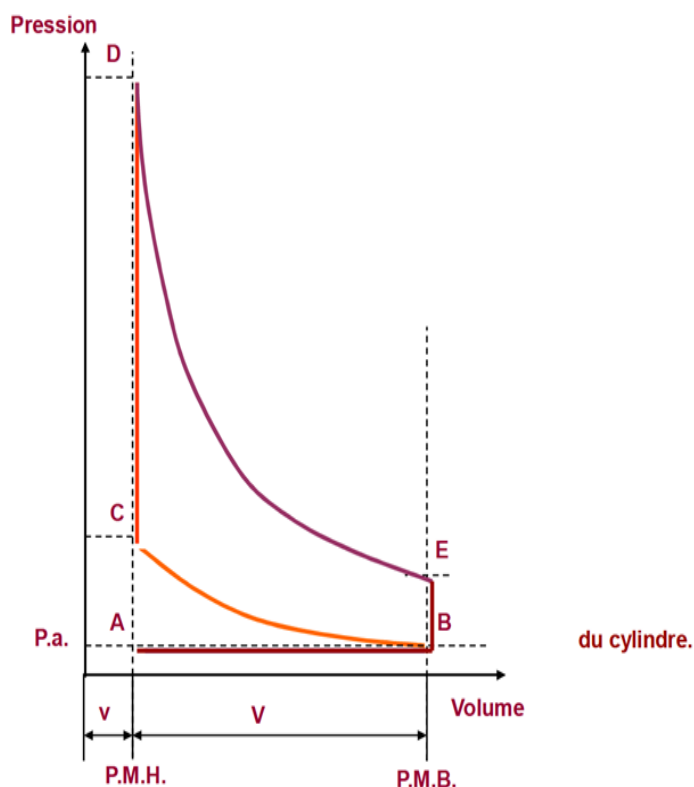


Figure I.16. Diagramme de cycle de Beau de Rochas [3]

I.7. System de moteur à combustion interne (essence)

I.7.1. Lubrification

I.7.1.1. Huiles lubrifiantes

L'huile est le principal lubrifiant utilisé dans les voitures et son objectif principal est de réduire la friction et de prévenir la corrosion. Dans les moteurs et les systèmes de transmission, l'huile remplit une fonction supplémentaire, qui consiste à évacuer la chaleur des pièces mobiles et donc à maintenir le système au frais. [5]

I.7.1.2. La friction

Lorsqu'elles sont vues au microscope, les surfaces mécaniques sont couvertes de petits pics et de vallées, comme le montre la grande forme magnétique de la figure I.17. Lorsqu'une surface se déplace sur une autre, les pics résistent au mouvement. Cette résistance est appelée frottement et provoque deux problèmes :

- Usure due à la déchirure de petits fragments métalliques ;
- L'énergie est utilisée pour déplacer les surfaces et la chaleur est générée.

Ces conditions sont particulièrement problématiques pour les roulements d'orientation et les surfaces de glissement tels que ceux entre la paroi du piston et la paroi du cylindre. [5]

Forcer les surfaces de pression ensemble

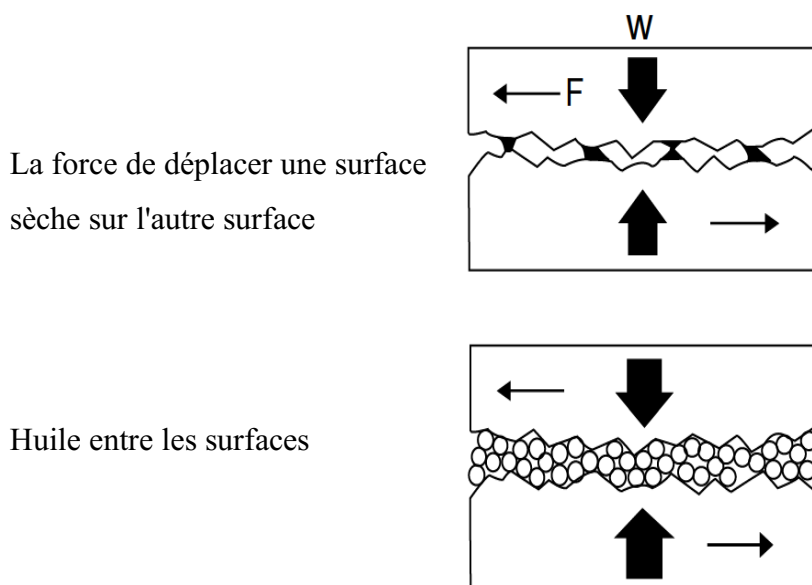


Figure I.17. Coefficient de frottement [5]

I.7.1.3. Système de lubrification

Il existe trois principaux types de systèmes de lubrification couramment utilisés dans les moteurs à combustion interne :

- Marécage humide ;
- Marécage sec ;
- Perte complète.

Le but du système de lubrification est de fournir de l'huile à toutes les pièces mobiles du moteur pour réduire le frottement, l'usure et la dissipation thermique. Les huiles modernes nettoient également le moteur et gardent les produits de combustion, la saleté, etc. Dans le

commentaire. Cela nécessite de changer l'huile et les déchets conformément aux instructions du fabricant. De cela, nous pouvons voir que le pétrole remplit quatre fonctions importantes :

- Il réduit la friction et l'usure des pièces mobiles.
- Il agit comme un liquide de refroidissement et transmet la chaleur des pièces mobiles.
- Maintient les pièces mobiles propres et transfèrent les impuretés dans l'huile.
- Il réduit l'usure et le bruit du moteur. Il agit également comme un joint autour du piston et des secteurs. [5]

I.7.1.4. Les principaux composants du système de lubrification

Le système de lubrification est généralement compact et se compose des principaux composants suivants :

- Station d'essence : Il extrait l'huile du carter et la met sous pression dans le système de lubrification du moteur ;
- Soupape de décharge : Il réduit la pression d'huile maximale que la pompe fournit au système ;
- Marécage : Agissant comme un réservoir d'huile ;
- L'huile apparaît : Ce sont les canaux ou les opérations de forage que l'huile passe aux différents points de lubrification du moteur ;
- Indicateur de pression d'huile : Indique si la pression d'huile est maintenue dans les limites du fabricant ;
- Raffinerie de pétrole : Il filtre l'huile et élimine les impuretés pour la garder propre. [5]

I.7.1.5. Le système de lubrification typique fonctionne de la manière suivante

1. L'huile est tirée du carter avec une pompe à huile.
2. La pompe pompe l'huile et la fait passer à travers le filtre à huile vers les galeries d'huile et les couloirs qui mènent aux roulements de vilebrequin et d'arbre à cames, et dans certains moteurs, les arbres de culbuteur et les culbuteurs.
3. L'huile est pulvérisée du vilebrequin par des pistons et d'autres pièces internes du moteur.
4. Après avoir lubrifié les composants mobiles, l'huile est distillée dans l'évier. La figure 12.6 montre le débit d'huile dans le système de lubrification du moteur.

Comme le montre la Figure I.18 ci-dessous. [5]

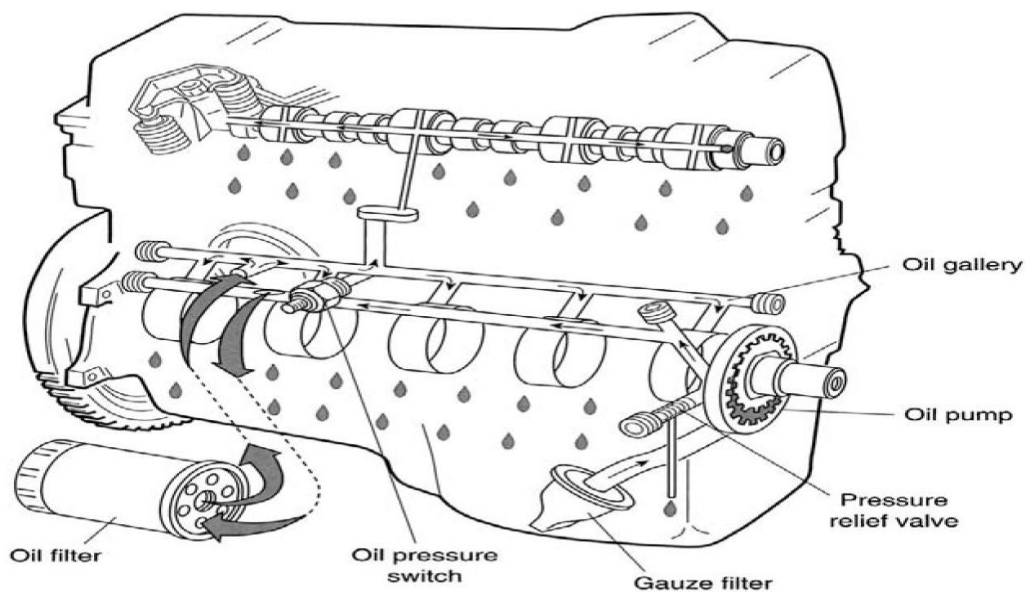


Figure I.18. Circuit de lubrification pour un moteur

I.7.2. Systèmes de refroidissement

Pendant la combustion, lorsque le moteur tourne à plein régime, la température maximale des gaz de combustion peut atteindre 1500C° - 2000C° . L'expansion des gaz pendant le coup d'énergie réduit considérablement leur température, mais pendant la course d'échappement, le gaz peut encore avoir une température d'environ 800C° . Tous les composants du moteur qui absorbent ces gaz chauds absorberont leur chaleur proportionnellement à :

- La température du gaz ;
- La surface exposée au gaz ;
- La durée de l'exposition.

Comme le montre la Figure I.19 ci-dessous.

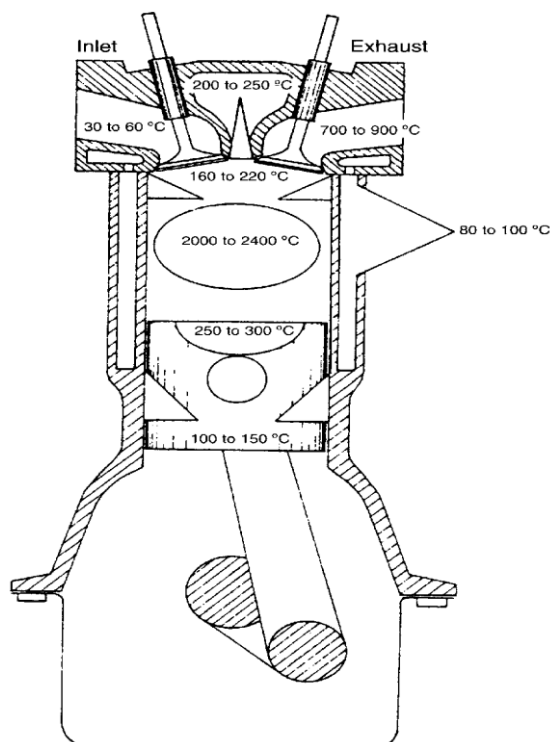


Figure I.19. Plages de températures de fonctionnement du moteur [5]

I.7.2.1. Types de systèmes de refroidissement

Il existe deux principaux types de systèmes de refroidissement couramment utilisés, l'air et l'eau. Les deux dissipent (rayonnent) la chaleur retirée du cylindre dans l'air ambiant.

A) Refroidissement par air

Dans ce système, la chaleur est rayonnée du cylindre et de la tête directement dans l'air ambiant. La vitesse à laquelle la chaleur est rayonnée d'un objet dépend :

- La différence de température entre l'objet et l'air ambiant ;
- La surface à partir de laquelle la chaleur est rayonnée puisque (1) doit être limitée, la surface du cylindre et de la culasse exposée à l'air doit être augmentée, en formant des ailettes sur leurs surfaces externes ;
- La nature de la surface.

Il est également nécessaire d'éliminer l'air chaud autour du cylindre et de fournir un apport constant d'air frais autour et entre les ailettes. Cela signifie que les cylindres doivent être suffisamment espacés pour permettre une bonne profondeur de réglage, et le moteur doit être placé là où le mouvement de la voiture peut fournir l'approvisionnement nécessaire en air frais. Un grand ventilateur est souvent utilisé et entoure le moteur. Comme le montre la Figure I.20 ci-dessous.

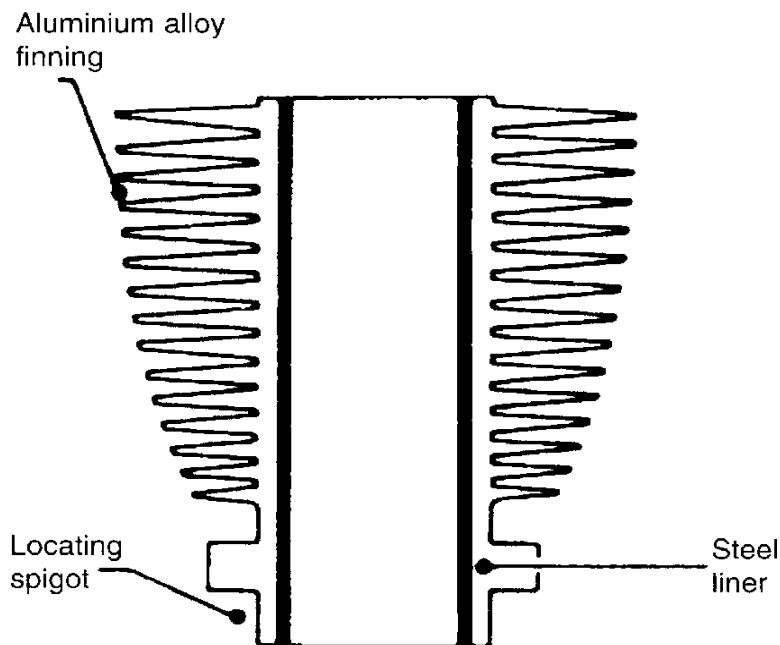


Figure I.20. Méthode de transfert de chaleur de la paroi du cylindre aéré refroidi par air [5]

Dans cet agencement, les surfaces extérieures du cylindre et de la culasse sont enfermées dans une chemise, laissant un espace entre le cylindre et la chemise à travers lequel circule un liquide approprié. Le liquide généralement utilisé est l'eau, qui est à bien des égards la plus appropriée à cet effet, même si elle présente un certain nombre d'inconvénients.

En traversant la chemise, l'eau absorbe la chaleur du cylindre et de la culasse, et elle est refroidie en passant à travers un radiateur avant d'être renvoyée dans la chemise.

B) Refroidissement par liquide :

La plupart des moteurs modernes utilisent une pompe pour assurer une circulation positive du liquide de refroidissement. Ceci est illustré à la Figure I.21 et offre les avantages suivants :

- Un radiateur plus petit peut être utilisé que dans le système à thermosiphon ;
- Moins de liquide de refroidissement est transporté car l'eau circule plus rapidement et donc la chaleur est évacuée plus rapidement ;
- Des passages et des tuyaux plus petits sont utilisés en raison de (2) ci-dessus ;
- Le radiateur n'a pas besoin d'être au-dessus du niveau du moteur, ce qui donne une ligne de capot inférieure ; cela a également l'avantage de moins de résistance au vent, ce qui donne une meilleure consommation de carburant ;
- Étant donné que le débit d'eau a une direction positive, le moteur fonctionnera à une température plus uniforme.

La figure I.21 présente le refroidissement par liquide.

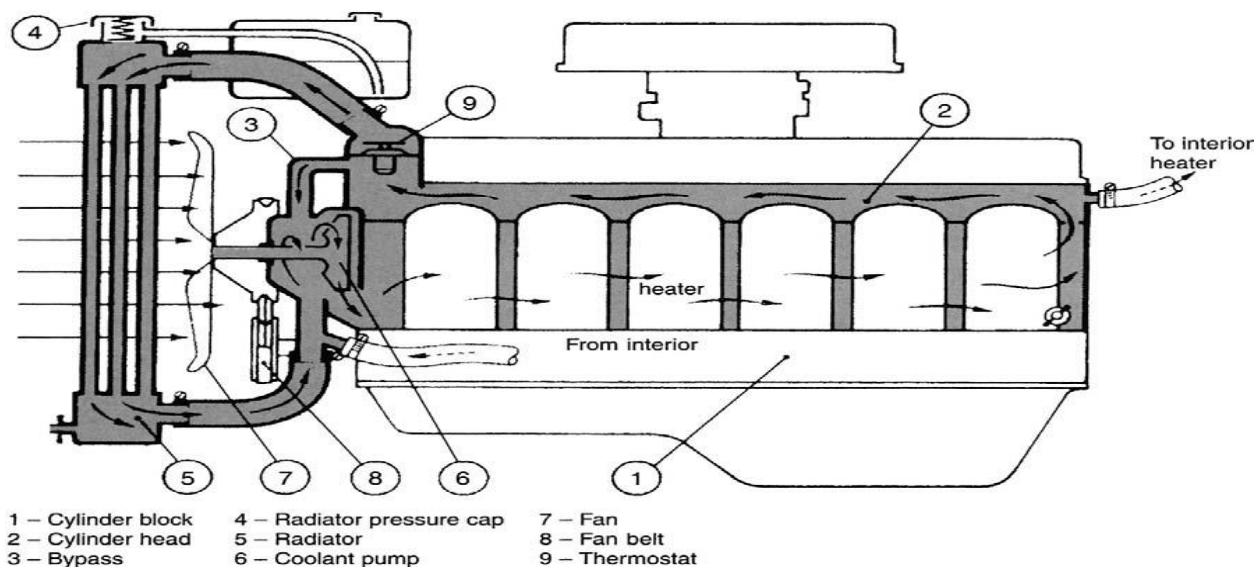


Figure I.21. Refroidissement par liquide [5]

Le liquide de refroidissement est pompé de la pompe à eau, à travers le bloc-cylindres et les culasses, à travers le thermostat dans le radiateur, puis à nouveau vers la pompe à eau

I.7.3. Systèmes d'allumage

Le but du système d'allumage est de fournir une étincelle pour allumer le mélange d'air comprimé dans la chambre de combustion. L'étincelle doit être suffisamment forte pour provoquer l'inflammation et doit se produire au bon moment dans le cycle de traitement. Le système d'allumage est le moyen par lequel l'unité d'alimentation de 12 volts est convertie de la batterie de la voiture en plusieurs milliers de volts nécessaires pour produire l'étincelle dans la bougie d'allumage.

Produire la haute tension nécessaire pour provoquer l'inflammation :

Ce sont les principes électromagnétiques qui sont utilisés dans le type de profil du système d'allumage (voir Figure I.22). Il y a deux fichiers dans ce fichier, un enroulement primaire et un enroulement secondaire. L'enroulement primaire consiste en quelques centaines de tours de fil de cuivre enduit. L'enroulement secondaire se compose de plusieurs milliers de fils de cuivre minces et enduits. L'enroulement primaire est enroulé autour de la partie externe de l'enroulement secondaire car le courant plus lourd qu'il transporte génère de la chaleur, qui doit être dissipée. Les couches de bobines sont généralement électriquement isolées les unes des autres par une couche de matériau isolant.

Au milieu de l'enroulement secondaire, il y a un noyau de fer doux laminé. Le but de ce contreplaqué est de focaliser le champ magnétique produit par le courant dans l'enroulement

de la bobine. La stratification entre l'enroulement de bobine externe et les enroulements sert un objectif similaire. [5]

Les parties internes de la bobine (Figure I.23) sont supportées sur une base en céramique. Dans certains cas, la bobine peut être enveloppée d'huile de transformateur pour améliorer l'isolation électrique et aider à dissiper la chaleur.

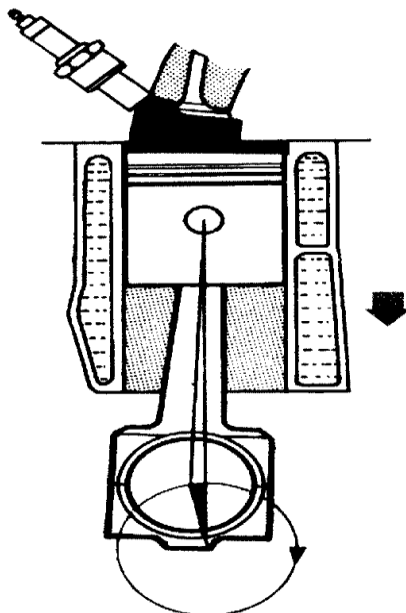
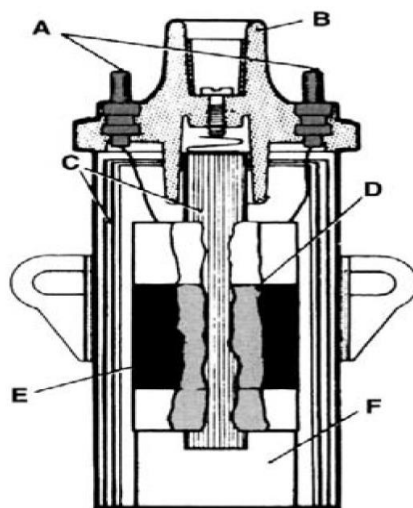


Figure I.22. Position de l'étincelle dans un moteur alternatif (à piston)



- A-Primary terminals
- B-High tension terminals
- C-Laminations
- D-Secondary winding
- E-Primary winding
- F-Porcelain insulator

Figure I.23. Une bobine d'allumage typique

I.7.3.1. Principe de fonctionnement

La taille réelle de la tension secondaire (haute tension (HT)) est liée à la rotation de la bobine, par exemple plusieurs milliers de tours dans l'enroulement secondaire et des centaines de tours dans l'enroulement principal.

Pour que le système d'allumage fonctionne, le courant d'enroulement principal doit être mis sous et hors tension, soit par des moyens électroniques, soit, dans le cas des anciens systèmes, par la coupure de contact.

Le courant de la batterie de la voiture traverse l'enroulement primaire via le contacteur d'allumage et les points de contact des contacts fermés, vers le sol. Un courant d'environ 3 ampères, dans l'enroulement primaire, crée un champ magnétique puissant qui est concentré par les feuilles de fer doux au centre de la bobine et la gaine de fer extérieure. Il faut se rappeler que l'enroulement secondaire est situé à l'intérieur de l'enroulement primaire, de sorte que le champ magnétique de l'enroulement primaire affecte également l'enroulement secondaire. L'objectif principal de l'enroulement principal est de créer un champ magnétique puissant qui entraîne une augmentation de la haute tension dans le circuit secondaire. [5]

I.7.4. Systèmes d'alimentation

Les systèmes modernes d'injection d'essence sont conçus pour garantir que le moteur extrait la quantité d'énergie maximale possible de chaque gramme de carburant et produit la quantité minimale possible d'émissions nocives dans le processus. Pour atteindre ces objectifs, les systèmes de carburant sont contrôlés électroniquement par un ordinateur central appelé ECU (Électronique Control Unit).

L'un des principaux objectifs du système de carburant et d'air est de s'assurer que chaque petite particule de carburant est entourée d'air sauf si l'air est insuffisant pour fournir l'oxygène nécessaire à une combustion complète, de sorte que la plage des rapports de carburant en air d'environ 10 : 1 à 20 : 1 est fourni pour répondre à toutes les conditions de fonctionnement du moteur. Dans les systèmes d'injection d'essence, le mélange d'air et de carburant est obtenu en pulvérisant le carburant dans le flux d'air lorsqu'il pénètre dans le système d'admission, tandis que dans les moteurs équipés d'un carburateur, l'air et le carburant sont mélangés dans la venturi (tube d'étranglement) du carburateur.

I.7.4.1. Le principe d'alimentation

- Le débitmètre d'air produit un signal électrique, généralement une tension, qui représente exactement la quantité d'air qui s'écoule vers le moteur. Ce signal est envoyé à l'ECU ;
- La soupape d'étranglement contrôle la quantité d'air qui circule et produit également un signal électrique qui est envoyé à l'ECU ;
- La pompe à essence fournit de l'essence à pression constante à l'injecteur ;
- Le filtre à carburant garantit que l'essence est propre lorsqu'elle atteint l'injecteur ;
- L'injecteur d'essence produit une fine pulvérisation d'essence qui est pulvérisée dans le flux d'air pour garantir que l'air et le carburant sont mélangés ;
- L'ECU est un ordinateur programmé pour maintenir l'injecteur ouvert pendant un temps sauf fi Sant pour garantir que la quantité de carburant injecté corresponde au débit d'air de sorte que le rapport correct de l'aire de carburant soit préservé. Une partie du programme dans l'ordinateur est une carte de ravitaillement e la carte est une section de programme qui indique à l'ordinateur combien de temps maintenir l'injecteur ouvert car la quantité de carburant injectée est déterminée par cette période de temps.

La figure I.24 présente système d'injection.

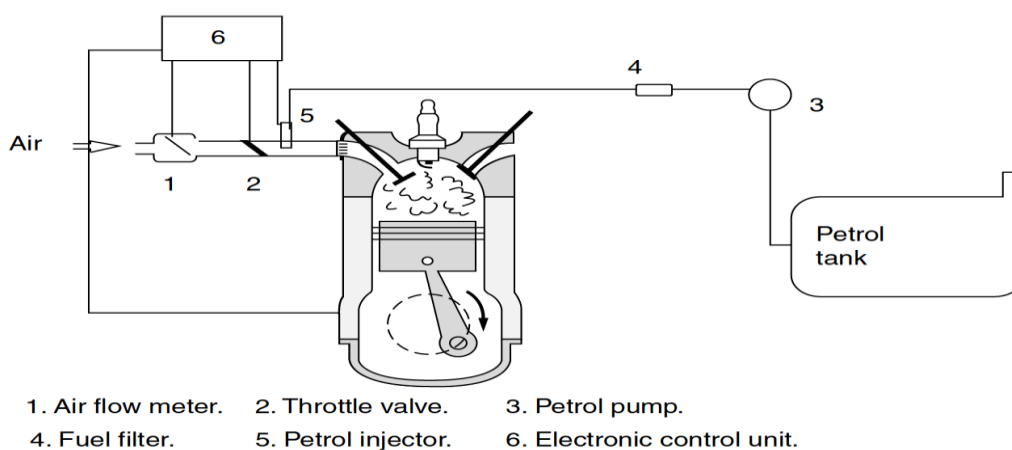


Figure I.24. Un système d'injection d'essence simple [6]

I.7.4.2. Les circuits d'alimentations

Le circuit d'alimentation comprend deux circuits différents :

- Circuit d'alimentation en air ;
- Circuit d'alimentation en essence.

Pour réaliser le mélange deux solutions sont utilisées :

- Système à carburateur : le mélange air-essence est obtenu dans le carburateur puis introduit dans le cylindre de moteur ; (Voir figure I.25)
- Système d'injection : le mélange est réalisé dans la pipe d'admission, l'air est acheminé par voie classique et l'essence est injectée sous pression par des injecteurs (un par cylindre). (Voir figure I.26)

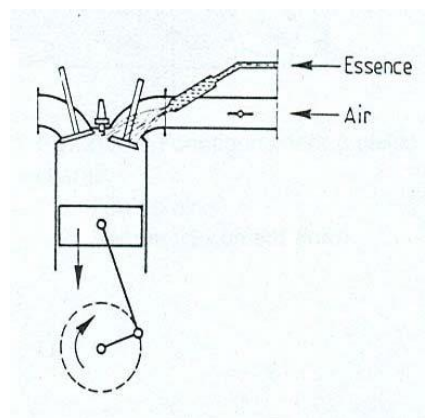
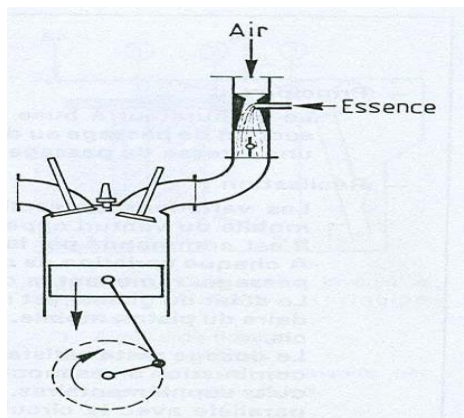


Figure I.25. Carburateur par carburateur [6] **Figure I.26.** Carburateur par injection [6]

I.8. Système à carburateur

I.8.1. La carburation

La carburation est l'ensemble des opérations réalisant le mélange intime du carburant avec l'air dans des proportions précises afin d'obtenir une combustion rapide et complète.

Pour réaliser la carburation, il est nécessaire d'effectuer des opérations suivantes : dosage, vaporisation et homogénéité.

I.8.2. Alimentation en air

Pour avoir une combustion correcte le rapport essence/air doit valoir 1/15 en masse, mais 1/9000 en volume.

On conçoit aisément la nécessité de filtrer une telle quantité d'air. Ceci afin d'éviter l'entrée de poussières et particules abrasives qui pourraient détériorer les parties mobiles du moteur.

Le filtre à air a deux rôles :

- La boîte à air sert de silencieux à l'aspiration en limitant le sifflement ;
- La cartouche (filtre) sert de retenir les impuretés de l'air aspiré par le moteur

I.8.3. Alimentation en carburant

I.8.3.1. Circuit complet

Le circuit complet d'un système d'alimentation en carburant comprend (Figure I.27) :

- le réservoir : pour contenir un volume d'essence.

- la pompe à essence : aspire l'essence dans le réservoir et remplit la cuve du carburateur.
- le carburateur : réalise le mélange air-essence.
- le filtre à air : assure l'alimentation du carburateur en air propre.

1. Filtre à air, 2. Carburateur, 3. Papillon des gaz, 4. Collecteur d'admission, 5. Réservoir de carburant, 6. Filtre à carburant, 7. Excentrique sur arbre à cames, 8. Pompe mécanique d'alimentation en carburant

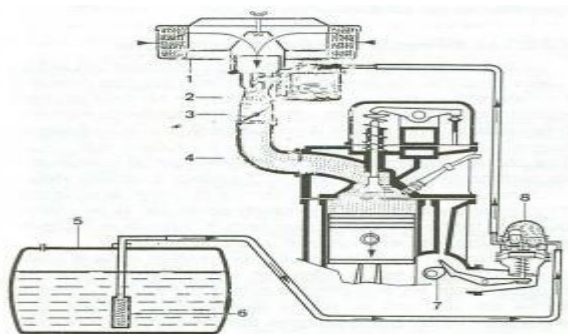


Figure I.27. Système d'alimentation d'un moteur [6]

I.8.3.2. Pompe à essence

Il existe deux types de pompes :

- la pompe à entraînement mécanique : très répandue sur les moteurs à carburateur.
- la pompe électrique : sur les véhicules à injection et haut de gamme.

I.8.3.3. Carburateurs

a. Description du carburateur

Le rôle de carburateur est de réaliser le mélange de l'air et de l'essence dans des conditions permettant une carburation correcte à tous les régimes du moteur. Comme le montre la figure I.28.

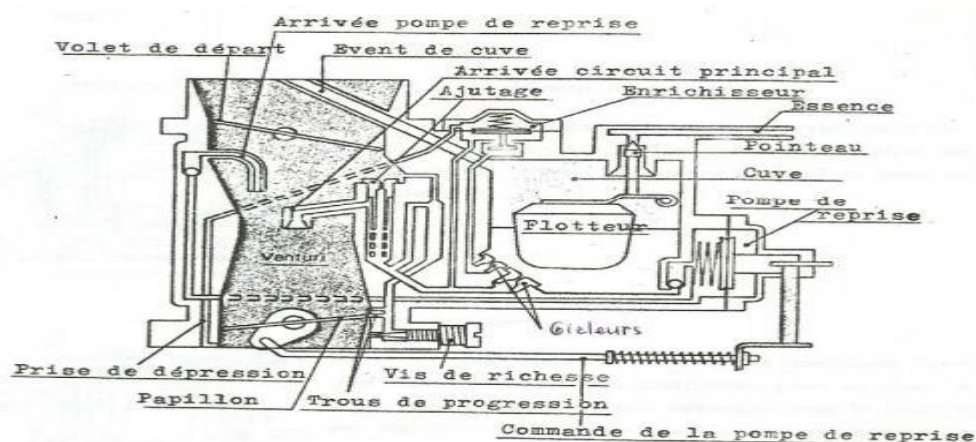


Figure I.28. Circuits internes du carburateur [6]

b. Circuit d'alimentation

Pour réaliser le mélange l'air circule dans le corps du carburateur de l'amont vers l'aval. Le mélange s'effectue dans une zone appelée chambre de carburation (venturi). Le gicla gé de l'essence est limité par un gicleur principal. Une réserve appelée cuve à niveau constant est munie d'un dispositif constitué d'un robinet pointeau actionné par un flotteur.

L'essence est amenée du réservoir par une pompe sous une légère pression. Lorsque l'essence est au niveau désiré dans la cuve, le flotteur en montant actionne le pointeau qui obture l'arrivée. Dès qu'il y a consommation de carburant, le pointeau s'ouvre jusqu'à obtention du niveau requis.

Un trou de mise à l'air libre de la cuve permet à l'essence de s'écouler grâce à l'action de la pression atmosphérique.

c. Circuit de ralenti

Au ralenti le papillon est quasiment fermé, la dépression dans la venturi est insuffisante pour amorcer le circuit principal. Le circuit de ralenti débouche sous le papillon, le dosage est réalisé par un gicleur de ralenti (non présenté) pour l'essence et par l'entrebâillement du papillon pour l'air. Comme le montre la Figure I.28 ci-dessous.

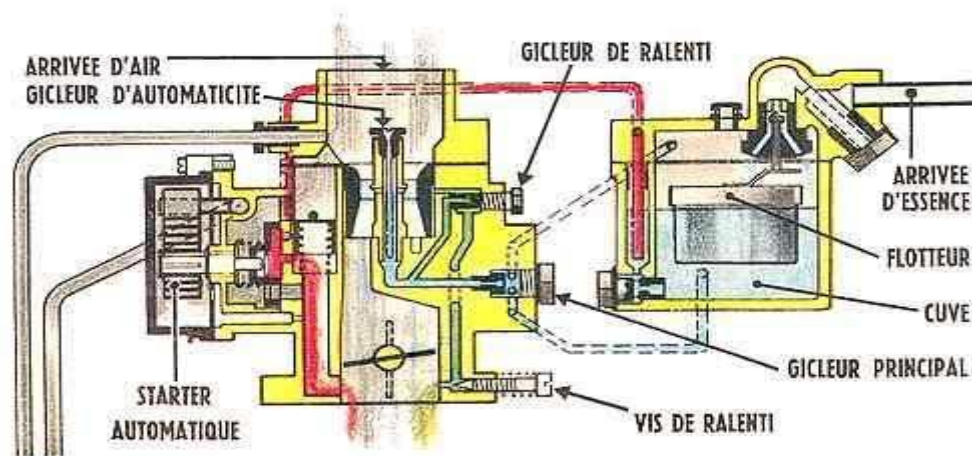


Figure I.29. Circuit de ralenti [6]

d. Circuit principal

A une certaine ouverture de papillon, dans le diffuseur on a une augmentation de la dépression qui amorce le circuit principal. L'essence passe des cuves aux puits à travers le gicleur principal qui en contrôlent le débit. Dans les puits on a un premier mélange, réalisé dans les tubes d'émulseurs, avec l'air contrôlé par le gicleur d'air. Des puits le mélange arrive aux venturis où commence la carburation avec l'air aspiré par les conduits d'admission. Le

circuit principal assure un dosage économique de l'ordre 1/18 aux moyens régimes. Comme le montre la Figure I.30 ci-dessous.

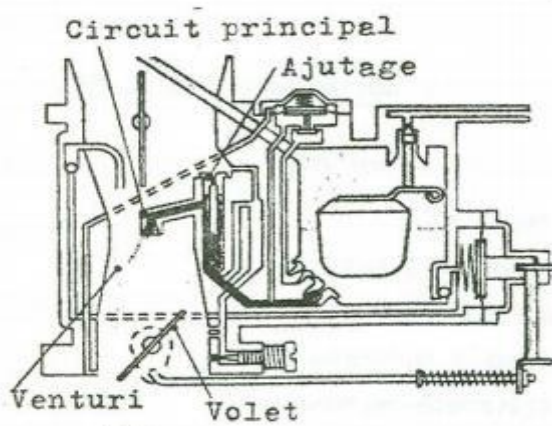


Figure I.30. Circuit principal [6]

e. Circuit de pompe de reprise

Lors d'une brusque accélération, le papillon s'ouvre très rapidement ce qui provoque un fort appel d'air et d'essence, mais du fait de la différence de densité l'arrivée d'essence est retardée. Le mélange risque de devenir pauvre, il faut l'enrichir. C'est le rôle de la pompe de reprise, actionnée mécaniquement par la commande du papillon elle envoie un surplus d'essence à chaque accélération. Comme le montre la Figure I.31 ci-dessous.

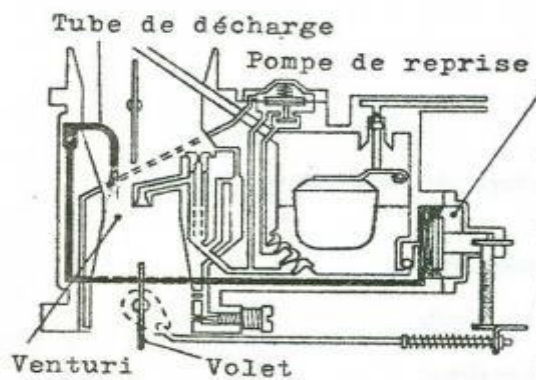


Figure I.31. Circuit de reprise [6]

f. Circuit d'enrichissement de puissance

Ce système qui entre en action pour les grandes ouvertures de papillon permet d'avoir un dosage de 1/12 et donc un gain en puissance. Dans des conditions bien déterminées de charge et régime (effet du ressort > effet de la dépression) le gicleur d'enrichissement ajoute son débit à celui du circuit principal. L'ouverture de ce gicleur est commandée par un clapet à

membrane actionné par la dépression régnant dans la tubulure d'admission. Comme le montre la Figure I.32 ci-dessous.

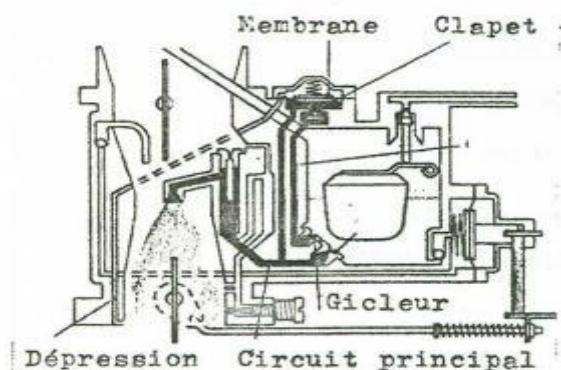


Figure I.32. Circuit d'enrichissement de puissance [6]

I.9. Système d'injection

I.9.1. Principe de fonctionnement

L'injection d'essence consiste à introduire l'air par une tubulure d'admission de forte section et à injecter le carburant en amont plus près de la soupape d'admission (injection directe) comme le montre la figure (I.33) ou directement dans le cylindre (injection directe) comme le montre la figure (I.34). L'injection peut être continue ou discontinue, mécanique ou électronique

I.9.2. Avantages du système d'injection

- L'augmentation des performances du moteur (couple, puissance, ...);
- Economie de carburant grâce au dosage très précis;
- Diminution des émissions toxiques (meilleure combustion);
- Meilleur remplissage en air des cylindres donc souplesse accrue.

I.9.3. Différents systèmes d'injection

On peut classer les systèmes d'injection selon l'endroit où se fait l'injection du carburant dans l'air aspiré par le moteur :

- L'injection est directe si elle s'effectue dans la chambre de combustion du cylindre;
- L'injection est indirecte si elle a lieu dans la tubulure d'admission, plus ou moins près de la soupape d'admission, le jet d'essence étant dirigé vers la soupape;
- L'injection centralisée si elle se fait dans la partie du collecteur commune à tous les cylindres, à l'endroit qu'occuperait un carburateur.

On peut également différencier les systèmes d'injection par le dispositif de régulation :

- Dans l'injection mécanique, la pompe entraînée mécaniquement par le moteur, effectue la mise en pression du carburant et dose le volume injecté;

- Dans l'injection électronique, la pompe électrique, effectue l'alimentation du carburant sous pression ; les fonctions de dosage, régulation, injection sont totalement ou partiellement pilotées par une centrale électronique. [17]

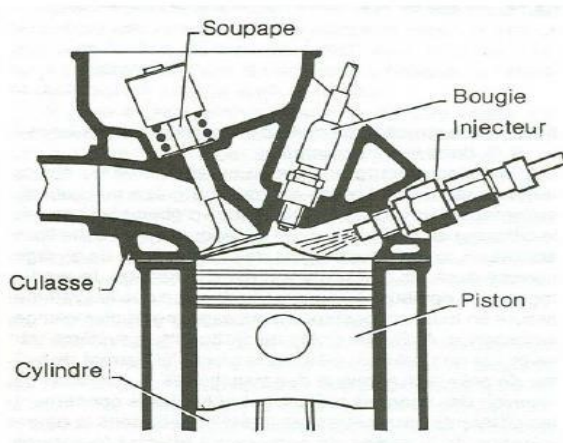


Figure I.33. Injection directe [6]

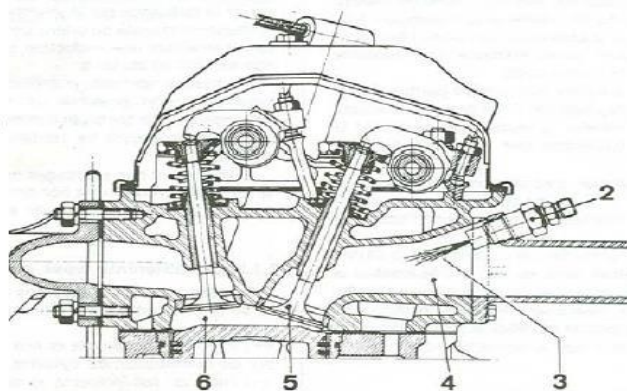


Figure I.34. Injection indirecte [6]

Les plus répandus actuellement sont les systèmes Bosch :

- K-Jetronic : injection mécanique continue indirecte.
- L ou D-Jetronic : injection électronique discontinue indirecte

I.10. Alimentation bi-carburant

Le GPL est un carburant alternatif gazeux pour moteurs d'automobiles. Stocké dans un réservoir GPL à une pression d'environ 10 bars (chutes de pression possibles jusqu'à 3 bars en saison froide), le gaz liquéfié (mélange de propane/butane) parvient par un collecteur d'alimentation (en matière plastique ou en cuivre) à travers une électrovanne GPL, dans l'enceinte du moteur où il est ensuite envoyé à travers une électrovanne dans le vaporisateur/régulateur (détendeur). Dans le vaporisateur/régulateur la pression du gaz est abaissée jusqu'à environ 1,5 bar, ce qui fait passer le carburant à l'état gazeux (vaporisation). Pour favoriser ce changement d'état, le vaporisateur/réducteur est réchauffé par un raccordement au circuit de refroidissement du véhicule. Ensuite, en passant par un filtre, le gaz est envoyé aux valves d'injection dont les issues sont positionnées à proximité immédiate des sorties des valves d'injection essence. Après commutation sur le GPL, les valves d'injection injectent le gaz dans les cylindres du moteur, cette injection étant parfaitement synchronisée avec le fonctionnement des valves d'injection essence. L'ensemble du processus est géré par un calculateur électronique GPL STAG. Le calculateur STAG contrôle les temps d'ouverture des valves d'injection essence et ajuste les paramètres de travail dès le passage au

GPL/essence. L'ensemble du processus d'injection GPL est synchronisé par le calculateur d'injection essence, ce qui permet au système de contrôler en permanence les conditions de travail du moteur et la qualité des gaz échappement, assurant ainsi des conditions optimales de fonctionnement du catalyseur. [7] Comme le montre la Figure I.35 ci-dessous.

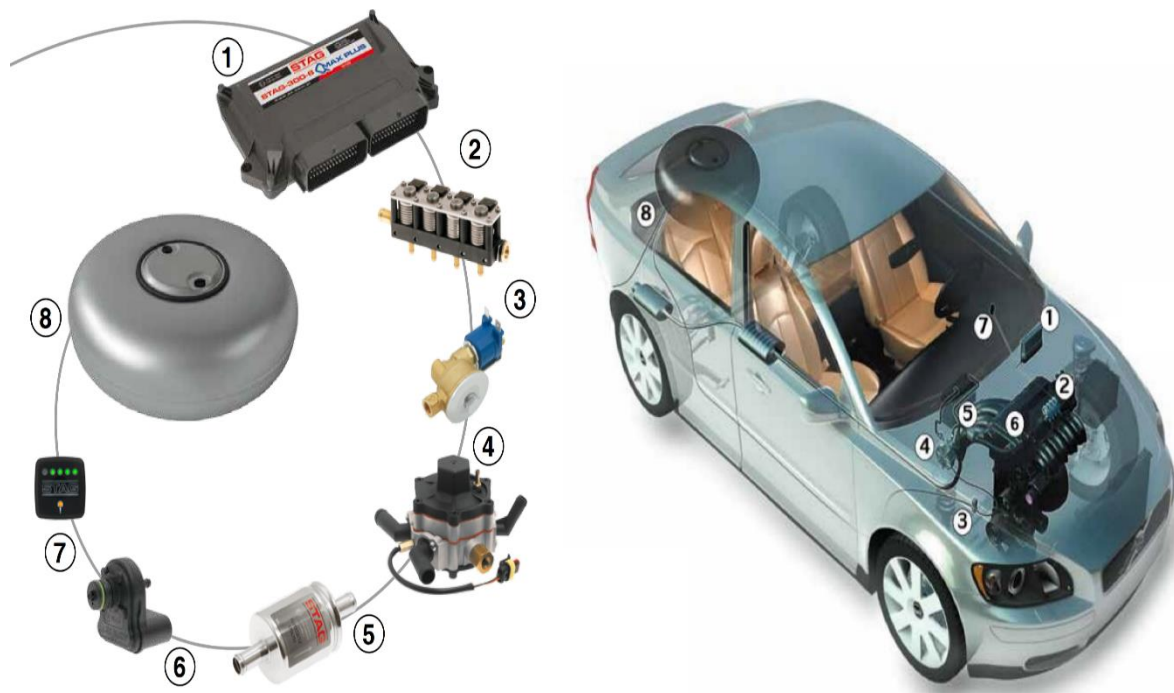


Figure I.35. Schéma d'installation et éléments du kit GPL [7]

1. Calculateur GPL.
2. Injecteurs gaz.
3. Électrovanne.
4. Vaporisateur/régulateur (détendeur).
5. Filtre à gaz.
6. Sonde de pression.
7. Commutateur essence/GPL (avec indicateur).
8. Réservoir.

I.11. Conclusion

Cette étude est un aperçu des composants des moteurs à combustion interne.

Cependant, il a permis de rappeler les connaissances nécessaires à une bonne compréhension de la problématique de ce mémoire concernant l'effet de la composition des composants du moteur sur ses performances.

Les mandats environnementaux et économiques actuels obligent les entreprises à fabriquer des voitures pour réduire la consommation de carburant des moteurs.

Le moteur automobile d'aujourd'hui doit être propre et efficace. Afin d'améliorer ces nouveaux moteurs à essence, il est nécessaire de contrôler la combustion à l'intérieur du piston.

La combustion est un phénomène très complexe qui présente de nombreux aspects (chimiques, physiques, mécaniques, thermiques, etc.). Afin de déterminer les différents paramètres distinctifs en tout point du contrôle de volume, nous nous tournons vers la solution Équations chimiques associées au système étudié.

Il est presque impossible de trouver une solution analytique surtout dans une situation turbulente et incompétente où les équations sont non linéaires et fortement couplées. Nous choisissons donc des solutions numériques et cela nécessite des modèles pour surmonter le problème de l'arrêt du système.

Chapitre II : Etude des carburant dans les moteur essence

II.1. Introduction

L'une des caractéristiques les plus importantes des moteurs à essence ou à allumage par étincelle est qu'il est relativement plus léger et plus rapide à bas régime et lorsqu'il fait froid, comme l'allumage avec une bougie d'allumage.

Le type d'essence diffère en fonction de la composition distinctive des composants de base de chaque type, et cette différence est utilisée selon la demande et les recommandations du consommateur.

De plus, il n'y a que trois types d'essence de base, mais le gaz liquéfié peut être utilisé dans certains moteurs en installant ses propres grilles, car il est également considéré comme un carburant, et c'est ce que nous allons couvrir à travers ce chapitre.

II.2. L'essence

Les produits chimiques présents dans l'essence se trouvent généralement dans de nombreuses conditions physiques (gaz, liquide, etc.) dans les établissements humains. L'essence est produite à partir de pétrole dans le processus de raffinage.

L'essence contient généralement plus de 150 produits chimiques, y compris de petites quantités de benzène, de toluène, de xylène et parfois de plomb. La méthode de production d'essence détermine la quantité de produits chimiques dans le mélange d'essence et la quantité de chacun.

L'essence est un liquide incolore, brun clair ou rose. L'essence est hautement inflammable. Il s'enflamme très facilement, s'évapore rapidement et forme des mélanges d'air explosifs. La plupart des gens peuvent commencer à sentir le benzène à 0,25 partie d'essence par million de parties d'air (parties par million). L'essence se trouve dans l'air, les eaux souterraines et le sol. L'essence ne se dissout pas facilement dans l'eau.

Cependant, certains produits chimiques contenus dans l'essence peuvent facilement se dissoudre dans l'eau. [8]

II.2.1. L'indice d'octane

L'octane est une méthode de mesure de la résistance de l'essence à la soi-disant détonation automatique ou auto-inflammation. L'explosion provoque des routes lorsque le mélange de carburant et d'air comprimé s'enflamme prématurément dans la chambre de combustion, c'est-à-dire avant l'apparition de l'étincelle. En Algérie, les trois nombres les plus courants pour l'octane sont 90 (normal), 95 (sans plomb) et 96 (supérieur).

L'indice d'octane est la jauge de résistance au carburant utilisée dans un moteur à allumage commandé, c'est-à-dire un allumage utilisant uniquement la pression et la chaleur. Par exemple, le carburant se comporte comme du 92 octane, du point de vue de l'allumage automatique, comme un mélange de 92% d'octane (qui est automatique inflammable, son indice est de 100) et de 8% d'heptane (qui s'enflamme facilement et son indicateur 0).

Par conséquent, plus le nombre d'octane est faible, plus l'essence fonctionnera comme un mélange à faible ISO (il va sans dire, un mélange à haute teneur en heptane) et plus le gaz explose facilement.

L'essence qui a un indice d'octane de 92 est moins volatile que celle avec un indice de 87.

II.2.2. Composition de l'essence

L'essence est un mélange complexe d'hydrocarbures auxquels sont parfois ajoutés d'autres produits combustibles ou adjuvants. Sa composition dépend de l'origine géographique du pétrole et les procédés de raffinage utilisés.

Un distillat de pétrole est composé de molécules paraffiniques isolées, des noyaux aromatiques, naphthéniques et des oléfines.

Le tableau II.1 présente un exemple de composition d'une essence par famille chimique.

Tableau II.1 Exemple de composition d'une essence par famille chimique [9]

Composition par famille chimique % volume	Paraffines : 40-65%
	Naphtènes : 0-5%
	Oléfines : 0-20%
	Aromatiques : 15-45%

II.2.2.1. Unités d'exploitation et de production du mélange final (essence)

- Distillation à l'air ;
- Réforme catalytique ;
- Craquage catalytique ;
- Craquage thermique ;

- Alkylation ;
- L'isomère ;
- Craquage d'hydrogène. [10]

II.2.2.2. Les différents types d'essences

Les essences se répartissent en classes bien distinctes, selon les types de moteurs qu'elles alimentent. Ceux-ci présentent généralement des propriétés physiques semblables, mais diffèrent par leurs indices d'octane.

On distingue trois types principaux d'essences carburant : l'essence ordinaire, le super carburant et l'essence sans plomb.

A) Essence normal

Il consiste principalement en un mélange d'hydrocarbures de structures diverses (paraffinique, oléfinique, naphthalène, aromatique (4% de benzène)) distillé à moins de 205 ° C. L'efficacité de combustion est caractérisée par l'indice d'octane compris entre 89 et 92.

B) Le super carburant

Il est de même nature que l'essence ordinaire, mais obtenu par un procédé de raffinage spécial afin d'améliorer l'indice d'octane qui est de 97 à 99. Sa composition diffère de l'essence ordinaire par la teneur en benzène plus élevée (4 à 6 %) en raison des faibles niveaux de plomb .la teneur en soufre plus élevée (0,5 %).

C) Essence sans plomb

L'essence sans plomb est principalement un mélange d'hydrocarbures et de composés oxygénés. Les essences sans plomb sont apparues en Europe à partir de 1988. Les additifs utilisés sont le MTBE (methyltertiobutylether), additif le plus employé, et le benzène, ajouté en vue d'améliorer l'indice d'octane qui est de 95 à 98. Compte tenu de la forte toxicité de ce dernier, sa teneur est légalement limitée.

Tableau II.2 Les principaux composants de l'essence [8]

Composants	Percentage de composants	Composants
N-alkanes		
C ₅	3.0	Exhausteurs d'octane
C ₆	11.6	Éther méthylique de t-butyle (MTBE)
C ₇	1.2	t-butyl alcohol (TBA)
C ₉	0.7	ethanol
C ₁₀ -C ₁₃	0.8	methanol
Totale de n-alkanes	17.3	Antioxydants
Alcanes ramifiés		
C ₄	2.2	N, N-dialkylphénylènediamines 2,6-dialkyl et 2,4,6-trialkylphénols Butyliques méthyliques, éthyliques et diméthyliques Phénols
C ₅	15.1	Triéthylène tétramine di (monononylphénolate)
C ₆	8.0	Désactivateurs de métaux
C ₇	1.9	N.N'-disalicylidène-1,2-éthanediamine
C ₈	1.8	N.N' -disalicylidène-propanediamine
C ₉	2.1	N.N' -disalicylidène-cyclohexanediamine
C ₁₀ -C ₁₃	1.0	Disalicylidène-N-méthyl-dipropylène-triamine
Totale de alcanes ramifiés	32.0	contrôleurs d'allumage
Cycloalcanes		
C ₆	3.0	Tri-o-crésylphosphate (TOCP)
C ₇	1.4	Inhibiteurs de givrage
C ₈	0.6	Alcool isopropylique
Totale de cycloalcanes	5.0	Détergents / dispersants Phosphates d'alkylamine amines poly-isobutène
Oléfines		
C ₆	1.8	Alkylphénols à longue chaîne Alcools à longue chaîne Acides carboxyliques à longue chaîne
Total d'oléfines	1.8	Amines à longue chaîne
Aromatiques		
Benzène	3.2	Inhibiteurs de corrosion
Toluène	4.8	Acides carboxyliques
Xylènes	6.6	Acides phosphoriques
Ethylbenzène	1.4	acides sulfoniques
C3-benzènes	4.2	
C4-benzènes	7.6	
Autres	2.7	
Aromatiques totaux	30.5	

II.3. Le gaz du pétrole liquéfié (GPL)

II.3.1. Définition du GPL

Le gaz de pétrole liquéfié ou GPL est un mélange gazeux d'hydrocarbures légers composé d'environ 80% de butane (C_4H_{10}) et 20% de propane (C_3H_8) (ce sont des hydrocarbures saturés) à température ambiante et pression atmosphérique, mais il peut être à l'état liquide, Une fois qu'il est soumis à l'une des conditions suivantes :

- Pression relevée à la température ambiante ;
- Pression atmosphérique et température basse ;
- Pression modérée et température partiellement basse. [11]

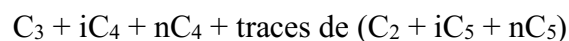
Cette fonctionnalité leur donne l'avantage de manipuler et / ou de stocker une grande quantité d'énergie sous un très faible volume (1 litre de GPL liquide égal 250 litres de GPL gazeux), ce qui permet de le transporter plus facilement que pour les gaz non condensables (méthane, éthane) qui exigent des pressions très élevées pour pouvoir être liquéfiés à la température ambiante, et de le commercialiser aisément, dans des bouteilles en acier.

La production de ce carburant est issue du raffinage du pétrole (40 % des ressources mondiales) et plus généralement du traitement du gaz naturel (60 % des ressources mondiales). Ainsi, les GPL existent aussi à l'état naturel. Dans le passé, les GPL étaient détruits par torchage (brûlage des gaz indésirables), gaspillant le potentiel de cette énergie exceptionnelle. [11]

La composition chimique du GPL est variable selon les normes et ses utilisations dans différents pays (50% butane ,50% propane en France et 95% butane ,5% propane aux état- unis). Il peut contenir, le propylène, butène et une faible quantité de méthane (CH_4), éthylène, pentane (C_5H_{12}), et exceptionnellement des hydrocarbures tels que le butadiène, l'acétylène et le méthylacrylique.

Le propane et le butane commerciaux ne sont pas des produits purs mais des mélanges, une séparation complète des molécules serait aussi coûteuse qu'inutile car la plupart des utilisations acceptent des mélanges.

Donc, le GPL est un gaz riche, il contient du



Ce mélange est aussi appelé « BUPRO » car il contient de fortes proportions en C_3 et C_4 .

i: étant l'iso X.

n: étant le nombre de carbone.

X: étant le nom du carbonyle. [11]

II.3.2. Origine du GPL

Les gaz de pétrole liquéfié GPL sont extraits à partir de diverses sources qui peuvent être :

Dans les raffineries de pétrole : Le processus de raffinage du pétrole est complexe et nécessite de nombreuses étapes :

Soit au cours de la distillation du pétrole brut (le butane et le propane constituent entre 2 et 3 % de l'ensemble des produits obtenus ; ils constituent les coupes les plus légères issues de cette opération), soit pendant le craquage thermique ou reforming catalytique des produits en vue de produire des essences.

Au cours des opérations de dégazolinage du gaz naturel qui ont pour but de séparer et de recueillir les condensats (propane, butane, essences légères etc...). Environ 3% d'un baril standard de pétrole brut est raffiné en GPL, alors que jusqu'à 40% du baril pourrait être converti en GPL.



Figure II.1. Origine du GPL [11]

Dans les unités de liquéfaction : En moyenne, un champ de gaz naturel fournit près de 90 % de méthane (CH₄) mais aussi 5 % de propane et 5 % d'autres gaz dont le butane.

- À partir de la liquéfaction des gaz associés (champs pétroliers).

- Comme sous-produit à partir des unités de liquéfaction du gaz naturel GNL.

Tableau II.3 Caractéristiques des composants du GPL [11]

	méthane	éthylène	éthane	propylène	propane	isobutane	butène	n butane
Formule chimique	CH ₄	C ₂ H ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₄ H ₈	C ₄ H ₁₀
Tension de vapeur à 10°C (kg/cm ²)	370	45	32	7,7	6,2	1,3	1,7	1,5
Point d'ébullition à 760 mm Hg ; (°C)	-161,5	-103,7	- 88,5	- 47,7	- 42	- 11,7	- 6,2	- 0,5
Masse volumique (Kg/litre)	0,3		0,37	0,52	0,51	0,56	0,6	0,58
Litres de gaz obtenus à partir d'un litre de liquide(L)	443	333,7	294,3	283,5	272,7	229,3	252,9	237,8
Poids spécifique du gaz à 15°C 760mm/Hg ; (kg/m ³)	0,677	1,18	1,27	1,77	1,86	2,45	2,37	2,45
Pouvoir calorifique supérieur (kcal/kg)	13,288	12,028	12,417	11,700	11,980	11,828	11,589	11,586
Nombre d'octane (Motor Method)	120	76	99	83	96	97	84	89

II.4. Conclusion

Ce chapitre traite des types d'essence utilisés et des composants les plus importants de chacune des trois catégories en plus du gaz liquéfié. Les caractéristiques de chaque catégorie ont été déterminées, où la différence dans certaines proportions est ce qui conduit à cela.

Ces études pourront être utilisées dans de futurs chapitres qui nous permettront de faciliter le processus d'étude et de mettre en évidence l'impact de chaque catégorie.

Chapitre III : impact des gaz d'échappement sur l'environnement

III.1. Introduction

La pollution de l'environnement est l'un des plus grands problèmes auxquels le monde est confronté aujourd'hui. Étant donné que la nature et tous les organismes vivants sont la cible principale de ces changements, tout cela est le résultat d'interventions humaines sur l'environnement et de son utilisation excessive et irrationnelle de ses composants, en plus de ses activités quotidiennes dans les usines et les industries médicales et nucléaires. Comme les gaz d'échappement émis après avoir brûlé du carburant pour voiture sont également un facteur dans ces changements environnementaux, car les gaz d'échappement sont constitués d'un certain nombre de gaz partiels dans des proportions variables, peut-être le plus important dont nous avons parlé dans ce chapitre, qui est (.....).

Nous examinerons la source de ces gaz et leur composition structurelle et comment ils affectent également la santé humaine et la nature.

III.2. Définitions de la pollution

C'est l'ensemble des rejets de composés toxiques libérés par l'homme dans le milieu récepteur (continental, océanique et atmosphérique). Certaines substances libérées sont d'origine naturelle mais présentent un danger pour les organismes et perturbent l'équilibre général de l'environnement [12].

III.3. Origines des polluants et principaux éléments

Les trois causes principales de pollution sont :

- La production et la consommation des combustibles fossiles ;
- Les activités dues aux diverses industries chimiques ;
- Les activités agricoles (engrais et pesticide).

Le tableau suivant présente la liste des polluants et leurs caractéristiques

Tableau III.1. Liste des polluants et leurs caractéristiques [12]

Symbole	Désignation	Description
SO ₂	Dioxyde de soufre	Résulte de la combustion du charbon et des fuels
NO _x	Les n oxyde d'azote	Gaz émis par les installations de combustion et les véhicules automobiles
CO	Le monoxyde de carbone	Produit essentiellement par les véhicules à moteur à explosion
CO ₂	Dioxyde de carbone	Le produit naturel de toute combustion responsable en majeure partie de l'effet de serre. Le reste étant dû au méthane et aux chlorofluorocarbure
	Hydrocarbure	Résultat de la combustion incomplète des carburants dans les moteurs qui génère des vapeurs d'hydrocarbure. C'est aussi le fruit de l'utilisation de certains solvants
HCL	Acide chlorhydrique	Il est présent dans l'atmosphère quand il y a combustion des PVC ou PCV9
Poussières	Particules	Solides ou en suspension dans l'air et constituent des polluants non gazeux
O ₃	Ozone	C'est un polluant secondaire, résultant de l'action du rayonnement solaire sur les divers polluants, augmentant par conséquent la présence d'ozone dans l'air jusqu'à l'atteinte de teneurs toxiques
CH ₄	Méthane	C'est le principal composé organique volatile responsable de l'accentuation de l'effet de serre
CFC	Chlorofluorocarbure	Polluants les plus impliqués dans la dégradation de la couche d'ozone.
	Pesticides	
	Métaux lourds	Plomb, Cadmium, Arsenic, Mercure
	Radioéléments	

III.4. Les principaux polluants des gaz d'échappement des véhicules à moteur

III.4.1. Le monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz incolore, inodore et insipide (ce qui le rend difficile à détecter), légèrement plus léger dans l'air et toxique. L'empoisonnement au monoxyde de carbone, malheureusement très fréquent, est bien connu et souvent dû à une mauvaise préparation. Le monoxyde de carbone est un gaz inflammable et peut former un mélange explosif avec l'air. [13]

III.4.1.1. Origine de monoxyde de carbone

Le monoxyde de carbone est produit lors d'une combustion incomplète de composés contenant du carbone. Pendant la combustion, en présence d'un excès d'oxygène, le dioxyde de carbone est complètement oxydé, formant du dioxyde de carbone (CO₂). [13]

Dans les moteurs, la combustion est effectuée avec un excès de carburant par rapport à l'oxygène et aux émissions subséquentes du carburant non brûlé, y compris le dioxyde de carbone. La quantité d'émissions de dioxyde de carbone varie considérablement en fonction du type de véhicule et des conditions de circulation. Au démarrage, lorsque le moteur est encore froid ou au ralenti, les émissions sont au max. Plus le régime moteur est élevé, plus les émissions de CO₂ sont faibles. . [13]

III.4.1.2. Effets de monoxyde de carbone sur l'environnement

Le monoxyde de carbone affecte indirectement l'effet de serre car il affecte le pouvoir oxydant de l'atmosphère terrestre. En conséquence, il contribue à augmenter les concentrations de méthane (CH₄) et d'oxydes nitreux (N₂O). [13]

III.4.1.3. Effets de monoxyde de carbone sur la santé humaine

Le système nerveux central et les organes sensoriels sont affectés pour la première fois. Empoisonnement plus ou moins important selon la période d'exposition et la quantité inhalée. Une faible exposition au monoxyde de carbone peut entraîner des maux de tête et des nausées. À une exposition élevée, il peut provoquer des vomissements qui provoquent des vomissements, des évanouissements et des convulsions, et causent des dommages irréparables aux nerfs et la mort en cas d'exposition prolongée. [13]

Des effets apparaissent également après une exposition prolongée à des niveaux inférieurs. Chez les personnes en bonne santé, on peut remarquer une diminution des capacités physiques et intellectuelles, une diminution de la perception visuelle et une perte de motricité. [13]

III.4.2. Dioxyde de carbone (CO₂)

III.4.2.1. Origine de dioxyde de carbone

Il provient essentiellement de la combustion de carburant fossile pour le transport, le chauffage et les activités industrielles. [14]

III.4.2.2. Effets de dioxyde de carbone sur l'environnement

L'augmentation de la concentration en CO₂ accroît sensiblement l'effet de serre et contribue à une modification du climat planétaire. [14]

III.4.2.3. Effets de dioxyde de carbone sur la santé

Il n'a pas d'effet connu sur la santé. [14]

III.4.3. Oxydes d'azote (NO_x)

III.4.3.1. Origine des oxydes d'azote

Il s'agit de deux gaz – NO et NO₂ – sont souvent combinés sous le nom de NO_x ("NO_x" non trouvé). Il est produit principalement par des moteurs à essence et, surtout, diesel. Ils ont presque les mêmes propriétés (d'autant plus que le NO se convertit automatiquement en NO₂) : ils créent de l'acide dès qu'il entre en contact avec l'eau [13]. Comme le montre La figure III.1 ci-dessous.

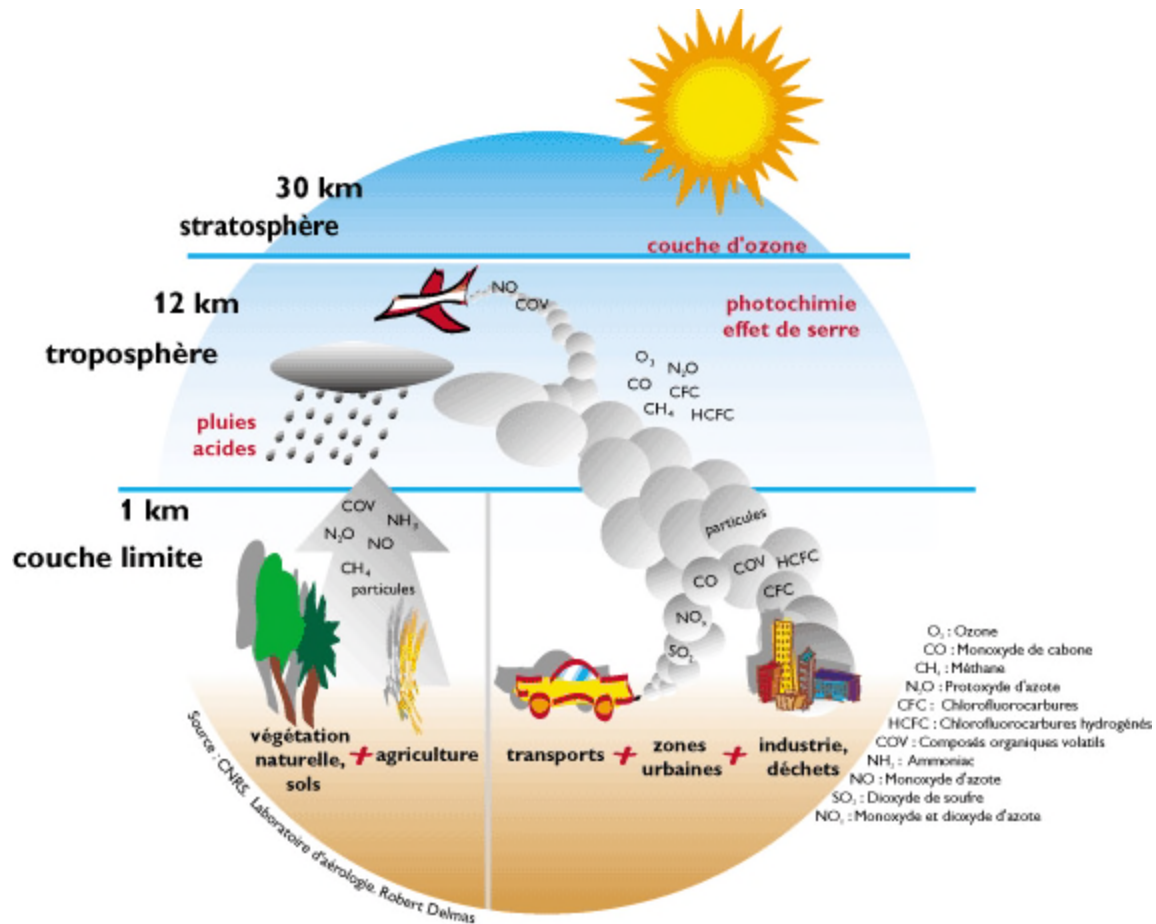


Figure III.1. Source d'oxyde d'azote [15]

III.4.3.2. Effets des oxydes d'azote sur l'environnement

Les oxydes d'azote contribuent à l'acidification de l'environnement et à la formation d'ozone troposphérique et de particules fines et peuvent avoir des effets néfastes sur les plantes, les écosystèmes et les bâtiments. Les émissions d'acide sont chimiquement converties en sels azotés et sont déposées à sec et sous forme de poussière ou d'autres particules, provoquant ainsi une perturbation de la formation de l'air, du sol et des eaux de surface. Les conséquences de ces dépôts acides sont les barrages forestiers, l'acidité des lacs, le déséquilibre des sols et la dégradation du patrimoine architectural. [13]

En tant que précurseur de l'ozone et des particules fines, les oxydes d'azote jouent également un rôle indirect dans le problème environnemental causé par ces polluants. [13]

III.4.3.3. Effets des oxydes d'azote sur la santé humaine

Pour les personnes en bonne santé, une exposition de quelques heures à des concentrations supérieures à une partie par million peut irriter les yeux et le système respiratoire. Pour les

personnes sensibles (en particulier celles souffrant d'asthme, les patients pulmonaires chroniques et les enfants), une exposition à la même durée et à des concentrations supérieures à 0,3 ppm peut entraîner une altération de la fonction respiratoire et une réponse excessive des voies respiratoires. [13]

III.4.4. Ozone (O_3)

III.4.4.1. Origine d'ozone

L'ozone est un polluant secondaire (figure III.2.), il provient de nombreuses réactions chimiques impliquant des composés précurseurs : les polluants primaires sont soumis à l'influence des conditions météorologiques. En fait, ces réactions nécessitent une lumière solaire intense, appelée pollution photochimique. [13]

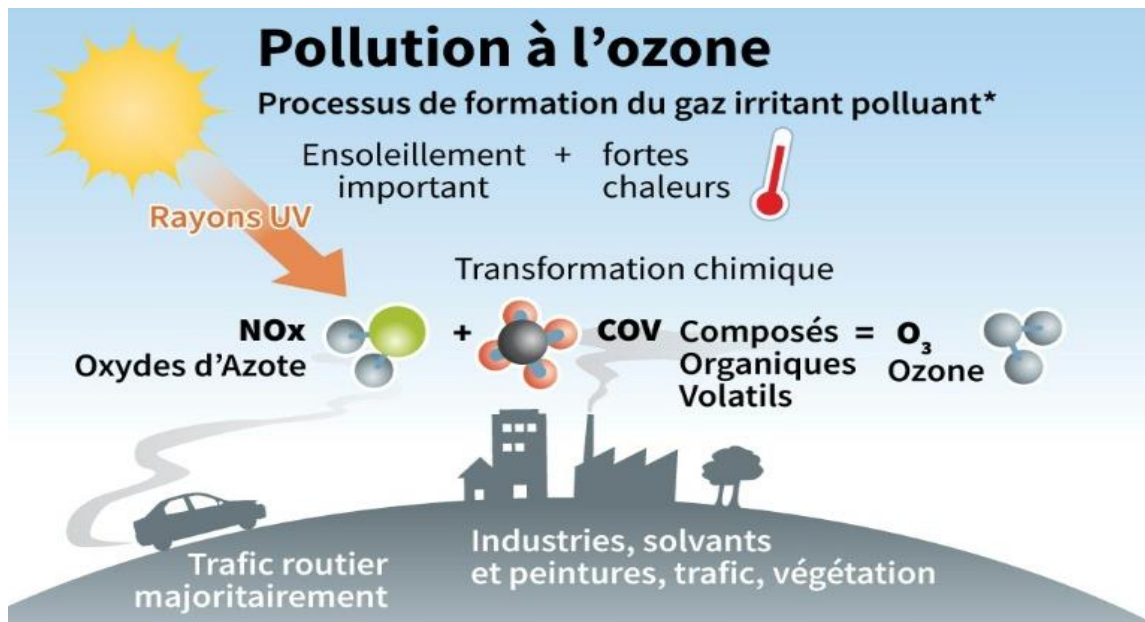


Figure III.2. Source d'ozone [16]

III.4.4.2. Effets de l'ozone sur l'environnement

Des concentrations élevées d'ozone au niveau du sol peuvent avoir des effets négatifs sur la végétation et l'environnement.

L'ozone peut provoquer une nécrose visible sur les feuilles et les aiguilles des arbres, limitant la photosynthèse et entraînant le retour des forêts et la croissance des plantes.

De plus, l'ozone peut endommager les écosystèmes en acidifiant l'air, les eaux de surface et le sol, modifiant ainsi les cultures et les bâtiments et affectant également les animaux. [13]

III.4.4.3. Effets de l'ozone sur la santé humaine

L'ozone troposphérique est un gaz agressif qui, à fortes concentrations, peut pénétrer jusqu'aux voies respiratoires les plus fines et causer de graves problèmes sanitaires. Des concentrations qui dépassent $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire sont surtout dangereuses pour les enfants, les personnes âgées, les insuffisants respiratoires et les asthmatiques. A partir de $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$, il existe un risque élevé pour la population entière. Ainsi, des efforts physiques intenses à l'extérieur sont à éviter lors de périodes caractérisées par des concentrations élevées en ozone.

Les effets sur la santé humaine vont de la toux, d'irritations des yeux, du nez et de la gorge, de maux de tête, des douleurs à la poitrine jusqu'à une diminution de la fonction respiratoire, une fréquence plus élevée de crises asthmatiques et des infections respiratoires plus graves. [13]

III.4.5. Hydrocarbures imbrûlés (HC) / Composés organiques volatils (COV)

III.4.5.1. Origine d'hydrocarbures imbrûlés

L'essence liquide est constituée d'un mélange de différents hydrocarbures (HC). Ceux des gaz d'échappement sont dits "non brûlés" : ils traversent le moteur, ne sont ni modifiés ni modifiés. Cette combustion incomplète est typique des moteurs à deux temps sans injection (mini scooters, tondeuses, engins de chantier, moteurs de bateaux) et, dans une moindre mesure, des moteurs à quatre temps [13]. La figure III.3 montre la source d'hydrocarbures imbrûlés.

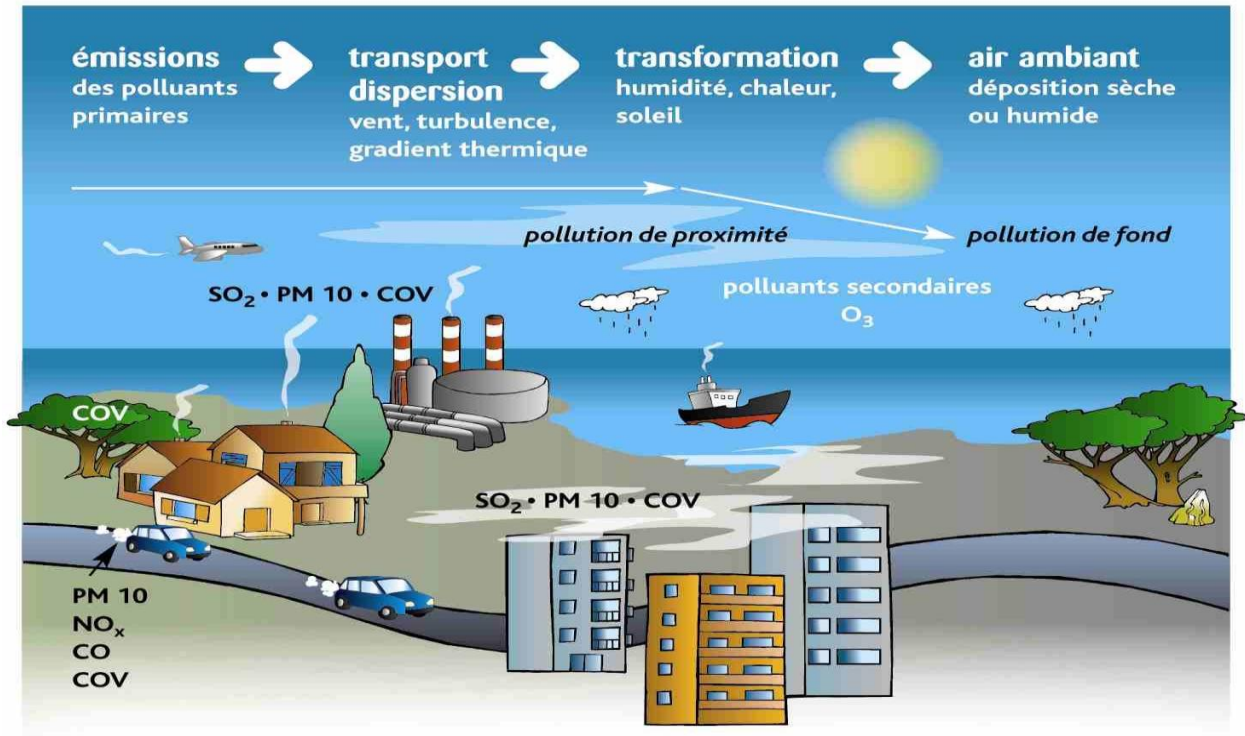


Figure III.3 Source d'hydrocarbures imbrûlés [17]

III.4.5.2. Effets d'hydrocarbures imbrûlés sur l'environnement

En période estivale, les COV interviennent dans la formation d'ozone troposphérique et influencent ainsi indirectement le réchauffement de la planète, ce qui peut avoir des effets néfastes sur l'environnement.

En plus, certains COV contribuent au phénomène des pluies acides qui dégradent les bâtiments et nuisent aux animaux et aux végétaux. En modifiant la biodiversité, les COV peuvent également avoir des effets négatifs sur les écosystèmes.

Le CH_4 est un des principaux gaz à effet de serre et contribue ainsi directement au réchauffement de la planète, provoquant ainsi par exemple des fontes de glace ou l'élévation du niveau de la mer au niveau mondial [13].

III.4.5.3. Effets d'hydrocarbures imbrûlés sur la santé humaine

Les effets que les COV peuvent avoir sur la santé humaine dépendent d'une part du type de polluant, d'autre part de la durée d'exposition. La plupart des COV peuvent être à l'origine de maux de tête et d'irritation des yeux lors d'une exposition prolongée.

III.4.6.1. Effets de dioxyde de soufre sur l'environnement

Des concentrations très élevées de SO₂ peuvent entraîner une acidification de l'environnement. Une fois émis dans l'air et l'eau, le SO₂ est converti en acide sulfurique H₂SO₄ qui contribue au phénomène des pluies acides. Les conséquences de ces pluies sont des dépôts acides sur les matériaux de construction qui peuvent endommager le patrimoine architectural et culturel, l'acidification des eaux de surface, la mortalité des poissons et la dégradation des sols qui peuvent avoir des effets néfastes sur les plantes et les plantes. [13]

III.4.6.2. Effets de dioxyde de soufre sur la santé humaine

Le gaz irritant SO₂ peut être la cause de certains problèmes de santé, en particulier chez les personnes sensibles comme l'asthme, les personnes âgées et les enfants. Une courte exposition à des valeurs élevées (plus de 250 g / m³) peut provoquer des spasmes bronchiques, des toux, une altération des fonctions respiratoires et une irritation des yeux. En adhérant aux particules fines, une petite partie de ce polluant peut pénétrer dans les voies respiratoires inférieures. [13]

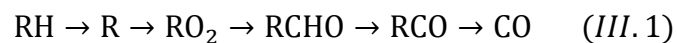
III.5. Formation des polluants réglementés

Ces polluants proviennent principalement du processus de combustion imperméable, mais aussi des conditions de fonctionnement qui ne sont pas les plus favorables. Il est nécessaire de comprendre les sources de leur formation afin d'améliorer le processus de combustion et d'évoluer vers une "combustion propre". [19]

III.5.1. La formation du CO

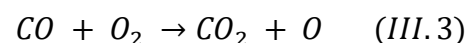
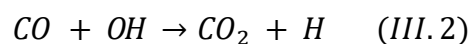
La présence de CO à l'échappement est principalement due à une combustion se déroulant globalement ou localement en mélange riche ou due à une combustion incomplète. De plus, de manière générale, le CO est un produit de combustion. [19]

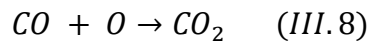
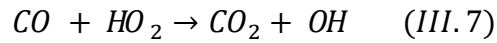
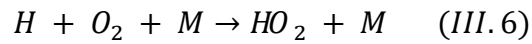
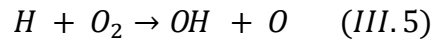
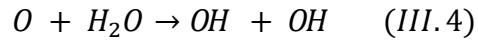
Mécanisme



III.5.2. La formation du CO₂

Le CO pourra ensuite être oxydé en CO₂, si les conditions de température sont propices et si l'oxygène en présence est en quantité suffisante, via le mécanisme réactionnel suivant





III.6. Conclusion

Après avoir terminé ce chapitre, à travers lequel les causes les plus importantes responsables de la pollution ont été connues, et c'est lui qui considère le grand problème de l'humanité et du monde entier.

Où l'émission de gaz carbonique est classée comme l'une des deux et des causes les plus importantes en plus de certains autres gaz, ce qui après avoir connu dans l'étude nous permet de savoir quels types d'essence sont les plus émis pour ces gaz et tout cela dans le dernier chapitre.

Chapitre IV :
Travail Expérimental
Et
Discussion des résultats

IV. Travail Expérimental

IV.1. Introduction

Dans ce dernier chapitre, nous avons examiné un groupe d'échantillons de voitures qui diffèrent par le type d'essence en plus des voitures fonctionnant au gaz liquéfié, et nous les avons classés selon la date de fabrication et les avons divisés en régions pour faciliter le processus d'étude appliqué principalement sur le pourcentage de (CO et CO₂) émis par chaque type Pour déterminer l'essence la plus écologique.

IV.2. Méthodes expérimentales

Au niveau de l'unité de contrôle technique SIDI MESTOUR dans laquelle on a effectué notre stage pratique, des mesures des différents gaz polluons (CO et CO₂) à partir des gaz d'échappement des véhicules à essence sont présent.

L'analyseur de gaz d'échappement pour moteurs à essence utilisé (figures IV.1 et IV.2) est équipé d'un système d'évacuation automatique et continu des condensats. Contrôle automatisé du débit minimum et capteur O₂ épuisé. Filtres de protection de la pompe / tête d'eau situés à l'extérieur afin d'éviter d'ouvrir l'appareil pour un entretien normal. Autozéro automatique et compensation automatique de la pression ambiante. Sa force réside dans l'extrême facilité d'utilisation garantie par l'encombrement réduit de l'instrument et par l'interface graphique du logiciel de gestion clair et intuitif.

L'analyseur de gaz est lié à un capteur sous forme d'une sonde introduite dans le canal d'échappement des véhicules (Figure IV.3)

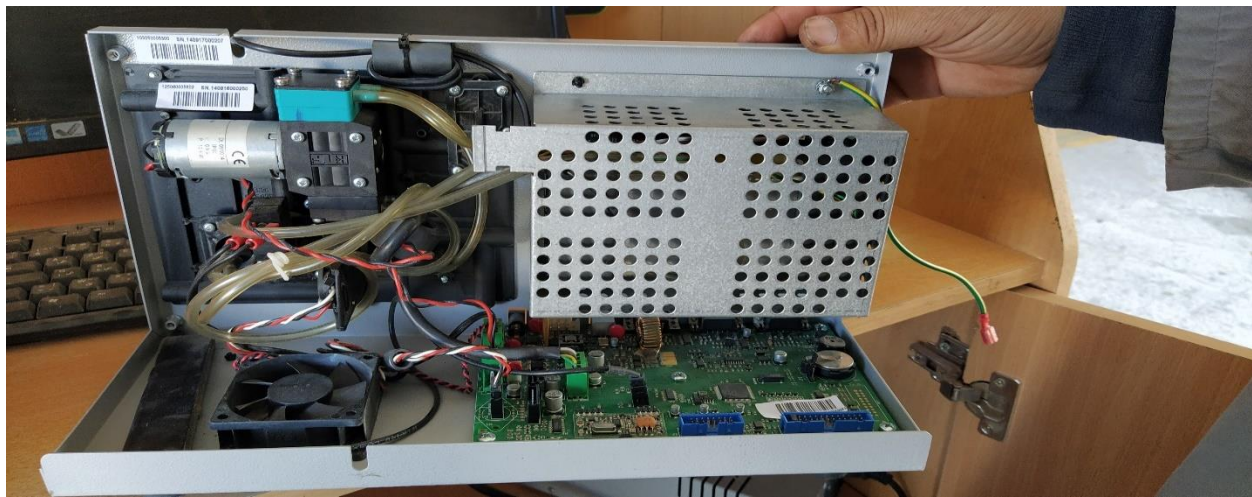


Figure IV.1. Intérieur d'analyseur de gaz vmg 790



Figure IV.2. Extérieur d'analyseur de gaz vmg 790



Figure IV.3. Capteur de gaz

Caractéristiques techniques d'analyseur de gaz vmg (figure IV.4)

L'analyseur de gaz est caractérisé par :

- Chambre de mesure : capteurs AMB2 ;
- Mesure de l'aspiration de gaz 4 l / min. (en liaison avec 6m de sonde gaz) ;
- Purge automatique et continue des condensats ;
- Test de fuite semi-automatique avec fermeture manuelle de la sonde d'échantillonnage ;
- Contrôle automatique du débit minimum ;
- Contrôle automatique du capteur O₂ épuisé (<5mV) ;

- Filtres de protection de la pompe / tête d'eau situés à l'extérieur afin d'éviter d'avoir à ouvrir l'appareil en retirant les joints ;
- Compensation automatique de la pression ambiante de 850 à 1060 KPa ;
- Étalonnage avec une bouteille de gaz échantillon ;
- Autozéro automatique ;
- Temps de chauffe à 20 ° C : 10 minutes maximum ;
- Temps de réponse CO, CO₂ et HC <15 secondes.

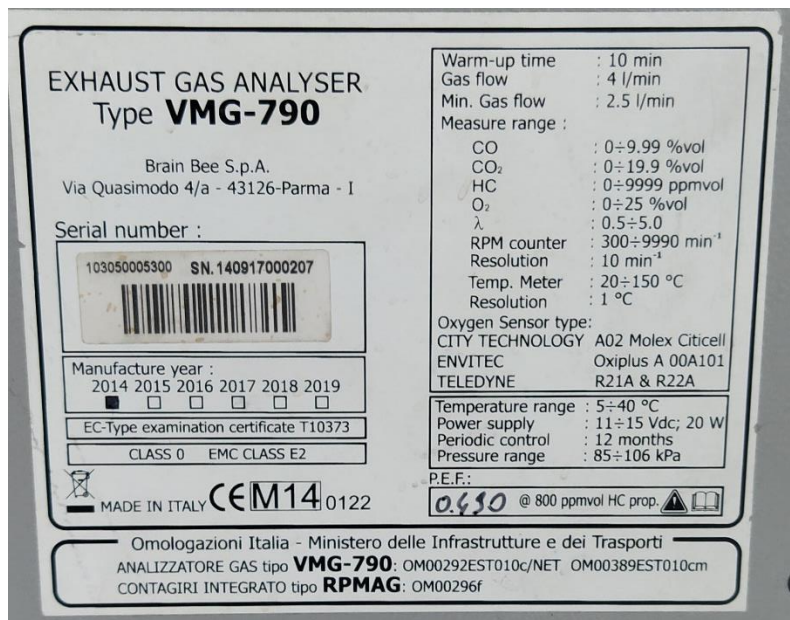


Figure IV.4. Fiche technique d'analyseur de gaz vmg 790

Les résultats des mesures sont affichés au moyen d'un programme comme indiqué dans Figure suivante (Figure IV.5)

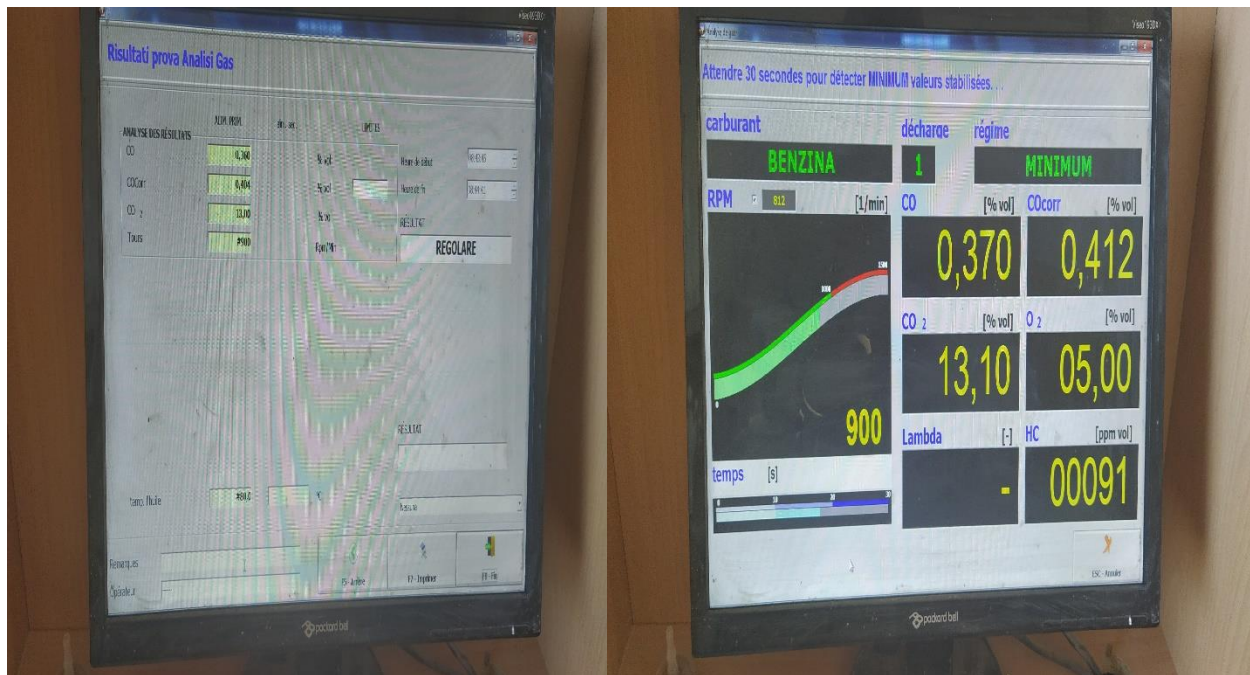


Figure IV.5. Programme d'analyse de gaz

IV.3. Résultats

Nous avons divisé les résultats de l'analyse des gaz des moteurs à essence en trois classes statistiques selon l'année de mise en marche des moteurs et cela pour les trois types de carburants dans les tableaux (1 à 12). L'objectif est de faciliter l'étude et pour mieux comprendre l'effet de ces gaz sur l'environnement.

IV.3.1. Résultats d'analyse moteurs à essence normal

- **Classe 1 : 2008 → 2011**

Tableau IV.1. Résultats d'analyse moteurs à essence normal de 2008 à 2011

Moteur	Année de mise en marche	CO (% Vol)	CO ₂ (% Vol)
Moteur 1	2008	08.62	07.50
Moteur 2	2008	01.35	09.60
Moteur 3	2009	00.44	09.50
Moteur 4	2010	02.93	10.20
Moteur 5	2011	00.11	08.50

- **Classe 2 : 2012 —► 2015**

Tableau IV.2. Résultats d'analyse moteurs à essence normal de 2012 à 2015

Moteur	Année de mise en marche	CO (% Vol)	CO ₂ (% Vol)
Moteur 1	2012	00.62	10.70
Moteur 2	2012	02.00	09.80
Moteur 3	2012	00.51	10.80
Moteur 4	2012	01.01	14.10
Moteur 5	2013	04.52	06.80
Moteur 6	2013	05.36	08.04
Moteur 7	2014	00.15	10.90
Moteur 8	2014	00.37	12.50
Moteur 9	2015	00.13	12.10

- **Classe 3 : 2016 —► 2019**

Tableau IV.3. Résultats d'analyse moteurs à essence normal de 2016 à 2019

Moteur	Année de mise en marche	CO (% Vol)	CO ₂ (% Vol)
Moteur 1	2016	00.42	12.30
Moteur 2	2016	01.36	11.90
Moteur 3	2016	00.06	11.60
Moteur 4	2019	00.13	12.00

IV.3.2. Résultats d'analyse moteurs à essence super

- **Classe 1 : 2008 —► 2011**

Tableau IV.4. Résultats d'analyse moteurs à essence super de 2008 à 2011

Moteur	Année de mis en marche	CO (% Vol)	CO ₂ (% Vol)
Moteur 1	2009	00.72	10.60
Moteur 2	2011	00.09	09.90
Moteur 3	2011	01.69	10.50
Moteur 4	2011	00.12	08.80

- **Classe 2 : 2012 —► 2015**

Tableau IV.5. Résultats d'analyse moteurs à essence super de 2012 à 2015

Moteur	Année de mis en marche	CO (% Vol)	CO ₂ (% Vol)
Moteur 1	2012	00.11	11.00
Moteur 2	2013	00.26	12.20
Moteur 3	2013	00.39	12.30
Moteur 4	2014	06.82	06.80
Moteur 5	2014	00.16	10.70
Moteur 6	2014	00.68	09.70
Moteur 7	2014	03.32	08.40
Moteur 8	2015	00.11	10.55
Moteur 9	2015	00.17	11.80
Moteur 10	2015	00.59	11.40

- **Classe 3 : 2016 —► 2019**

Tableau IV.6. Résultats d'analyse moteurs à essence super de 2016 à 2019

Moteur	Année de mis en marche	CO (% Vol)	CO ₂ (% Vol)
Moteur 1	2016	00.09	10.90
Moteur 2	2018	00.01	08.80
Moteur 3	2018	00.19	11.70
Moteur 4	2018	00.15	11.90

IV.3.3. Résultats d'analyse moteurs à essence sans plomb

- **Classe 1 : 2008 —► 2011**

Tableau IV.7. Résultats d'analyse moteurs à essence sans plomb de 2008 à 2011

Moteur	Année de mis en marche	CO (% Vol)	CO ₂ (% Vol)
Moteur 1	2009	00.13	11.70
Moteur 2	2011	00.05	10.20
Moteur 3	2011	00.13	10.10

Moteur 4	2011	00.12	10.00
Moteur 5	2011	00.84	12.60

- **Classe 2 : 2012 —► 2015**

Tableau IV.8. Résultats d'analyse moteurs à essence sans plomb de 2012 à 2015

Moteur	Année de mis en marche	CO (% Vol)	CO ₂ (% Vol)
Moteur 1	2012	00.30	13.70
Moteur 2	2013	00.46	12.40
Moteur 3	2013	00.03	13.60
Moteur 4	2013	00.63	14.12
Moteur 5	2014	00.13	09.80
Moteur 6	2014	00.32	14.20
Moteur 7	2015	05.52	09.70
Moteur 8	2015	00.03	15.30
Moteur 9	2015	00.41	13.20

- **Classe 3 : 2016 —► 2019**

Tableau IV.9. Résultats d'analyse moteurs à essence sans plomb de 2016 à 2019

Moteur	Année de mis en marche	CO (% Vol)	CO ₂ (% Vol)
Moteur 1	2016	00.14	11.30
Moteur 2	2016	00.65	13.80
Moteur 3	2018	00.51	14.40
Moteur 4	2018	00.07	13.30

IV.3.4. Résultats d'analyse moteurs à essence GPL

- **Classe 1 : 2008 —► 2011**

Tableau IV.10. Résultats d'analyse moteurs à essence GPL de 2008 à 2011

Moteur	Année de mis en marche	CO (% Vol)	CO ₂ (% Vol)
Moteur 1	2008	00.56	11.90
Moteur 2	2009	00.12	11.15
Moteur 3	2011	00.09	07.00

- **Classe 2 : 2012 —► 2015**

Tableau IV.11. Résultats d'analyse moteurs à essence GPL de 2012 à 2015

Moteur	Année de mis en marche	CO (% Vol)	CO ₂ (% Vol)
Moteur 1	2012	00.74	08.80
Moteur 2	2013	01.83	12.10
Moteur 3	2014	00.10	08.10
Moteur 4	2015	00.08	11.60
Moteur 5	2015	00.06	09.10
Moteur 6	2015	00.09	09.80
Moteur 7	2015	00.10	08.50

- **Classe 3 : 2016 —► 2019**

Tableau IV.12. Résultats d'analyse moteurs à essence GPL de 2016 à 2019

Moteur	Année de mis en marche	CO (% Vol)	CO ₂ (% Vol)
Moteur 1	2016	00.06	09.40
Moteur 2	2016	00.35	12.20
Moteur 3	2016	00.05	09.10
Moteur 4	2016	00.49	10.60
Moteur 5	2018	00.51	12.80
Moteur 6	2018	00.08	10.70

IV.3.5. Tableaux récapitulatifs

Dans ces tableaux on a calculé la moyenne arithmétique de chaque gaz polluant pour chaque classe statistique tableaux (13, 14,15 et 16) et graphes (6,7,8,9,10,11,12 et 13)

Tableau IV.13. Tableaux récapitulatifs des résultats de l'analyse pour les moteurs à essence normal

	CO (% Vol)	CO ₂ (% Vol)
Classe 1	02.69	09.06
Classe 2	01.63	10.93
Classe 3	00.49	11.95

Tableau IV.14. Tableaux récapitulatifs des résultats de l'analyse pour les moteurs à essence super

	CO (% Vol)	CO ₂ (% Vol)
Classe 1	00.65	09.95
Classe 2	01.26	10.48
Classe 3	00.11	10.82

Tableau IV.15. Tableaux récapitulatifs des résultats de l'analyse pour les moteurs à essence sans plomb

	CO (% Vol)	CO ₂ (% Vol)
Classe 1	00.25	10.92
Classe 2	00.87	12.89
Classe 3	00.34	13.20

Tableau IV.16. Tableaux récapitulatifs des résultats de l'analyse pour les moteurs à essence GPL

	CO (% Vol)	CO ₂ (% Vol)
Classe 1	00.25	10.01
Classe 2	00.42	09.71
Classe 3	00.34	10.80

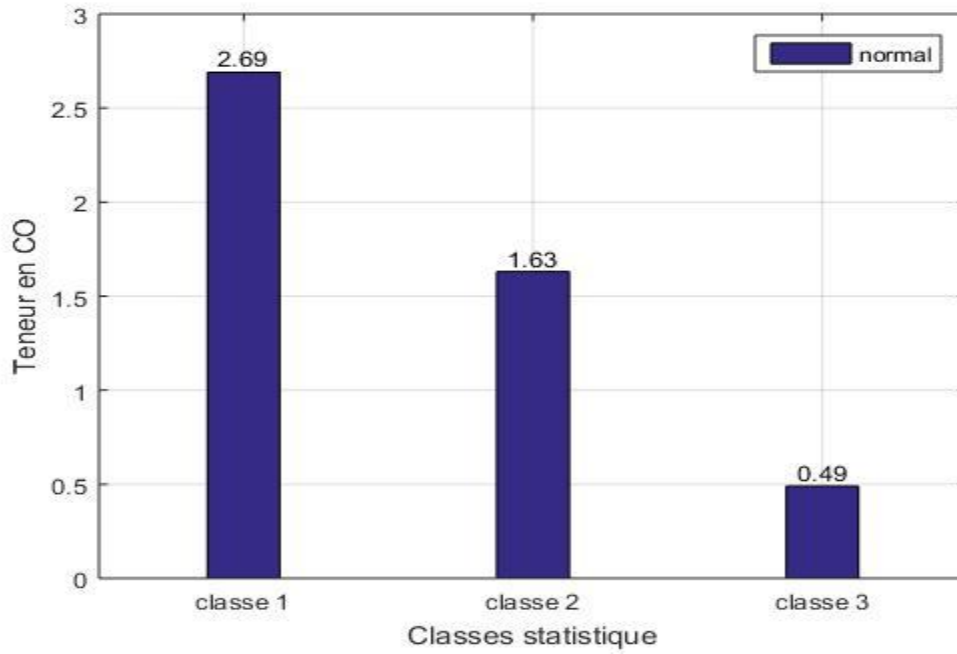


Figure IV.6. Teneur en CO dans les moteurs à essence normal

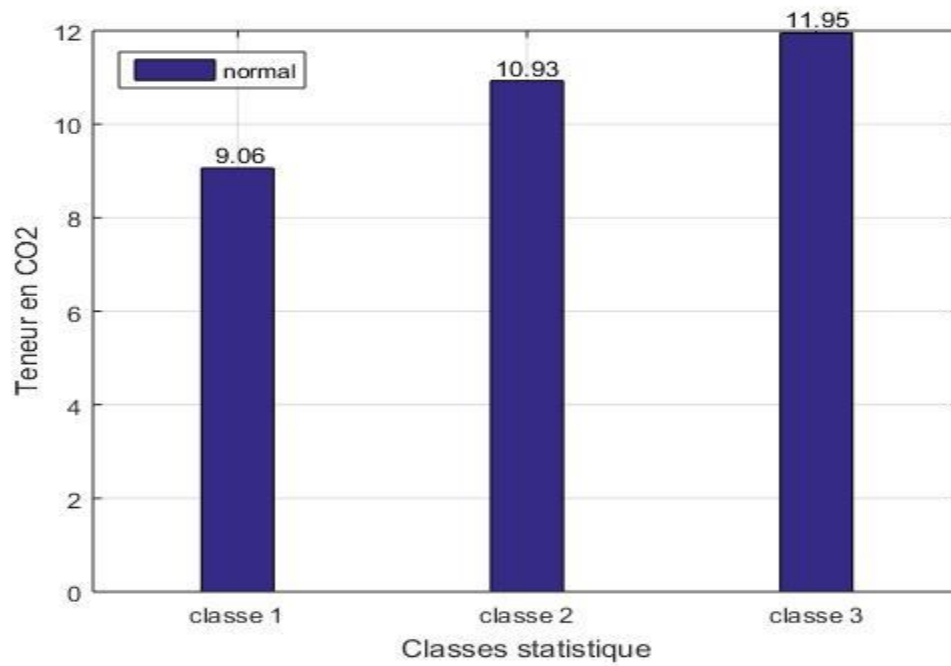


Figure IV.7. Teneur en CO₂ dans les moteurs à essence normal

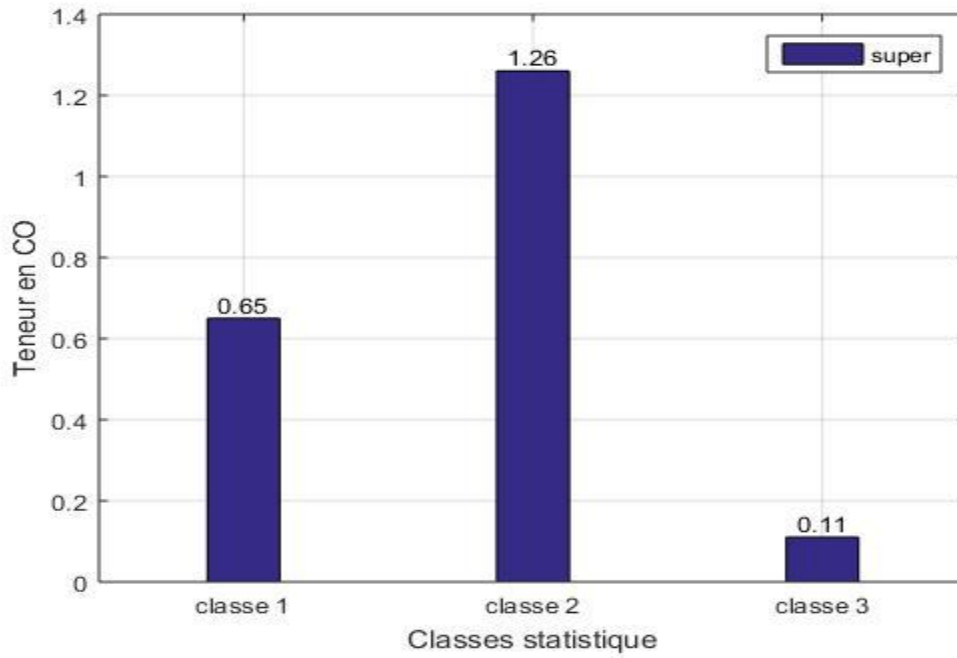


Figure IV.8. Teneur en CO dans les moteurs à essence super

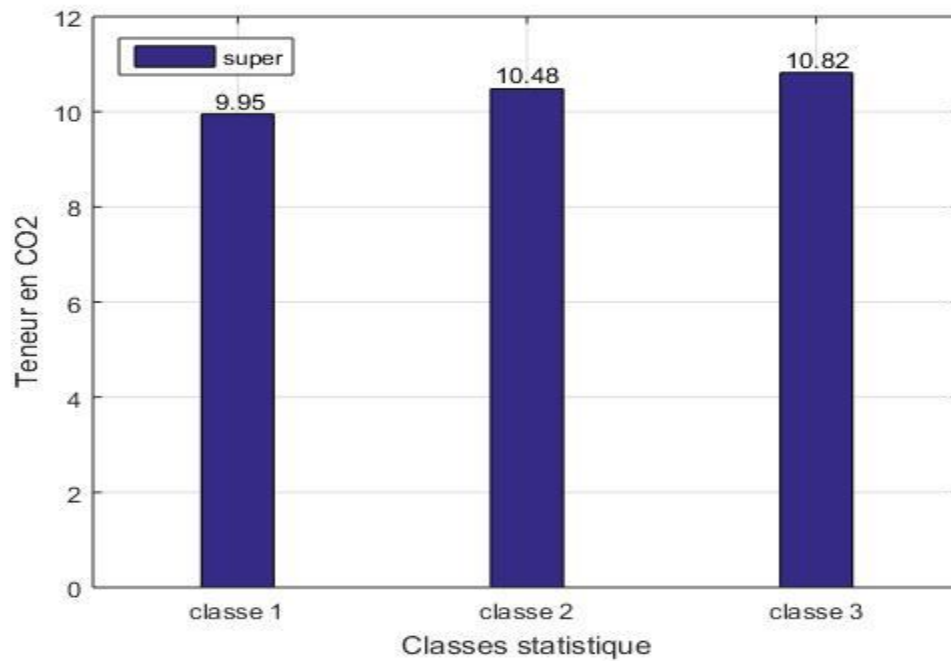


Figure IV.9. Teneur en CO₂ dans les moteurs à essence super

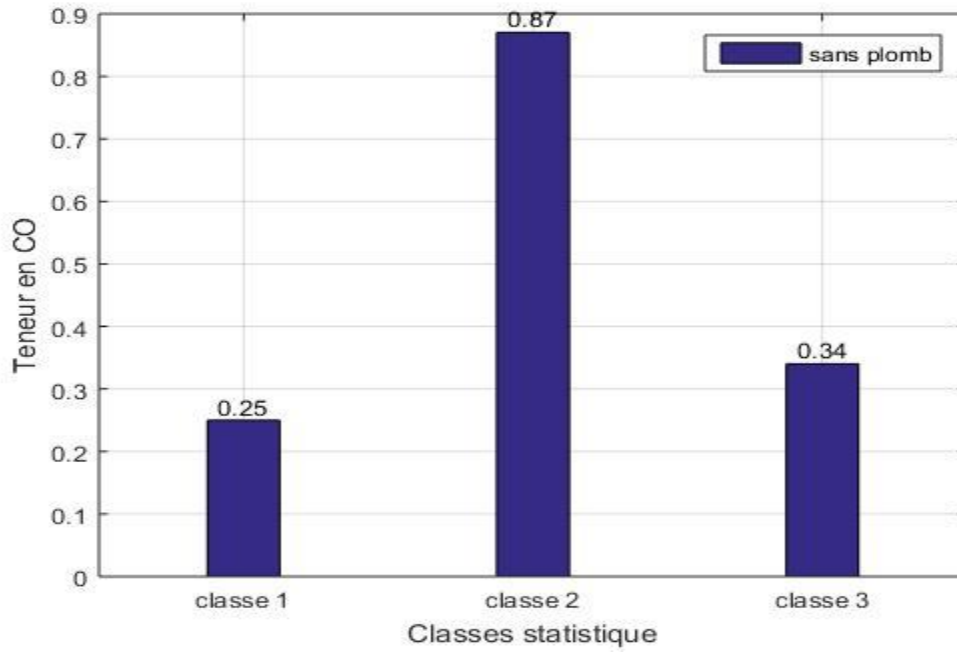


Figure IV.10. Teneur en CO dans les moteurs à essence sans plomb

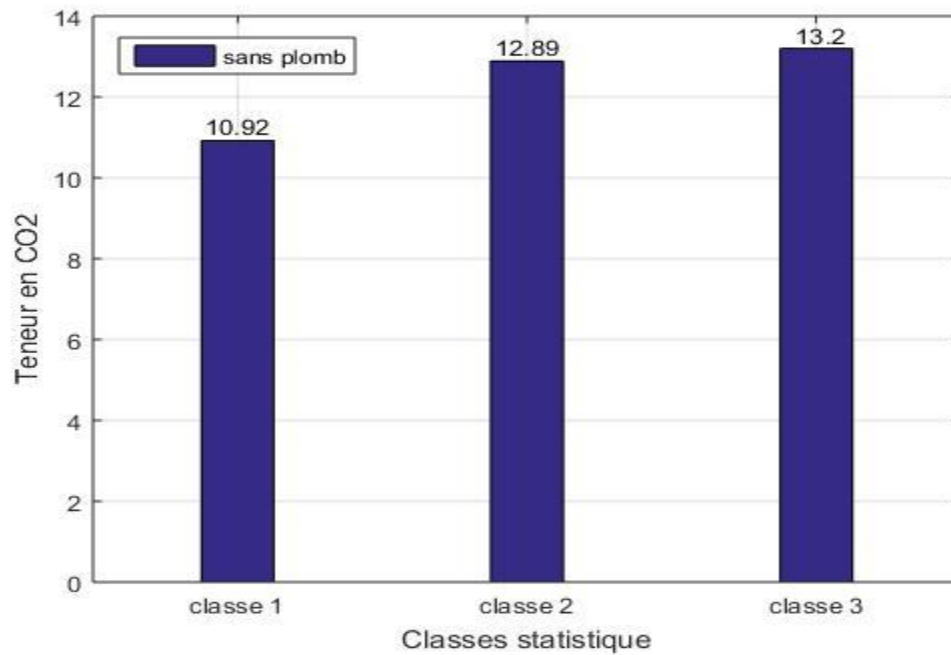


Figure IV.11. Teneur en CO₂ dans les moteurs à essence sans plomb

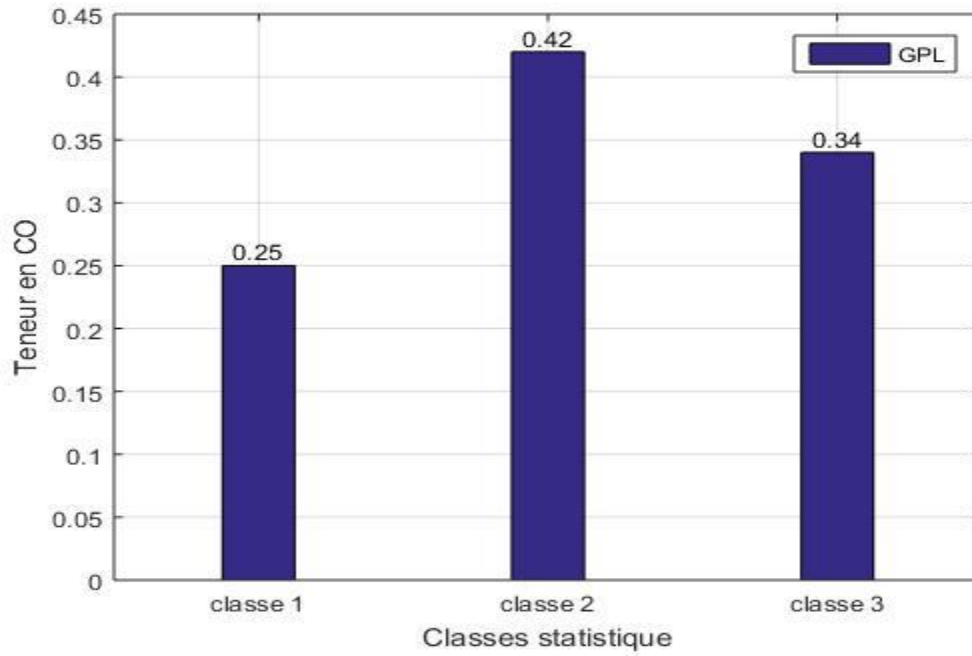


Figure IV.12. Teneur en CO dans les moteurs à essence GPL

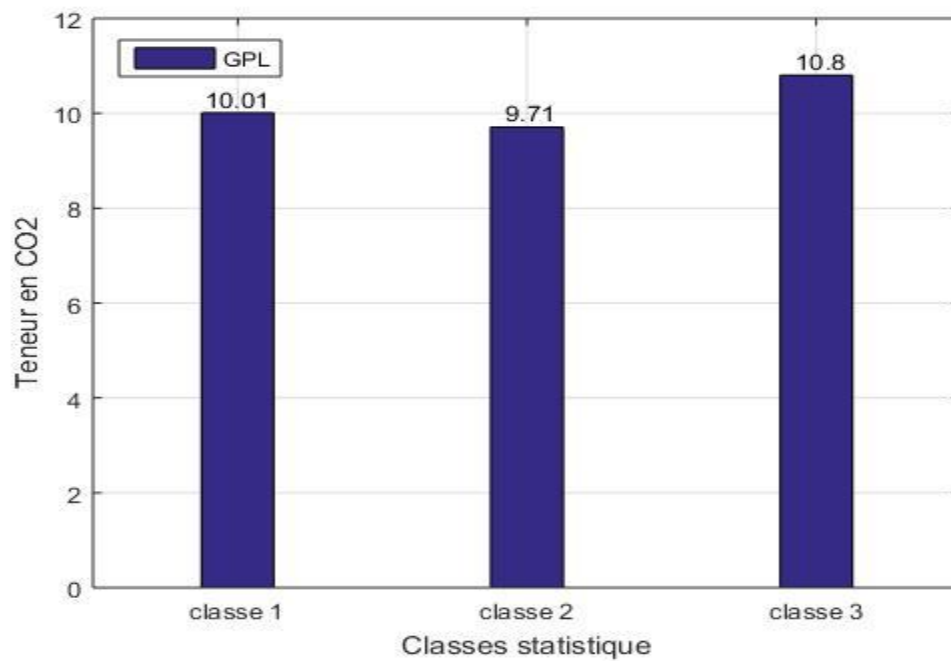


Figure IV.13. Teneur en CO₂ dans les moteurs à essence GPL

IV.4. Discussion des résultats

En ce qui concerne les moteurs à essence normal (Tableau IV.13 et graphe Figure IV.6), nous notons que la teneur en CO est 02.69% pour la classe 1, tandis qu'elle atteint 01.63% pour la classe 2. Pour la classe 3 la teneur en CO atteint 0.49%. Il est remarqué que la teneur de la classe 1 est la plus élevée par rapport aux deux autres classes. Celle de la classe 2 est supérieure à la teneur de la classe 3 (valeur la plus faible).

On remarque que les teneurs en CO pour les trois classes est supérieur à la teneur admissible (0.25%), Cela peut s'expliquer par la maintenance corrective et la mauvaise maintenance préventive des moteurs anciens.

En ce qui concerne les teneurs de CO₂ dans l'essence normal (Tableau IV.13 et graphe Figure IV.7), elle atteint 09.06% dans la classe 1, dans la classe 2 est de 10.93% et dans la troisième classe est 11.95%.

Pour les moteurs essence super, on note que le taux de CO est de 0.65% pour la classe 1 et 01.26% pour la classe 2 et 0.11% pour la classe 3 (Tableau IV.14 et graphe Figure IV.8). Quant aux classes 1 et 2, ils sont supérieurs au taux admissible. Cela peut s'expliquer par la présence de moteurs qui ne brûlent pas bien, c'est-à-dire qu'il y a accumulation du mélange autour des bougies et du plomb au niveau des sièges de soupapes. Quant à la troisième catégorie, elle est inférieure au taux autorisé en raison d'une bonne maintenance préventive.

En ce qui concerne le CO₂ dans les moteurs à essence super (Tableau IV.14 et graphe Figure IV.9), nous notons dans la classe 1 qu'il est 09.95% et 10.48% dans la classe 2, et dans la classe 3 il est 10.82%.

Pour les moteurs à essence sans plomb, nous remarquons que le teneur en CO est de 00.25%, elle est équivalente à la limite autorisée dans la classe 1, dans la classe 2 elle est 00.87% et dans la classe 3, elle est 00.34% (Tableau IV.15 et graphe Figure IV.10).

L'augmentation du teneur dans la classe 2 est due à la présence d'une voiture qui a un taux de CO égal à 5.52% cette dernière est peu utilisée.

Pour le teneur en CO₂ d'essence sans plomb, 10.92% dans la classe 1, dans la classe 2, est de 12.89% et au classe 3, 13.20% (Tableau IV.15 et graphe Figure IV.11).

Pour les moteurs utilisant GPL, notez que le teneur en CO est de 00.25% pour la classe 1, 00.87% pour la classe 2 et 00.34% pour la classe 3 (Tableau IV.16 et graphe Figure IV.12). Quant à la classe 1, il est égal au taux admissible. Les classes 2 et 3 sont supérieures à la moyenne et cela

Pour le CO₂ des moteurs utilisant GPL, on note que le teneur est de 10.92% pour la classe 1, 12.89% pour la classe 2 et 13.20% pour la classe 3 (Tableau IV.16 et graphe Figure IV.13).

Remarque :

La quantité de CO₂ émise par les gaz d'échappement de la voiture peut être expliquée par :

- Taille du moteur et poids du véhicule (les voitures à gros moteurs émettent plus de CO₂);
- Le type de carburant utilisé et son efficacité ;
- Vie de la voiture (les voitures anciennes émettent plus de dioxyde de carbone que les voitures neuves de même taille) ;
- Entretien de la voiture (en particulier la pression du moteur et des pneus) ;
- Comment conduire une voiture (vitesse, retard, démarrage et arrêt de la voiture, accélération, freins) ;
- La quantité de carburant consommée par le moteur pendant la conduite.

IV.5. Conclusion

Après l'étude que nous avons menée dans ce chapitre, qui met en évidence que les gaz d'échappement, qui sont le principal polluant de l'environnement et leur impact sur la santé humaine. Il a été constaté qu'il existe une variation du pourcentage d'émission de gaz, principalement due à la qualité de l'essence utilisée en plus de la présence d'autres facteurs à l'origine de celle-ci. Par conséquent, des opérations d'entretien périodique doivent être effectuées car elles sont importantes pour réduire ces émissions.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Les taux de gaz d'échappement à effet de serre varient en fonction des facteurs qui les affectent, type d'alimentation et type de carburant en raison de leur composition différente. La combustion entraîne le rejet de gaz pollués (CO₂, HC, CO, NO₂, etc....).

Malgré les dispositions spécifiques, ils ont été classés comme les principales sources de pollution urbaine. En fait, l'émission de gaz pollués par les moteurs est l'une des causes de la pollution atmosphérique (constituée principalement d'oxyde de carbone "CO" et de dioxyde de carbone "CO₂") dans de nombreuses grandes villes. Cependant, d'ici quelques années, les émissions de dioxyde de carbone provenant des automobiles devraient dépasser les émissions des industries en termes quantitatifs, et ainsi passer en premier en termes d'émissions de dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Par conséquent, les moteurs automobiles figurent aujourd'hui parmi les principaux responsables d'accumulation de gaz à effet de serre.

D'après nos résultats, il a été constaté que le rejet d'oxyde de carbone est le même pour certains moteurs à essence et que le rejet de dioxyde de carbone dépasse la teneur autorisée de certains moteurs à essence pour diverses raisons.

Pour éviter cela, nous suggérons d'assurer un entretien régulier du moteur, de changer les bougies d'allumage de la voiture et de ne pas changer le carburant utilisé, de ne pas arrêter la voiture pendant longtemps car cela crée une couche autour des bougies d'allumage responsables de l'allumage, choisissez un carburant haute performance, ajustez la conduite pour réduire votre l'impact sur l'environnement, ce comportement aide à réduire la consommation de carburant et réduit ainsi les émissions de polluants de la voiture. Quelques recommandations pour adopter un comportement responsable :

Diminuer la vitesse, éviter les vitesses et les ralentissements excessifs, couper le moteur à l'arrêter pendant plusieurs minutes et Limiter l'utilisation de la climatisation.

Bibliographies

- [1] V. COMPOS, S. ARNOULD LAURENT, A. DAVID, énergie et environnement moteur à combustion Moteur Diesel Moteur à Essence Moteur Stirling.
- [2] R. Maamri, modélisation et expérimentation des moteurs à combustion fonctionnant avec différents carburants de substitution et mélanges, université du Québec, Octobre 2014
- [3] P. Michel, La préparation des moteurs, E-T-A-I (Auto service).
- [4] A. MERABET, contribution à l'étude des echanges thermiques dans un moteur diesel atmosphérique a taux de compression variable, université Mentouri Constantine.
- [5] A. Bonnick, D. Newbold, A Practical Approach to Motor Vehicle Engineering and Maintenance, Third Edition, 2011, USA.
- [6] S. LAGRAA, A. BAHDI, A. DJOUIDA AHMED, Evaluation de l'impact environnemental entre les systèmes de fonctionnement des moteurs à essence et Diesel, Université Hamma Lakhdar d'El-Oued, 2018-2019.
- [7] AC Spółka Akcyjna, Instructions de montage des kits d'injection GPL AC SA, Pologne
- [8] U.S. department of health and human services, Toxicological profile for gasoline, June 1995.
- [9] G. CHERRADOU, N. DJABOUR, Analyse par CPG/SM des Essences Automobiles et de Condensat Issus du Pétrole Brut Algérien, Université Abderrahmane Mira - Bejaia, Juin 2013.
- [10] SAJJAD KHUDHUR ABBAS, Wael Khalil Ibrahim, Zahra Ali Hameed, Improvement of gasoline production, Université Malaysia Pahang, 2016.
- [11] N. HOCINI, étude d'un système de vaporisation du GPL au niveau de l'unité gpl-2/ cis-hmd, université Badji Mokhtar-Annaba, juin-2018.
- [12] H. B. BRAHIM, Environnement et développement durable.
- [13] https://environnement.public.lu/fr/loft/air/Polluants_atmospheriques.html
- [14] Airnet effets polluants fr, Principaux effets des polluants atmosphériques sur la santé et l'environnement.
- [15] <http://www.geocities.ws/profmokeur/chimie/pluie.htm>
- [16] https://www.sciencesetavenir.fr/nature-environnement/pollution/qu-est-ce-que-la-pollution-a-l-ozone_126523

- [17] <https://sites.google.com/site/tpehydrocarbures/effets-sur-l-atmosphere?tmpl=%2Fsystem%2Fapp%2Ftemplates%2Fprint%2F&showPrintDialog=1>
- [18] <http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/s3/cycle.soufre.html>
- [19] P. GUIBERT, D, PUECHBERTY, Impact des propriétés des gaz d'échappement recyclés sur l'initiation et le déroulement de la combustion : caractérisation paramétrique de la réactivité de l'EGR, Université D'ORLÉANS, 2008.

Résumé :

Cette recherche scientifique vise à mener une étude comparative entre différents types d'essence et son effet sur le taux d'émission de gaz (essence et gaz de pétrole liquéfié).

Cet ouvrage est divisé en deux parties, une étude bibliographique et une étude expérimentale. L'objectif de ce travail est d'étudier la production d'énergie mécanique à partir d'énergie chimique stockée dans les carburants (essence de différents types en plus du GPL) à travers le processus de combustion dans les moteurs (combustion interne) et son impact sur l'environnement, notamment les émissions de gaz d'échappement. L'une des principales raisons de la différence d'émissions est le nombre d'octane dans les carburants.

Mots clés : moteur à essence, production d'essence, GPL, combustion, environnement, Gaz brûlé.

Summary :

This scientific research aims to conduct a comparative study between different types of gasoline and its effect on the rate of gas emissions (gasoline and liquefied petroleum gas).

This work is divided into two parts, a bibliographic study and an experimental study. The aim of this work is to study the production of mechanical energy from chemical energy stored in fuels (gasoline of various types in addition to LPG) through the combustion process in engines (internal combustion) and its impact on the environment, especially exhaust gas emissions. One of the main reasons for the difference in emissions is the number of octanes in fuels.

Keywords: gasoline engine, gasoline production, LPG, combustion, environment, Burnt gas.

ملخص:

يهدف هذا البحث العلمي إلى إجراء دراسة مقارنة بين أنواع البنزين المختلفة وتأثيرها على معدل انبعاث الغازات (البنزين وغاز البترول المسال).

ينقسم هذا العمل إلى قسمين، دراسة بيبليوغرافية ودراسة تجريبية. الهدف من هذا العمل هو دراسة إنتاج الطاقة الميكانيكية من الطاقة الكيميائية المخزنة في الوقود (البنزين من مختلف الأنواع بالإضافة إلى غاز البترول المسال) من خلال عملية لاحتراق في المحركات (لاحتراق الداخلي) وأثره على البيئة خاصة انبعاث غازات العادم. أحد الأسباب الرئيسية في اختلاف الانبعاث هو عدد لاوكتان المختلف في انواع الوقود.

الكلمات المفتاحية: محرك البنزين، إنتاج البنزين، غاز البترول المسال، لاحتراق، البيئة، الغاز المحروق.