

République Algérienne Démocratique et Populaire

**Ministère de l'Enseignement Supérieur 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 : Electromécanique

Thème

**L'impact des paramètres des fonctionnements sur le
rendement de moteur diesel**

Devant le jury composé de :

Présenté par :

BOUSBIA Seif eddine

Président

ZINE Ali

Examineur

LARGOTE Soulef

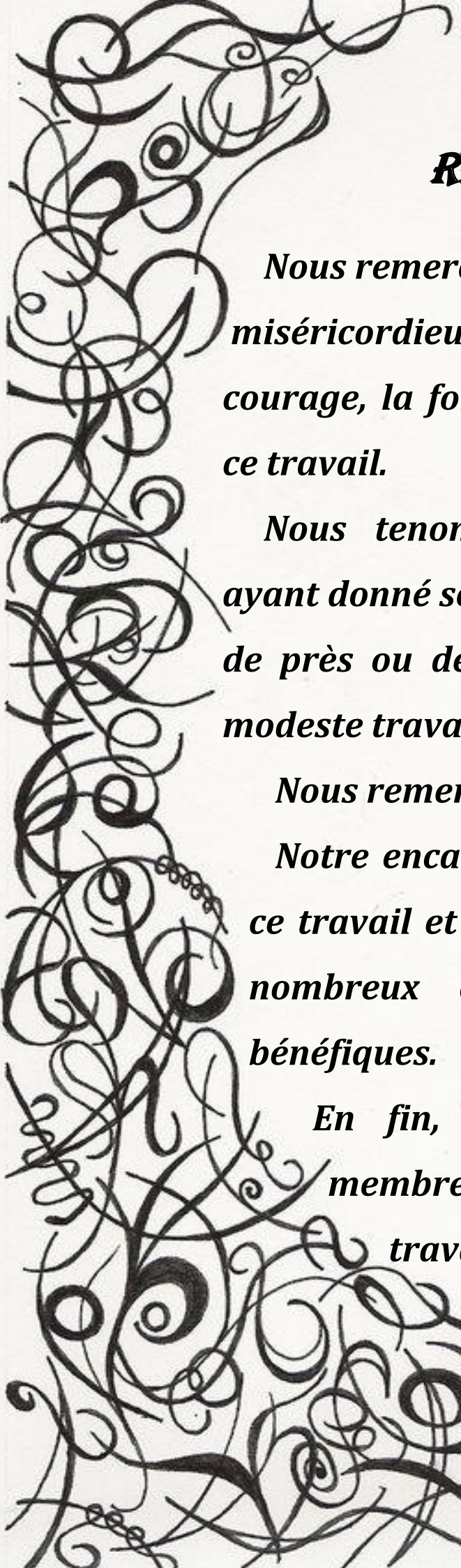
Encadreur

- DJEMILI Abdesselam

- MESBAHI Abderrahim

2017-2018

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



REMERCIEMENTS

*Nous remercions beaucoup le grand dieu
miséricordieusement qui nous a donné
courage, la force et la volonté pour continuer
ce travail.*

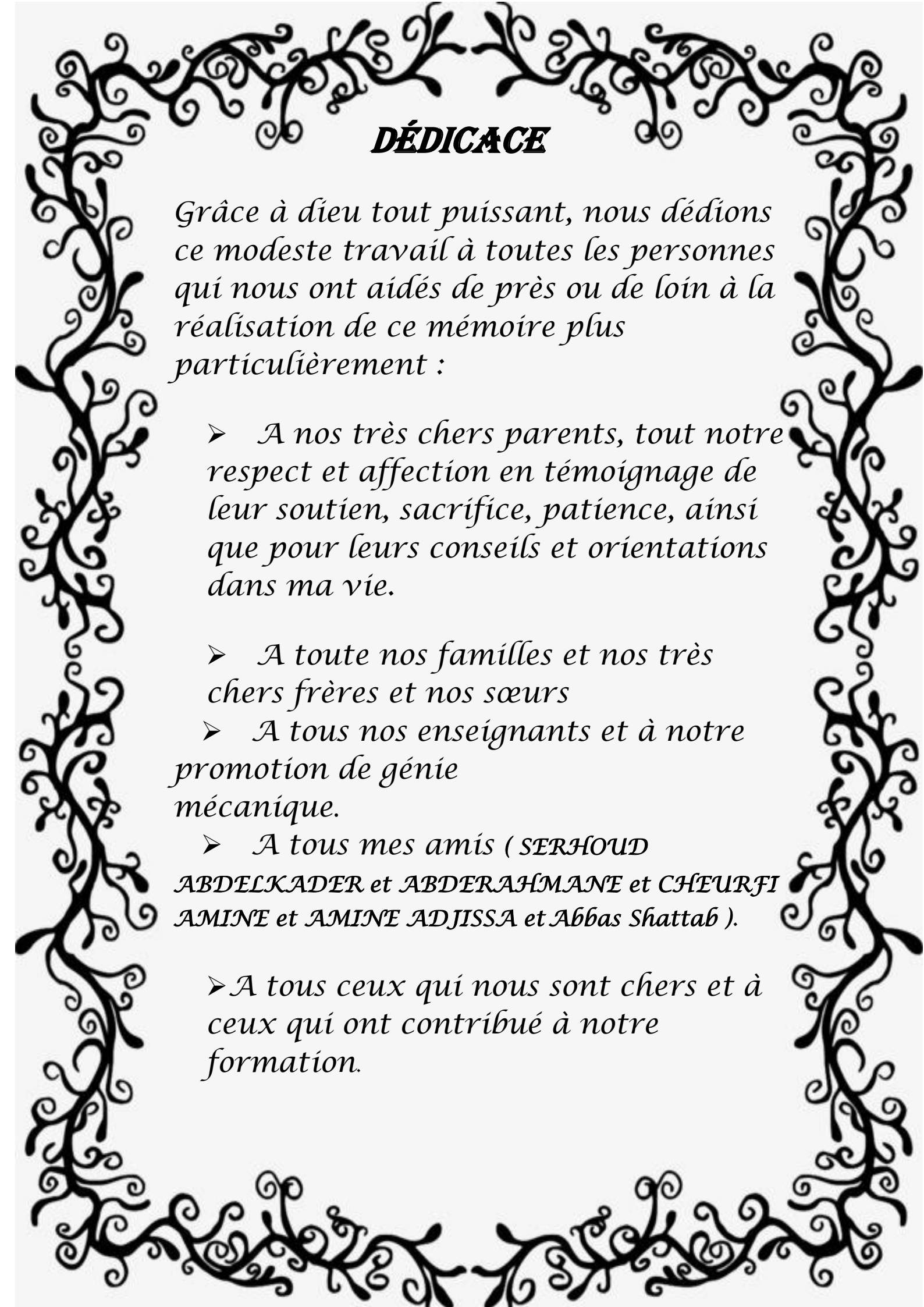
*Nous tenons à remercier toute personne
ayant donné son aide et a contribué activement
de près ou de loin pour la réalisation de ce
modeste travail.*

Nous remercions particulièrement :

*Notre encadreur "LARGOTE. S" qui a dirigé
ce travail et pour le encouragement et les
nombreux conseils dont nous ont été
bénéfiques.*

*En fin, mon profonde gratitude aux
membres du jury qui vont juger ce
travail.*



A decorative border made of black, stylized floral and vine motifs, framing the entire page. The border is symmetrical and intricate, with leaves and swirling vines.

DÉDICACE

Grâce à dieu tout puissant, nous dédions ce modeste travail à toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire plus particulièrement :

- *A nos très chers parents, tout notre respect et affection en témoignage de leur soutien, sacrifice, patience, ainsi que pour leurs conseils et orientations dans ma vie.*
- *A toute nos familles et nos très chers frères et nos sœurs*
- *A tous nos enseignants et à notre promotion de génie mécanique.*
- *A tous mes amis (SERHOUD ABDELKADER et ABDERAHMANE et CHEURFI AMINE et AMINE ADJISSA et Abbas Shattab).*
- *A tous ceux qui nous sont chers et à ceux qui ont contribué à notre formation.*

Résumé

Le moteur diesel est l'un des plus forts et les meilleurs moteurs à combustion interne, le plus grand de ce qui est absolument rendement.

Ce rendement est, à son tour, soumis aux effets de plusieurs paramètres thermodynamiques, où les variations des valeurs des paramètres sont soit plus ou moins affectées par le rendement du moteur diesel .

Au sujet de nos recherches, nous étudierons les effets de ces paramètres sur le rendement du moteur diesel basé sur les fondamentaux dynamiques des moteurs à combustion interne, qui dépendent de trois valeurs variables: le volume V , la pression p et la température T .

Chacune de ces variables a un effet sur les deux autres valeurs, suivant l'effet sur la puissance thermique disponible dans le moteur. En général, on peut dire que lorsque la taille du gaz est plus petite, la pression augmente, et il se réchauffe. Ensuite, la puissance thermique est utilisée pour générer de l'énergie cinétique en changeant l'état d'énergie du gaz dans le tube moteur, en contrôlant les changements suivants:

L'augmentation ou la diminution la température du mélange.

L'augmentation ou la diminution de la volume du mélange.

L'augmentation ou la diminution de la pression sur ce mélange.

L'objectif de cette étude est de suivre les changements en V , P et T et de surveiller l'effet de chacune de ces trois valeurs sur le rendement du moteur diesel, qu'elle soit en augmentation ou en diminution.

Pour déterminer la valeur d'un rendement idéal, qui est la cible principale pour laquelle ce moteur est inventé (obtenant le rendement élevé).

❖ Les Mots-clés:

- Le rendement - Les paramètres - Le volume - La pression - La température – Le diesel
- Le moteur - Le cycle - La thermodynamique - La combustion - L'air - Le piston
- Les cylindres - Les impacts - L'augmentation - La diminution - Les changements.

Summary

The diesel engine is one of the strongest and best internal combustion engines, the largest of which is absolutely yield.

This yield is, in turn, subject to the effects of several thermodynamic parameters, where the variations of the parameter values are either more or less affected by the performance of the diesel engine .

Regarding our research, we will study the effects of these parameters on the efficiency of the diesel engine based on the dynamic fundamentals of internal combustion engines, which depend on three variable values: volume V , pressure p and temperature T .

Each of these variables has an effect on the other two values, depending on the effect on the thermal power available in the engine. In general, it can be said that when the gas size is smaller, the pressure rises, and it heats up.

Then, the thermal power is used to generate kinetic energy by changing the energy state of the gas in the engine tube, controlling the following changes:

Increase or decrease the temperature of the mixture.

Increase or decrease the volume of the mixture.

Increase or decrease the pressure on this mixture.

The objective of this study is to monitor the changes in V , P and T and to monitor the effect of each of these three values on the performance of the diesel engine, whether it is increasing or declining.

To determine the value of an ideal yield, which is the main target for which this engine is invented (achieving high efficiency).

❖ The Keywords:

- The output-the parameters-the volume-the pressure-the temperature-the diesel-the engine
- the cycle-the thermodynamic-the combustion-the air-the piston-the cylinders-the impacts
- the increase-the decrease-the changeants.

ملخص

يعتبر محرك الديزل من اقوى وأحسن محركات الاحتراق الداخلي واكبرها مردودا على الاطلاق.

يخضع هذا المردود بدوره لتأثيرات عدة معلمات ترموديناميكية حيث تأثر التغيرات في قيم المعلمات اما بشكل اجابي او سلبي على مردود محرك الديزل.

في موضوع بحثنا سنقوم بدراسة تأثيرات هذه المعلمات على مردود محرك الديزل استنادا على الأسس الترموديناميكية في محركات الاحتراق الداخلي والتي تعتمد على ثلاث قيم متغيرة وهي: **الحجم V والضغط P و الحرارة T.**

كل من هذه المتغيرات لها تأثير على القيمتين الأخريين بهذا يتبع التأثير على الطاقة الحرارية المتوفرة في المحرك. بشكل عام، يمكن القول إنه عندما يصغر حجم الغاز المكبوس يزداد ضغطه، فترتفع حرارته. إذن يتم استخدام الطاقة الحرارية لتوليد طاقة حركية بأن يتم تغيير الحالة الطاقية للغاز الموجود في أنبوب المحرك، وذلك من خلال التحكم بالتغيرات التالية:

زيادة أو نقصان حرارة الخليط.

زيادة أو نقصان حجم الخليط.

زيادة أو نقصان ضغط الخليط.

الهدف من هذه الدراسة هو تتبع التغيرات في كل من V و P و T ومراقبة تأثير كل من هذه القيم الثلاث على مردود محرك الديزل سواء كان بالزيادة او النقصان.

لتحديد قيمة مردود مثالي وهو الهدف الأساسي الذي اخترع من اجله هذا المحرك (الحصول على مردود عالي).

❖ الكلمات المفتاحية:

- المردود - المعلمات - الحجم - الضغط - درجة الحرارة - الديزل - المحرك - الدورة - الترموديناميك
- الاحتراق - الهواء - المكبس - الأسطوانة - التأثيرات - الزيادة - النقصان - التغيرات.

Sommaire

Introduction générale.....	1
Chapitre I : Généralité sur le moteur diesel.....	4
I.1 Introduction.....	5
I.2 Historique.....	5
I.3 Définition général.....	6
I.4 Les types d'injection de moteur diesel.....	8
I.4.1 Moteur à injection indirect.....	8
I.4.2 Moteur à injection direct.....	9
I.4.3 Moteurs à rampe commune et injecteur Pompe.....	10
I.5 Disposition générale des organes mécaniques.....	11
I.5.1 Les organes fixes du moteur.....	11
I.5.2 Les organes mobiles du moteur.....	14
I.5.3 La distribution.....	17
I.5.4 Le circuit de carburant.....	19
I.6 Principe de fonctionnement de moteur diesel à quatre temps.....	21
I.7 Les quatre temps du moteur diesel.....	22
I.8 Avantages et inconvénients du moteur diesel.....	24
I.9 Conclusion.....	25
Chapitre II : Etude de cycle du moteur diesel.....	26
II.1 Introduction.....	27
II.2 Les quatre temps en cycle du moteur diesel.....	27
II.3 Etude de cycle thermodynamique.....	30
II.3.1 Le cycle réel de moteur diesel.....	30
II.3.2 Le cycle théorique de moteur diesel.....	30
II.3.3 Différences entre le cycle diesel réel et théorique.....	32

II.4 Calcul des travaux.....	32
II.5 Calcul des Chaleurs.....	33
II.6 Calcul du rendement.....	35
II.7 Conclusion.....	38

Chapitre III : Etude de l'impact des paramètres de fonctionnement sur le rendement de moteur diesel39

III.1 Introduction.....	40
III.2 Les logiciels utilisés	40
III.3 Etude de l'impact des paramètres de fonctionnement sur le rendement de moteur diesel	41
III.3.1 L'impact des paramètres de point A sur le rendement de moteur diesel.....	41
III.3.2 L'impact des paramètres de point B sur le rendement de moteur diesel.....	46
III.3.3 L'impact des paramètres de point C sur le rendement de moteur diesel.....	53
III.3.4 L'impact des paramètres de point D sur le rendement de moteur diesel.....	58
III.3.5 Résumé de les impacts des paramètres de fonctionnement sur le rendement de moteur diesel.....	61
III.4 Conclusion.....	62
Conclusion générale.....	63

Liste de symboles

PMH: Point mort haut. Position haute du piston.

PMB: Point mort bas. Position bas.

A: Point à la fin d admissions sur le diagramme P-V.

B: Point à la fin de compression sur le diagramme P-V.

C: Point à la fin de combustion isobare sur le diagramme P-V.

D: Point à la fin de détente sur le diagramme P-V.

ΔH : Enthalpie (J).

ΔU : L'énergie interne (J).

W_{AB} : Travail de compression (J).

W_{CB} : Travail de combustion (J).

W_{CD} : Travail de détente (J).

W_{DA} : Travail d échappement (J).

Q_{BC} : Quantité de chaleur de combustion (J).

Q_{DA} : Quantité de chaleur d échappement (J).

Q_{AB} : Quantité de chaleur de compression (J).

Q_{CD} : Quantité de chaleur de détente (J).

W_{tot} : Travail du cycle (J).

Q_{tot} : Quantité de chaleur du cycle (J).

m : la masse du corps (kg).

C_p : la chaleur spécifique à pression constant ($J.kg^{-1}.K^{-1}$).

C_v : la chaleur spécifique à volume constant ($J.kg^{-1}.K^{-1}$).

T_A : Température enfin d'admission (K).

T_B : Température enfin de compression (K).

T_C : Température enfin de combustion (K).

T_D : Température enfin de détente (K).

P_A : Pression enfin d'admission (Atm).

P_B : Pression enfin de compression (Atm).

P_C : Pression enfin de combustion (Atm).

P_D : Pression enfin de détente (Atm).

V_A : Volume enfin d'admission (cm^3).

V_B : Volume enfin de compression (cm^3).

V_C : Volume enfin de combustion (cm^3).

V_D : Volume enfin de détente (cm^3).

r : la chaleur massique de ce corps ($J.kg^{-1}.K^{-1}$).

τ : Taux de compression volumétrique.

γ : Coefficient adiabatique de compression ou de détente.

η : Rendement.

Liste de figures

Figure I.1 : Le moteur Diesel de 1897.

Figure I.2 : Schéma du moteur diesel.

Figure I.3 : Les structures des préchambres de combustion.

Figure I.4 : Injection direct.

Figure I.5 : Injection direct et indirect.

Figure I.6 : Moteurs à rampe commune et Injecteur Pompe.

Figure I.7 : La culasse.

Figure I.8 : La tubulure d'admission.

Figure I.9 : Le collecteur d'échappement.

Figure I.10 : Les cylindres.

Figure I.11 : Le carter inférieur.

Figure I.12 : Le piston.

Figure I.13 : La bielle.

Figure I.14 : Le vilebrequin.

Figure I.15 : Le volant.

Figure I.16 : Le damper.

Figure I.17 : L'arbre à cames.

Figure I.18 : Les soupapes.

Figure I.19 : Les ressorts de soupapes.

Figure I.20 : La pompe d'alimentation.

Figure I.21 : Le ou les filtres.

Figure I.22 : La pompe d'injection.

Figure I.23 : Les injecteurs.

Figure I.24 : Le turbocompresseur.

Figure I.25 : La schéma fonctionnement.

Figure I.26 : Le Cycle de fonctionnement d'un moteur diesel à 4 temps.

Figure II.1 : Les quatre temps du moteur diesel.

Figure II. 2 : 1^{er} temps : admission.

Figure II.3 : 2^{ème} temps : compression.

Figure II.4 : 3^{ème} temps : Explosion-détente.

Figure II.5 : 4^{ème} temps : Echappement.

Figure II.6 : Diagramme de cycle réel.

Figure II.7: Diagramme de Clapeyron.

Figure II.8 : Diagramme entropique.

Figure II.9 : Comparaison.

Figure III.1 : Le cycle diesel $V_A = 200 \text{ cm}^3$.

Figure III.2 : Le cycle diesel $V_A = 210 \text{ Atm}$.

Figure III.3 : Le cycle diesel $V_A = 220 \text{ cm}^3$.

Figure III.4 : Le cycle diesel $V_A = 230 \text{ cm}^3$.

Figure III.5 : Le cycle diesel $V_A = 240 \text{ cm}^3$.

Figure III.6 : Le cycle diesel $V_A = 250 \text{ cm}^3$.

Figure III.7 : Le cycle diesel $V_A = 265 \text{ cm}^3$.

Figure III.8 : La courbe de rendement $\eta = f(V_A)$.

Figure III.9 : Le cycle diesel $V_B = 16 \text{ cm}^3$.

Figure III.10 : Le cycle diesel $V_B = 19 \text{ cm}^3$.

Figure III. 11 : Le cycle diesel $V_B = 22 \text{ cm}^3$.

Figure III.12 : Le cycle diesel $V_B = 25 \text{ cm}^3$.

Figure III.13 : Le cycle diesel $V_B = 30 \text{ cm}^3$.

Figure III.14 : La courbe de rendement $\eta = f(V_B)$.

Figure III.15 : La courbe de rendement $\eta = f(T_B)$.

Figure III.16 : La courbe de rendement $\eta = f(P_B)$.

Figure III.17 : Le cycle diesel $V_C = 48 \text{ cm}^3$.

Figure III.18 : Le cycle diesel $V_C = 52 \text{ cm}^3$.

Figure III.19 : Le cycle diesel $V_C = 56 \text{ cm}^3$.

Figure III.20 : La courbe de rendement $\eta = f(V_C)$.

Figure III.21 : La courbe de rendement $\eta = f(T_C)$.

Figure III.22 : La courbe de rendement $\eta = f(P_C)$.

Figure III.23 : La courbe de rendement $\eta = f(V_D)$.

Figure III.24 : La courbe de rendement $\eta = f(T_D)$.

Figure III.25 : La courbe de rendement $\eta = f(P_D)$.

Figure A.1 : Le graphe de rendement $\eta = f(V_A)$.

Figure A.2 : Le graphe de rendement $\eta = f(V_B)$.

Figure A.3 : Le graphe de rendement $\eta = f(T_B)$.

Figure A.4 : Le graphe de rendement $\eta = f(P_B)$.

Figure A.5 : Le graphe de rendement $\eta = f(V_C)$.

Figure A.6 : Le graphe de rendement $\eta = f(T_D)$.

Figure A.4 : Le graphe de rendement $\eta = f(P_D)$.

Liste de tableaux

Tableau II.1 : Les équations de W et Q à cycle diesel.

Tableau II.2 : Les équations de P, V et T à cycle diesel.

Tableau A.1: Changements le rendement en fonction les paramètres de point A.

Tableau A.1: Changements le rendement en fonction les paramètres de point B.

Tableau A.1: Changements le rendement en fonction les paramètres de point C.

Tableau A.1: Changements le rendement en fonction les paramètres de point D.

Introduction générale

Introduction générale

La thermodynamique ou l'agitation thermique est une branche de la mécanique statistique qui étudie les propriétés de transition de la forme thermique de l'énergie et ses transformations à d'autres formes de cette énergie, tels que la transformation de l'énergie thermique en énergie mécanique dans le moteur à combustion interne et le moteur à vapeur, la transformation de l'énergie thermique en énergie électrique ou celle de l'énergie cinétique en énergie électrique comme c'est le cas dans les barrages et les rivières.

Les fondements de la thermodynamique ont évolué en étudiant les changements de volume, de pression et de température au niveau de la machine à vapeur.

La plupart de ces études reposent sur l'idée que tout système isolé dans l'univers contient une quantité physique mesurable appelée énergie interne du système qui peut être désignée par le symbole (U).

Cette énergie représente le totale des deux énergies, potentielle et cinétique, des atomes et des molécules au sein du système, en d'autres termes, tous les formes qui peuvent être directement transmises comme la chaleur. En plus, l'énergie chimique (stockés dans des liens chimiques), et l'énergie nucléaire (dans les noyaux des atomes) sont également inclus dans l'énergie interne du système.

Les études thermodynamiques ont commencé avec l'invention du moteur à vapeur, et ont donné lieu à l'émergence de nombreuses lois qui peuvent être appliquées à tous les types des machines, et en particulier, ceux qui convertissent l'énergie thermique en travail mécanique comme tous les types des moteurs, ou lorsque l'énergie cinétique est convertie en énergie électrique par exemple, ou vice versa.

Les moteurs à combustion interne constituent une application pratique de la thermodynamique, ceux-ci peuvent en effet convertir l'énergie thermique en énergie mécanique.

C'est alors que dans notre travail de recherche, nous nous intéresserons au moteur diesel, qui est l'un des moteurs à combustion interne les plus célèbres, en commençant par un petit aperçu historique sur ce type de moteur, pour arriver à l'ensemble des composants les plus importants qui le constituent et son cycle entre la théorie et la réalité.

Notre objectif d'étude est d'observer l'effet de la pression P , de la température T et le volume V sur le rendement du moteur.

Afin de réaliser cet objectif, nous avons utilisé la simulation numérique pour obtenir des résultats détaillés, précis et plus réel qui peuvent, par la suite, nous amènent à la relation entre la pression P , la température T , le volume V et le rendement moteur diesel.

Notre travail se compose de trois Chapitres :

- 1- Généralités sur le moteur diesel.**
- 2- Etude de cycle du moteur diesel.**
- 3- Etude de l'impact des paramètres de fonctionnement sur le rendement de moteur diesel.**

Chapitre I: Généralités sur moteur diesel.

I.1. Introduction:

Un moteur Diesel fonctionne différemment d'un moteur à essence. Même si leurs principaux organes sont semblables et s'ils respectent le même cycle à quatre temps, un moteur Diesel et un moteur à explosion présentent des différences sensibles, en particulier dans la façon dont le mélange carburé y est enflammé et dans la manière dont la puissance délivrée y est régulée. Dans un moteur à essence, le mélange carburé est enflammé par une étincelle électrique. Dans un moteur Diesel, l'allumage est obtenu par une auto-inflammation du carburant à la suite de l'échauffement de l'air sous l'effet de la compression Corps du mémoire [1].

I.2. Historique:

Le moteur Diesel qui équipe les automobiles que nous connaissons à ce jour est le fruit d'une évolution constante.

Cette évolution a subi des accélérations en fonction de circonstances telles que le premier choc pétrolier et l'apparition des normes antipollution.

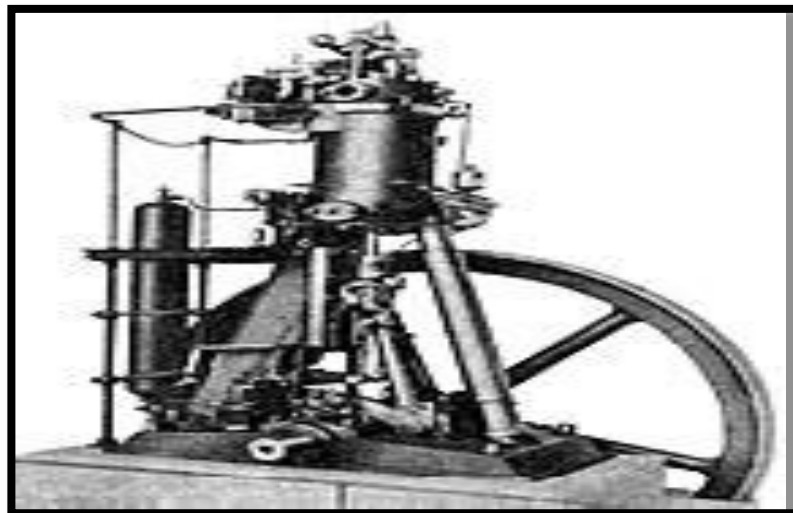


Figure.I.1 : Le moteur Diesel de 1897[2].

1897 Le premier moteur conçu par un ingénieur thermicien, Rudolf DIESEL, fonctionne en Allemagne. Il résulte de travaux théoriques destinés à améliorer le rendement thermodynamique. Ce moteur, qui a un rendement de 26,2 % (à rapporter aux 20 % du moteur à essence de l'époque), développe une puissance de 27 kW pour une cylindrée d'environ 20 litres.

1936 Mercedes produit en petite série la première voiture à moteur Diesel, la 260D.

1938 Peugeot réalise une série d'un millier de modèle 402 ; après la seconde guerre mondiale, ce type de véhicule est toujours produit.

1973 la crise pétrolière favorise la généralisation des voitures à moteur Diesel.

1988 Fiat produit la première voiture de série équipée d'un moteur à injection directe.

1989 Audi présente la première voiture équipée d'un moteur à injection directe à régulation électronique.

1998 premières applications de l'injection directe à rampe commune réalisée par Bosch sur des véhicules de série.

2000 plusieurs constructeurs européens produisent une version de leur véhicule de prestige équipé d'un moteur V8 Diesel à injection directe à rampe commune [2].

I.3. Définition général :

Un **moteur** est un dispositif transformant une énergie non-mécanique (éolienne, chimique, électrique, thermique par exemple) en une énergie mécanique ou travail. Fruit des travaux menés par l'ingénieur allemand Rudolf Diesel entre 1893 et 1897.

Le **moteur Diesel** est un moteur à combustion interne dont l'allumage n'est pas commandé mais spontané, par phénomène d'autoallumage ; Il n'a donc pas besoin de bougies d'allumage. Des bougies de préchauffage sont souvent utilisées pour permettre le démarrage du moteur à froid en augmentant la température de la chambre de combustion, mais leur présence n'est pas systématique.

On distingue : Pour produire l'énergie nécessaire à la propulsion des véhicules deux types de moteurs à combustion peuvent répondre à ces besoins: les moteurs à combustion externes et les moteurs à combustion internes [3].

I.3.1. Moteurs à combustion externe :

Ce type de moteur n'est plus utilisé aujourd'hui, bien que certains inventeurs isolés aient mis au point au cours des années des modèles expérimentaux de voitures mues par un moteur à vapeur ; Le combustible utilisé pour produire la vapeur brûle à l'extérieur du moteur, c'est d'où vient ce nom de moteur à combustion externe [3].

I.3.2. Moteurs à combustion interne :

Le moteur à combustion interne est l'ensemble des organes qui transforment l'énergie calorifique d'un combustible en énergie mécanique.

L'énergie calorifique du moteur provient de l'énergie chimique potentielle du mélange air carburant où la combustion se fait à l'intérieur même du moteur (moteur d'automobile, de camion, de locomotive) [3].

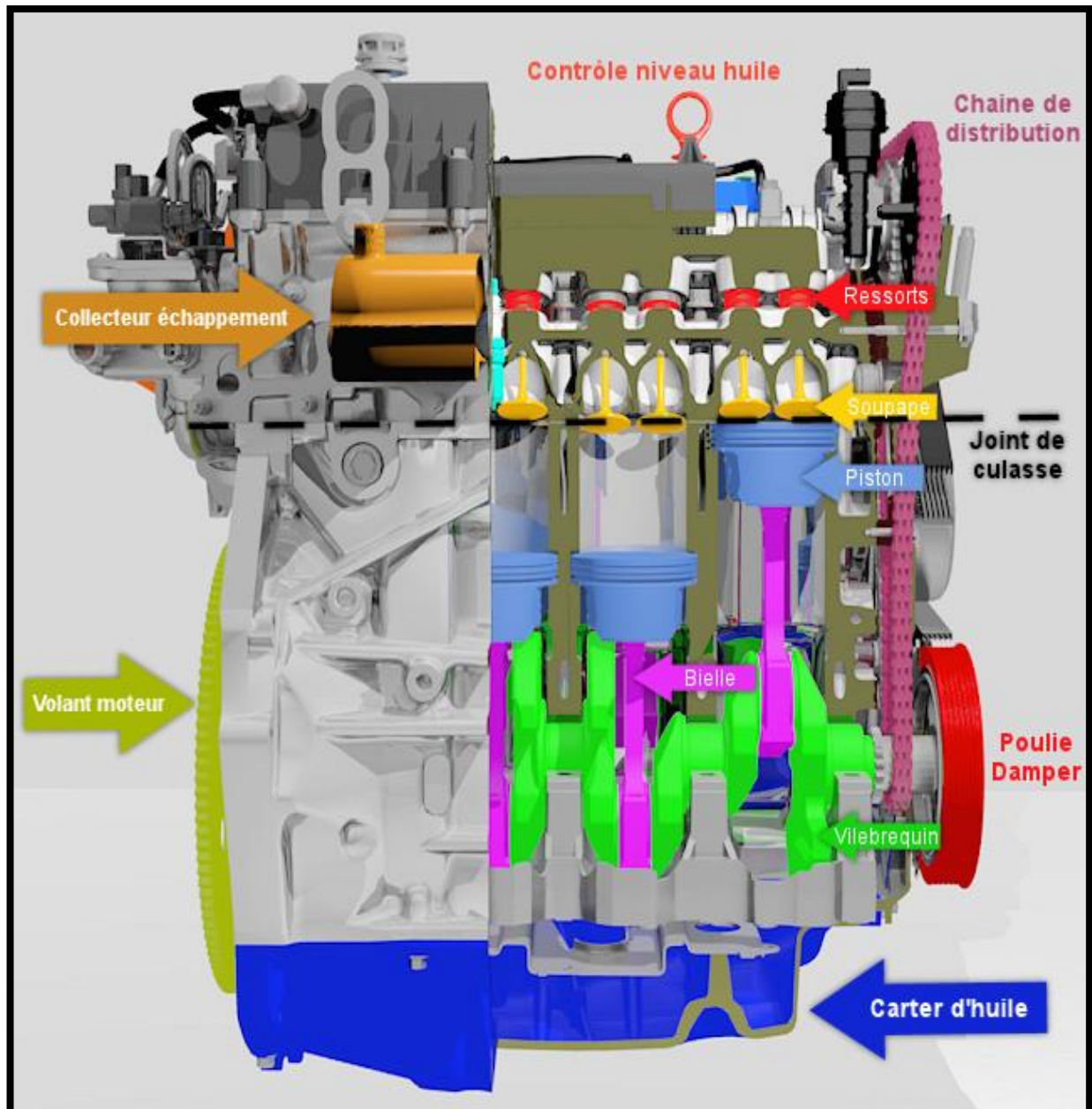


Figure I.2 : Schéma du moteur diesel [1].

I.4. Les types d'injection de moteur Diesel :

Dans le monde actuel il existe trois types de moteurs Diesel :

I.4.1. Moteur à injection indirect :

L'application du moteur Diesel aux véhicules automobiles légers privilégie parfois le silence de fonctionnement au détriment d'une légère surconsommation.

Pour satisfaire à ces conditions, les moteurs Diesel montés sur les voitures étaient, jusqu'à un passé récent, de type à chambre divisée (injection indirecte).

Deux principes sont utilisés :

- les préchambres.
- les chambres de turbulence.

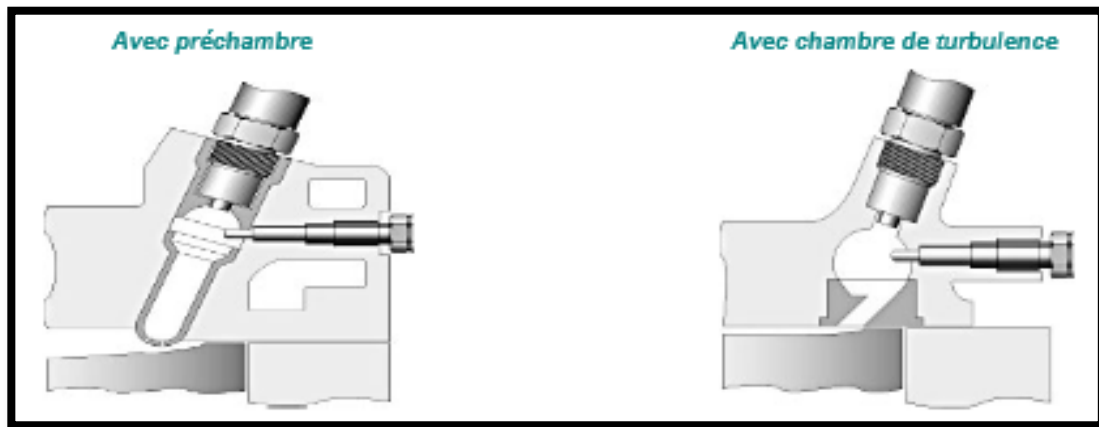


Figure I.3 : Les structures des préchambres de combustion [2].

Dans ces deux cas, la combustion se déroule dans deux volumes séparés : une chambre, représentant 30 à 60% du volume total, qui reçoit l'injection du carburant et où s'amorce la combustion, et une chambre principale dans laquelle elle s'achève.

L'injection du carburant dans ce petit volume relativement chaud permet de réduire le délai d'allumage du combustible. Seule la quantité minimum de combustible nécessaire à l'amorçage de la combustion s'enflamme, le reste se trouve chassé de la préchambre par l'augmentation de pression et la combustion se poursuit dans la chambre principale.

Les moteurs à injection indirecte remplissent les conditions requises pour son application à l'automobile, à savoir un relatif silence de fonctionnement et un faible taux d'émissions de NOx.

Le second choc pétrolier en 1973 et les normes de dépollution toujours plus sévères ont amené les constructeurs à repenser le moteur Diesel en termes d'économie et de faible pollution [2].

I.4.2. Moteur à injection direct :

Injection Le moteur à injection directe s'impose pour son rendement supérieur à ceux des moteurs à indirecte.

En effet, le rapport entre la surface et le volume de la chambre de combustion est nettement plus faible pour un moteur à chambre à espace mort unique (injection directe) que pour un moteur à préchambre (injection indirecte) ; de plus, la durée de la combustion est plus courte dans un moteur à injection directe.

Ces deux paramètres diminuent les échanges thermiques entre la chambre de combustion et le système de refroidissement, facteurs de perte de rendement.

Les problèmes liés à l'injection directe sont de deux ordres : bruits de combustion et émission d'oxyde d'azote (NO_x).

L'apparition de la régulation électronique dans les systèmes d'injection a permis de stabiliser et d'affiner les réglages de base, tant au niveau du moment d'injection que du débit de combustible.

Ces différents systèmes d'injection mécaniques par pompe distributrice, régulés ou non de manière électronique, présentent comme caractéristique commune la variation de la pression d'injection en fonction de la vitesse de rotation du moteur.

Cette variation de pression d'injection rend difficile une maîtrise totale de la combustion [2].

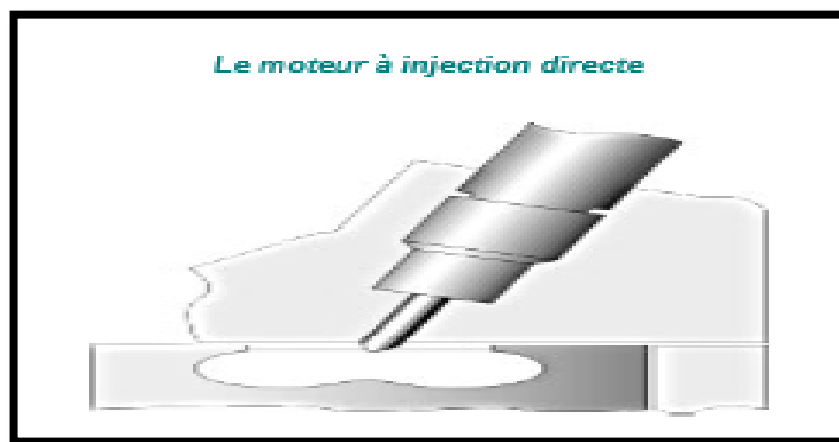


Figure I.4 : Injection direct [2].



Figure I.5 : Injection directe et indirecte [4].

I.4.3. Moteurs à rampe commune et injecteur Pompe :

Contrairement aux systèmes à pompe distributrice, la pression d'injection est indépendante de la vitesse de rotation du moteur et demeure constante pendant la phase d'injection.

Le pilotage de l'injection par un calculateur électronique laisse une grande latitude de programmation aux motoristes.

La quantité de combustible injecté peut être fractionnée pour réaliser une pré-injection, ce qui permet de réduire les bruits de combustion et la formation de NOx.

Cette faible quantité de carburant (1 à 4 mm³) permet de préparer, par une augmentation de la température et de la pression dans la chambre de combustion, l'inflammation du combustible lors de l'injection principale.

Les véhicules équipés de filtres à particules présentent une phase de nettoyage qui nécessite une post-injection, rendue possible grâce au pilotage des injecteurs par un calculateur électronique.

Le pilotage par une électronique numérique de tous les paramètres de l'injection permet d'optimiser le fonctionnement du moteur [3].

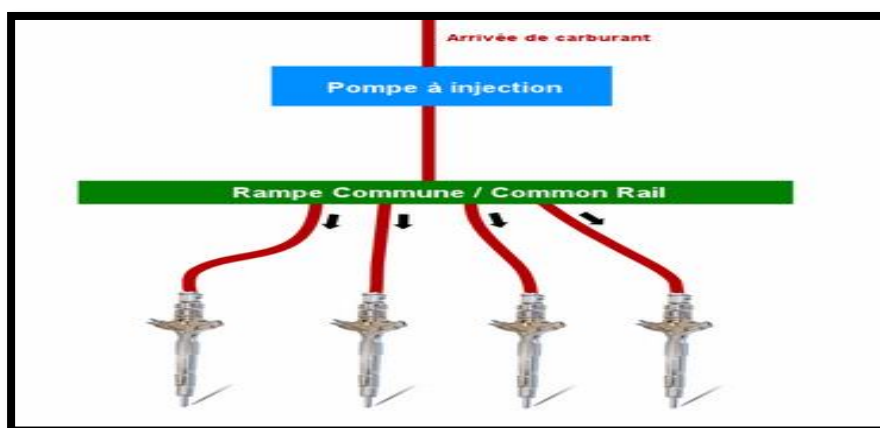


Figure I.6 : Moteurs à rampe commune et Injecteur [1].

I.5. Disposition générale des organes mécaniques:

Chaque cylindre d'un moteur diesel constitue une unité, c'est-à-dire que dans un moteur à plusieurs cylindres, tous les cylindres sont semblables la partie supérieure, le cylindre est fermé par la culasse, à la partie inférieure il est ouvert sur le carter inférieur le piston se piston se déplace dans le cylindre, il est relié par l'intermédiaire d'une bielle à l'arbre vilebrequin qui tourne dans les paliers fixés Au bloc du moteur au-dessus de l'huile de lubrification contenue dans le carter inférieur [8].

I.5.1. Les organes fixes du moteur:

- la culasse:

Elle ferme le haut du cylindre, et représente une plaque épaisse généralement en fonte .des orifices et des passages pour les soupapes .les injecteurs, les canaux d'admission et d'échappement, sont ménagés dans la culasse.

Le plan inférieur de la culasse représente les parois supérieures de la chambre de combustion.

L'étanchéité de la culasse avec le bloc cylindre est réalisée grâce à un joint métalloplastique appelé joint de culasse.

Dans le cas de refroidissement par air la culasse porte des ailettes de refroidissement, tandis que pour le refroidissement par eau, la culasse possède des chambres internes parcourues par l'eau de refroidissement [8].



Figure I.7 : la culasse [8].

- **La tubulure d'admission :**

Relie le filtre à air aux conduites d'admission de la culasse. Elle est étudiée, afin de véhiculer et de répartir convenablement l'air vers les cylindres et de gêner le moins possible leur remplissage [8].

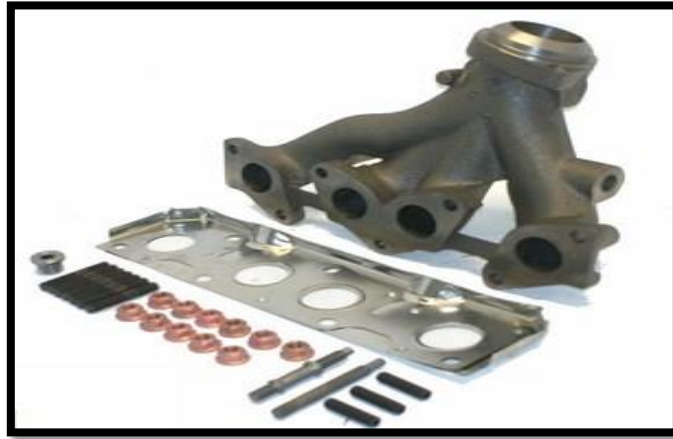


Figure I.8 : La tubulure d'admission[8].

- **Le collecteur d'échappement :**

Conduit les gaz brûlés, sortant de la culasse par les soupapes d'échappement, vers le silencieux ou pot d'échappement. Sur les moteurs suralimentés, le collecteur d'échappement est relié à la volute correspondante du turbocompressé supporte la culasse, les pistons, les cylindres, éventuellement l'arbre à cames latéral, le vilebrequin, les organes de distribution et le réseau de lubrification [8].



Figure I.9 : Le collecteur d'échappement [8].

- **Les cylindres:**

Peuvent appartenir au même corps que le bloc-cylindres ou fabriqué séparément. Dans le dernier cas, ils sont appelés "chemises". Si la chemise est entourée par le liquide de refroidissement, alors elle est dite chemise "humide" si non elle est dite "sèche"[8].



Figure I.10 : Les cylindres [8].

- **Le carter inférieur :**

Il contient l'huile de lubrification, il est fixé sous le bloc-cylindres, il comporte des ailettes de refroidissement. A l'intérieur de ce carter se trouve "tamis " et "crépine" de filtrage ainsi que la, ou les pompes à huile. Un reniflard pour éviter les suppressions dans le carter et pour éliminer les vapeurs dont la condensation entrerait la dilution de l'huile de graissage [8].



Figure I.11 : Le carter inférieur [8].

I.5.2. Les organes mobiles du moteur :

- **Le piston :**

C'est une pièce ouverte à sa partie inférieure, il coulisse à l'intérieure du cylindre, sa face supérieure est soumise à la poussée des gaz et la transmet à la bielle à laquelle il est relié par un axe.

Autrement dit paroi mobile du cylindre, il réalise les variations de volume nécessaires à la réalisation du cycle, transformation de la pression en force motrice, son déplacement sous une force permet d'accomplir un travail [4].



Figure I.12 : Le piston [5].

- **Les bielles :**

Sont les organes de liaison entre les pistons et vilebrequin, elles transforment le mouvement rectiligne, une bielle comprend trois parties essentielles :

- Un pied de bielle bagué et alésé si l'axe de piston doit pivoter dans le pied de bielle.

- Un corps de bielle généralement en forme de I.

Une tête de bielle et son chapeau maintenu en place par des boulons en acier à haute résistance à la traction.

Le plan de contact entre la bielle et son chapeau est généralement perpendiculaire à l'axe du corps de bielle. Cependant on peut trouver des bielles dont l'axe est oblique sur le plan joint, les bielles dont la section a la forme d'un I et qui sont utilisées dans la majorité du diesel routier, sont en acier matricé [4].



Figure I.13 : La bielle [8].

- **Le vilebrequin:**

C'est l'arbre moteur, il est réalisé en acier allié, forgé ou matricé. Les surfaces portantes sont traitées thermiquement et rectifiées. L'arbre vilebrequin commande aussi la distribution, la pompe d'injection, la pompe d'alimentation, la pompe à eau ou la turbine de refroidissement, le générateur d'électricité, la pompe à huile.

Le vilebrequin repose sur des paliers solidaires du bloc-cylindres grâce à des tourillons.

Il comporte autant de manetons que de cylindres. Les moteurs à cylindres possèdent $(n+1)$ tourillons.

Comme les têtes de bielles, les paliers sont munis de coussinets antifriction. Une rainure annulaire usinée dans les coussinets, permet à la pression d'huile d'atteindre les manetons par des perçages réalisés dans le vilebrequin [4].

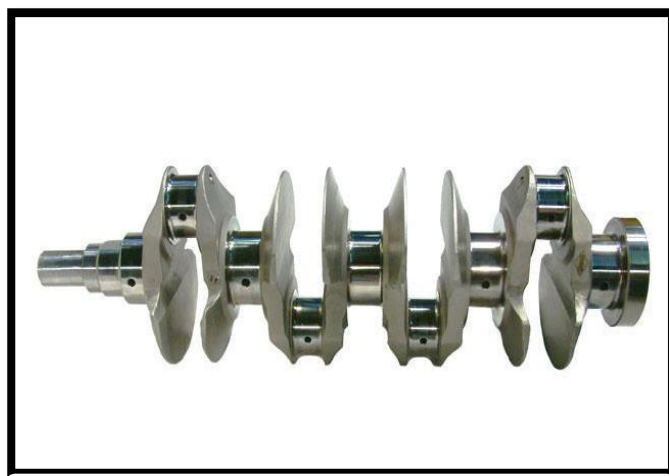


Figure I.14 : Le vilebrequin [8].

Est le plus souvent en acier, il est fixé sur l'arbre de vilebrequin. Il emmagasine pendant le temps moteur, une énergie cinétique suffisante pour lui permettre de faire franchir au piston les autres temps du cycle. Le volant porte une couronne dentée qui sert au lancement du moteur par le démarreur.

D'autre part, il reçoit le mécanisme d'embrayage ou dans certains cas le coupleur hydraulique ou le convertisseur de couple de la transmission du véhicule [4].



Figure I.15 : Le volant[5].

- **Le damper:**

C'est un amortisseur de vibration du vilebrequin. Il est constitué par un plateau rendu solidaire du vilebrequin au moyen d'une clavette et d'un autre plateau mobile autour de son axe. Ce deuxième plateau est poussé sur la butée par des ressorts qui permettent aussi un léger déplacement suffit à absorber les amorces de vibration résultant de la vibration de l'effort de torsion [8].



Figure I.16 : Le damper [6].

I.5.3. La distribution:

On appelle distribution, les soupapes et l'ensemble des organes destinés à commander leur ouverture et leur fermeture.

- **L'arbre à cames :**

C'est qui assure la commande des soupapes, par un ensemble poussoir, tiges et culbuteurs. 11 est placé latéralement ou en ligne, et lié avec le vilebrequin soit par chaîne ou par courroie crantée. L'arbre à cames est réalisé soit en acier cémenté et rectifié, soit en fonte alliée ou en fonte graphite sphéroïdal avec cames trempées [7].



Figure I.17 : L'arbre à cames [6].

- **Les soupapes:**

Les moteurs classiques possèdent deux soupapes, cependant certains moteurs diesel munis de trois ou quatre soupapes par cylindre : deux soupapes d'échappement et deux soupapes d'admission.

Les soupapes des moteurs diesel sont toujours placées en tête. Elles sont actionnées par un arbre à cames latéral ou par un arbre à cames en tête pour les moteurs d'automobiles. Une soupape comprend deux parties : La tête et la queue. La tête de soupape se présente comme la forme d'un champignon et elle comporte une portée conique qui doit assurer une étanchéité parfaite. La queue de soupape rectifiée coulisse selon un jeu très précis sans guide en fonte emmanché à force dans la culasse [7].



Figure I.18 : Les soupapes [6].

- **Les ressorts de soupapes :**

Sont en général des ressorts hélicoïdaux en acier au silicium. Ils s'appuient sur la culasse et viennent en rappel sur la queue de soupape par l'intermédiaire d'une coupelle, elle-même bloquée par un clavetage formé de deux demi cônes démontables. La tension du ressort applique les demi-cônes dans une gorge taillée. Dans la queue de soupape, au démontage, il suffit de comprimer le ressort, à l'aide d'un Outil de compression appelé «démonte soupape». Les demi cônes se trouvent libérés et la coupelle peut-être désolidarisée. Sur certains moteurs, afin d'accroître l'effort de rappel, les soupapes équipées de deux ressorts concentriques [7].



Figure I.19 : Les ressorts de soupapes [5].

I.5.4. Le circuit de carburant :

Le circuit de carburant d'un moteur diesel comporte : le réservoir, la pompe d'alimentation, le ou les filtres, la pompe d'injection et les injecteurs.

- **La pompe d'alimentation:**

Refoile le carburant provenant du réservoir vers les filtres et la pompe d'injection sous une faible pression .la pompe d'alimentation est actionnée, selon leur types, soit par l'arbre à cames du moteur, soit par la pompe d'injection (en ligne), elle possède une commande manuelle qui permet l'amorçage et la purge du circuit [7].



Figure I.20 : La pompe d'alimentation [8].

-le ou les filtres :

Qui purifient le carburant des impuretés diverses et de l'eau, afin d'éviter la détérioration des organes très précis de la pompe d'injection et des injecteurs.



Figure I.21 : Le ou les filtres [8].

-la pompe d'injection :

Qui reçoit le carburant filtré pour le doser et le distribuer sous pression vers les injecteurs selon un synchronisme et un ordre d'injection très précis.



Figure I.22 : La pompe d'injection [8].

- **les injecteurs :**

Qui pulvérisent sous pression, dans les chambres de combustion, le carburant délivré par la pompe d'injection [7].



Figure I.23: Les injecteurs [8].

- **la suralimentation:**

Afin d'accroître le travail fourni pour une cylindrée donnée, les constructeurs adaptent de plus en plus la suralimentation sur les moteurs diesel .la suralimentation consiste à comprimer l'air dans les cylindres, à l'aide d'un turbocompresseur, actionné par les gaz d'échappement, ou plus rarement par un compresseur volumétrique entraînée mécaniquement [7].

- **le turbocompresseur:**

Est, comme son nom l'indique, un compresseur à turbines .il comporte deux turbines, l'une d'elle appelées turbine d'échappement, parce qu'elle est entraînée par les gaz d'échappement. Et en fait l'élément moteur, l'autre appelée turbine d'admission est élément pompe .elle est entraînée mécaniquement par la turbine d'échappement et elle comprime l'air frais dans les cylindres du moteurs [7].

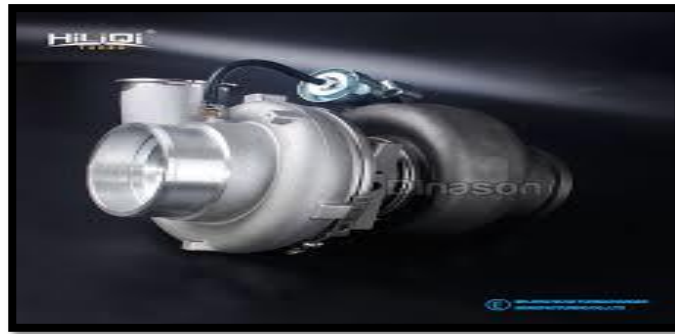


Figure I.24 : Le turbocompresseur [8].

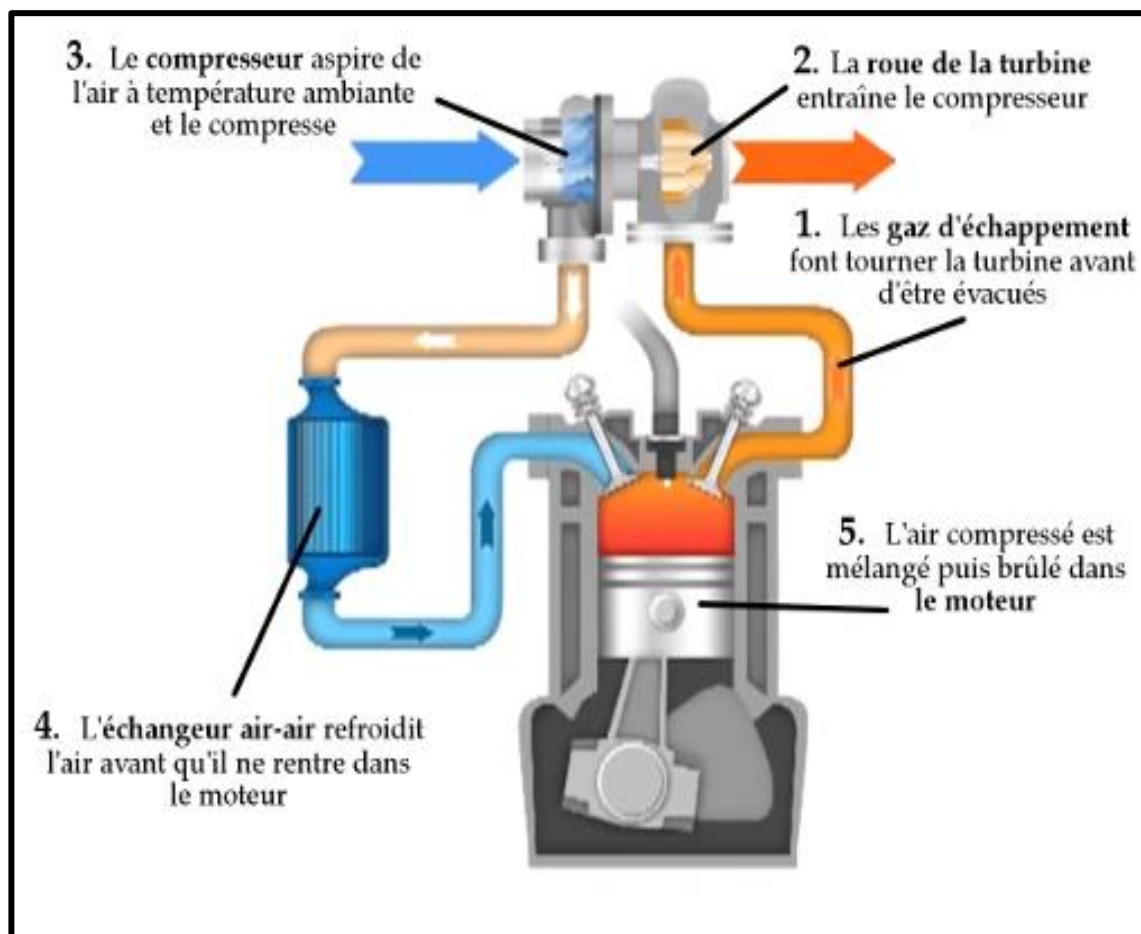


Figure I.25: Le schéma fonctionnement [5].

I.6. Principe de fonctionnement de moteur diesel à quatre temps:

Les moteurs diesel à quatre temps peuvent comporter un ou plusieurs cylindres. Dans un moteur multi cylindrique, les cylindres sont tous semblables et fonctionnent exactement de la même manière : l'énergie thermique du combustible se transforme en travail mécanique et il se produit dans le cylindre une série d'évolution périodique constituant un cycle de fonctionnement. La combustion chauffe fortement l'air qui se dilate et chasse le piston. Il suffit donc de comprendre le fonctionnement d'un seul cylindre pour se représenter comment peut se fonctionner l'ensemble du moteur.

Le cycle à quatre temps se déroule sur deux tours de vilebrequin.

Pendant ces deux tours, le piston effectue quatre courses. Qui correspondent chacune aux quatre phases du cycle : admission, compression, détente, échappement.

Le déroulement de ces phases s'effectue grâce à l'ouverture et la fermeture d'orifices.

Généralement par l'intermédiaire des soupapes [5].

I.7. Les quatre temps du moteur diesel :

C'est l'ensemble des phases successives nécessaires pour transformer l'énergie calorifique produite dans le cylindre en énergie mécanique. Le cycle débute avec le piston au point mort haut PMH et se réalise en 2 tours de manivelle c'est-à-dire en 4 courses de piston [5].

I.7.1. Premier temps "Admission":

- La soupape d'admission s'ouvre.
- Le piston descend jusqu'au **PMB**.
- L'air pénètre dans le cylindre.

I.7.2. Deuxième temps "Compression":

- Les soupapes sont fermées.
- Le piston remonte.
- L'air est comprimé.

I.7.3. Troisième temps "Combustion et Détente":

- Le piston atteint son **PMH**.
- L'injecteur pulvérise le gasoil dans le cylindre.
- Cela provoque une combustion qui repousse le piston vers le bas.

I.7.4. Quatrième temps "Echappement":

- La soupape d'échappement s'ouvre.
- Le piston remonte de son **PMB**.
- Les gaz brûlés sont expulsés en dehors du cylindre.

❖ Terminologies des moteurs:

- **PMH**: point mort haut. Position haute du piston.
- **PMB**: point mort bas. Position bas.

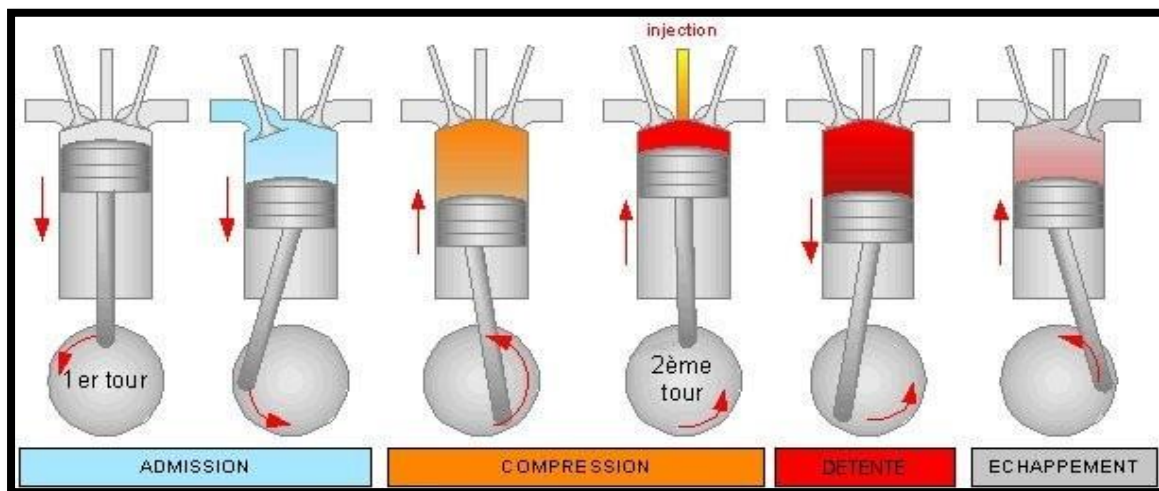


Figure I.26 : Le Cycle de fonctionnement d'un moteur diesel à 4 temps [5].

Dans le cas d'un moteur à quatre cylindres (soit 4 pistons), chacun des pistons effectue les 4 phases décrites précédemment et est décalé de 180° (angle vilebrequin) par rapport au piston avoisinant. Par exemple pendant que le premier piston est en fin de phase d'admission, le deuxième est en fin de phase de compression (début de détente), le troisième en fin de phase d'échappement et le quatrième en fin de phase d'explosion (début d'échappement) [5].

I.8. Avantages et inconvénients du moteur diesel :

I.8.1 Les avantages du moteur diesel :

Le moteur diesel fournit de l'énergie mécanique meilleur marché pour les raisons suivantes:

- Le rendement est élevé. La consommation moyenne en combustible est voisine de 190 g/cv/h.
- Le combustible employé par les moteurs diesel est relativement bon marché.
- Les gaz d'échappement sont moins toxiques puisque la teneur en oxyde de carbone est de 0,1% à 2 %.
- Les dangers d'incendies ont réduits
- L'admission est toujours maximale.

En effet, le gas-oil ne produit des vapeurs inflammables que chauffés aux environs de 80°C, soit à une température nettement supérieure à celle de l'été.

I.8.2 Les inconvénients du moteur diesel :

Cependant le moteur diesel présente les inconvénients suivants :

- Les organes du moteur sont soumis à des pressions élevées donc à des efforts considérables, si bien que la construction de ces moteurs pose des problèmes mécaniques plus complexes.
- Les hautes températures sont indispensables pour enflammer spontanément le combustible injecté, ce qui nécessite des matériaux ayant une bonne tenue aux températures élevées.
- Les pressions en cours de combustion normales sont voisines de 50 à 80 bars mais ces valeurs sont dépassées s'il se produit des « ratés d'inflammation ».

En effet, le combustible non brûlé à la sortie de l'injecteur, s'ajoute le combustible injecter au cycle suivant, l'inflammation s'accompagne alors d'une élévation de pression considérable, qui peut atteindre 150 à 200 bars.

En conséquence:

- Les pièces doivent être largement calculées.
- La construction est donc lourde.
- L'étanchéité entre piston et cylindre est difficile à réaliser, d'où obligation de disposer sur les pistons cinq à six segments.

Une température constante assez élevée est indispensable pour obtenir une bonne combustion.

Il faut donc prévoir un refroidissement correct du moteur.

- L'entretien d'organes de précision tels que les injecteurs et la pompe d'injection nécessite l'intervention des spécialistes qualifiés.
- Le graissage est délicat en raison des pressions élevées transmises par le piston à tout l'équipage mobile [6].

I.9. Conclusion :

Ce chapitre reprend une vue sur le principe de fonctionnement de moteur Diesel, la structure, les éléments principaux ; avec indication des différentes caractéristiques.

Enfin on peut dire que le moteur Diesel alimenté par un système d'injection haute pression, offre un rendement supérieur à tous les autres moteurs thermiques, avec une diminution de la consommation et une réduction des émissions polluantes.

Chapitre II:

Etude de cycle du moteur diesel.

II.1. Introduction:

Le cycle diesel théorique est le cycle d'un moteur diesel, également connu sous le nom de moteur à allumage par compression.

Le cycle théorique d'un moteur thermique est une approximation théorique de son fonctionnement pour calculer sa performance.

Le cycle d'un moteur à combustion interne est constitué par les transformations physiques et chimiques subies par le carburant lors de son passage à l'intérieur du moteur.

L'étude d'un cycle réel prenant en compte toutes les nombreuses variables, représente un problème très complexe. Pour cette raison, il est généralement simplifié en recourant à des approximations théoriques, basées sur différentes hypothèses simplifiées[8].

II.2. Les quatre temps en cycle du moteur diesel:

Ce moteur à combustion interne fonctionne par allumage spontané du gazole injecté dans l'air préalablement comprimé, sous pression élevée. Cette forte compression appliquée à l'air seul ne présente aucun risque d'inflammation. Le taux de compression peut atteindre la valeur de 20. Le carburant nécessite un raffinage moins poussé que celui de l'essence [10].

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

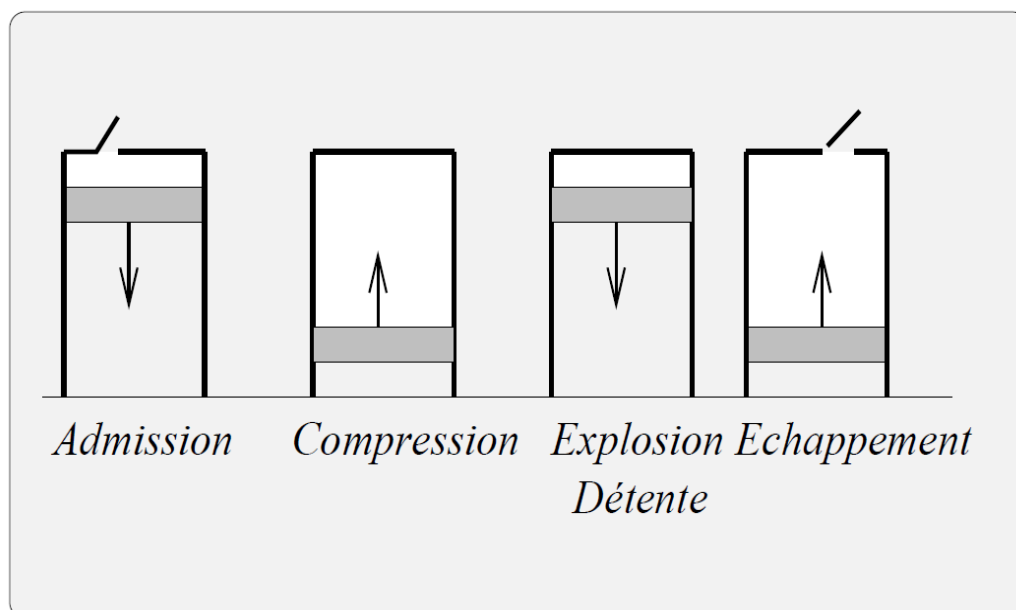


Figure II.1 : Les quatre temps du moteur diesel [10].

II.1.1 1^{er} temps : admission

Le mélange seul est admis dans le cylindre:

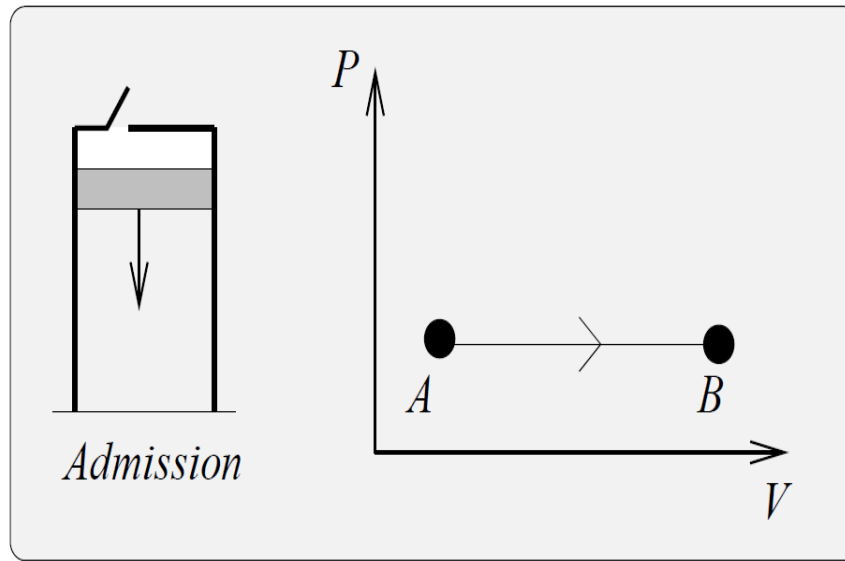


Figure II. 2 : 1^{er} temps : admission [10].

II.2.2. 2^{ème} temps : compression

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

La température s'élève jusqu'à 600 °C et la pression peut atteindre 20 à 25 bars.

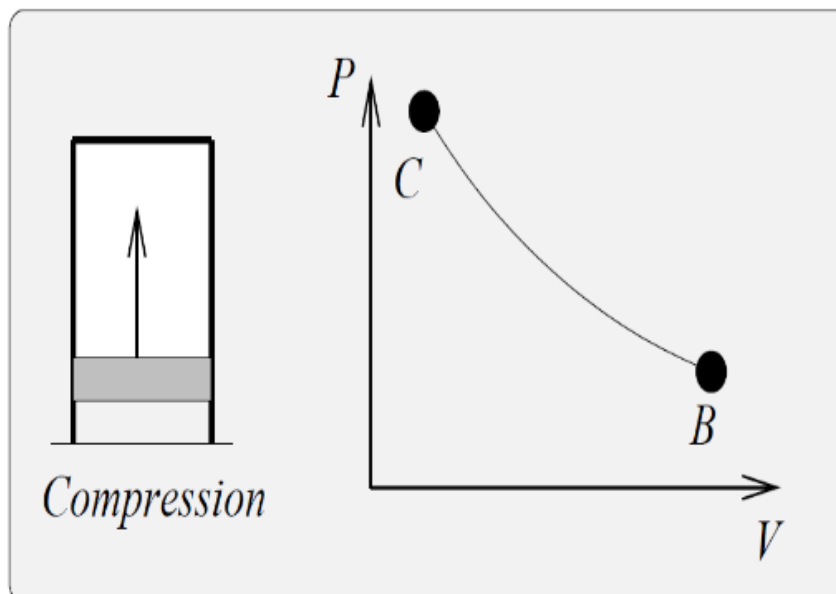


Figure II.3 : 2^{ème} temps : compression [10].

II.2.3. 3^{ème} temps : Explosion-détente

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

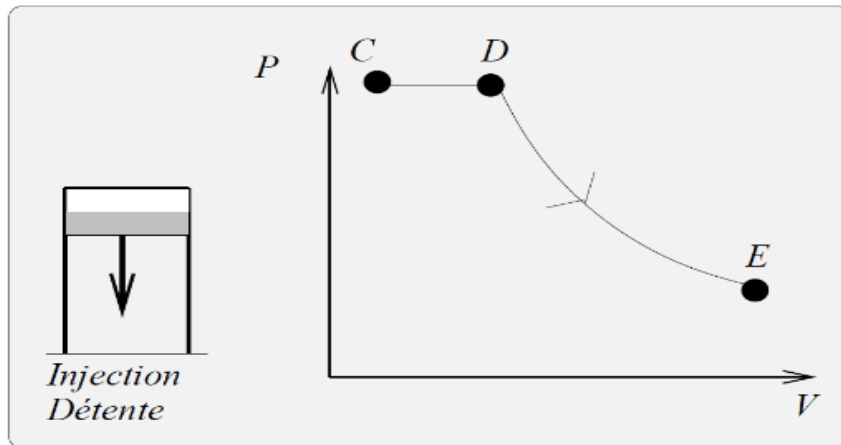


Figure II.4 : 3^{ème} temps : Explosion-détente [10].

II.2.4. 4^{ème} temps : Echappement

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

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

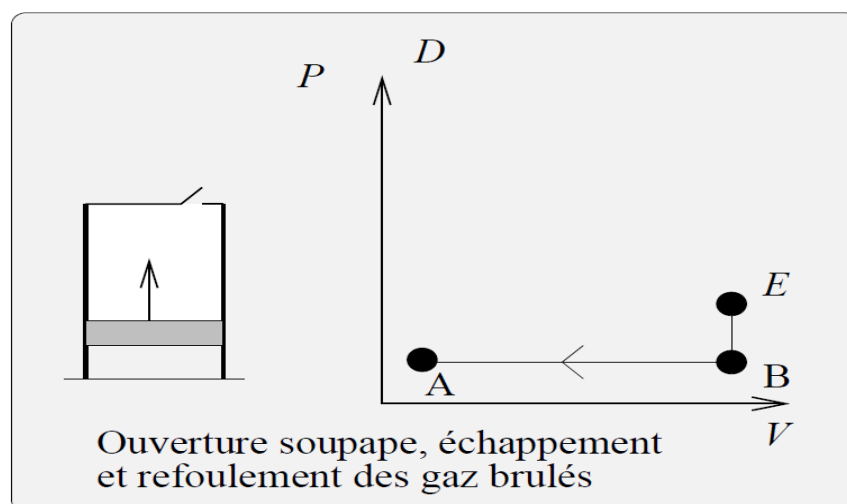


Figure II.5 : 4^{ème} temps : Echappement [10].

II.3. Etude de cycle thermodynamique :

II.3.1. Le cycle réel de moteur diesel:

Le cycle réel ou pratique est relevé sur le moteur au moyen d'appareil enregistreur mécanique, optique ou électrique.

Il permet de suivre en détail le fonctionnement réel du moteur et d'effectuer les réglages de distribution nécessaires à l'obtention d'une puissance aussi élevée que possible[9].

•Diagramme de cycle réel:

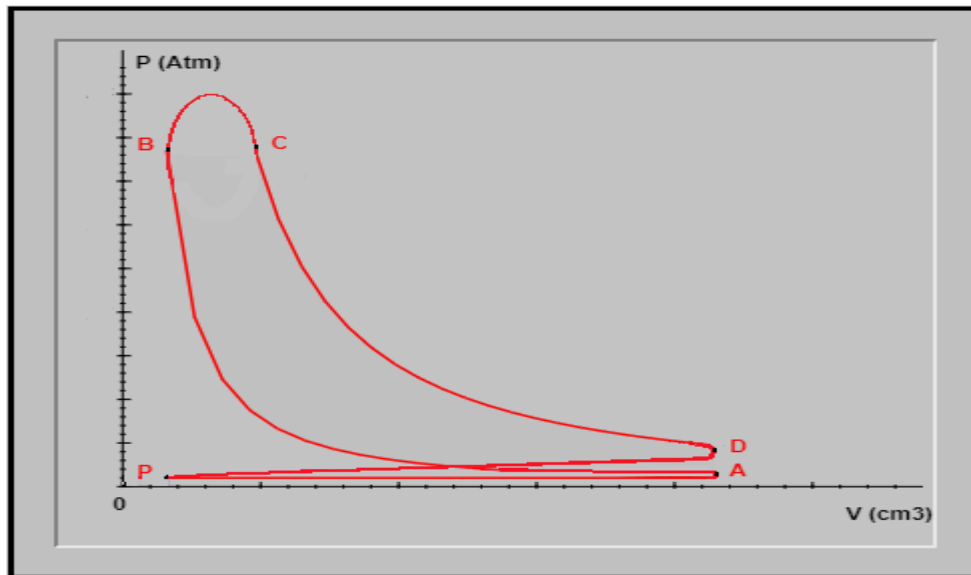


Figure II.6 : Diagramme de cycle réel [12].

II.3.2. Le cycle théorique de moteur diesel:

Dans le cas des cycles de moteurs à combustion interne, une résolution mathématique fine est encore impossible, compte tenu en particulier de la combustion qui reste encore un domaine susceptible de recherches, des échanges de chaleur aux parois, des transvasements, etc.

On se contente donc d'une résolution grossière associée à des hypothèses simplificatrices qui tiennent compte de la méconnaissance de ces phénomènes [11].

L'étude des cycles théoriques de moteurs alternatifs à combustion interne permet de connaître l'influence des paramètres de la machine les plus importants, accessibles aux calculs [10].

• Diagramme de Clapeyron (p, V):

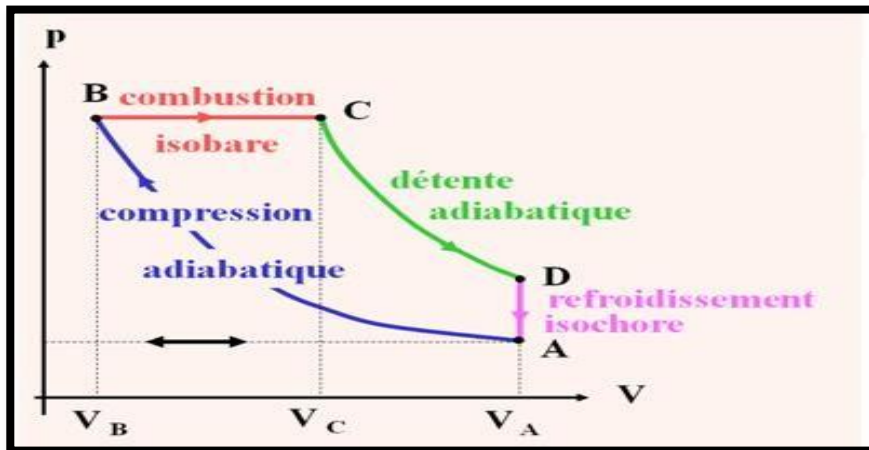


Figure II.7: Diagramme de Clapeyron [9].

• Diagramme entropique (T, s):

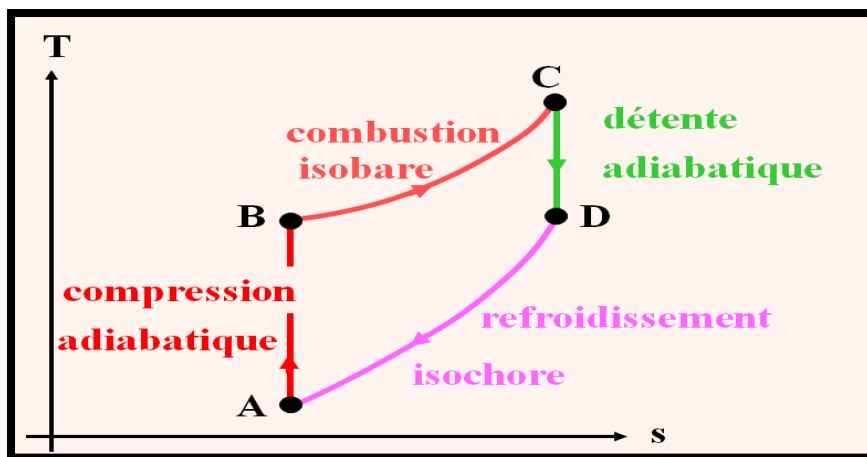


Figure II.8 : Diagramme entropique [9].

• Diagramme de Comparaison:

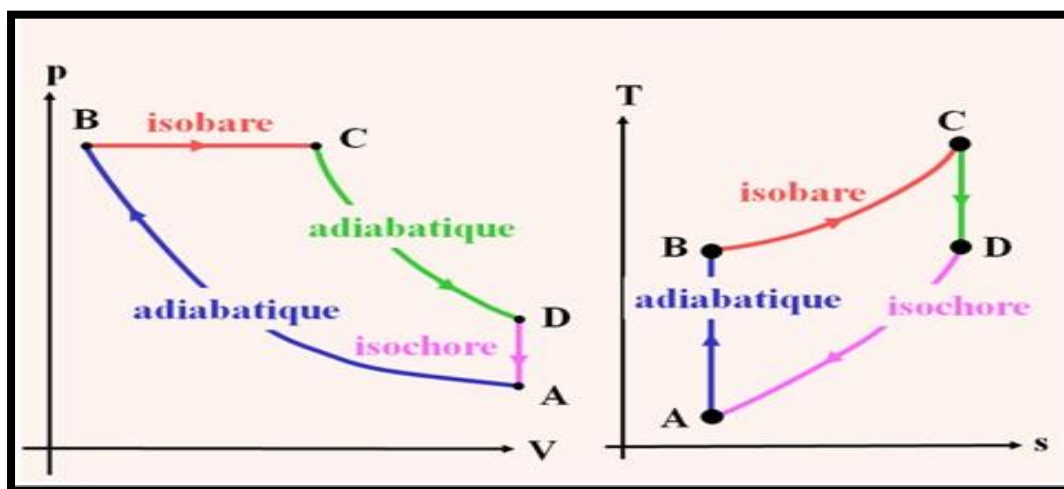


Figure II.9 : Comparaison [9].

II.3.3. Différences entre le cycle diesel réel et théorique :

Entre les cycles diesel réels et théoriques, il existe des différences et des similitudes dans la forme et les valeurs des pressions et des températures. Certaines de ces similitudes correspondent à celles du cycle Otto ; par exemple, les similitudes dues à la variation des chaleurs spécifiques, à la perte de chaleur et au temps d'ouverture de la soupape d'échappement.

En outre, dans le cycle réel, le pompage du carburant est inégal et parfois complètement absent, alors que dans le cycle théorique où toutes les valeurs sont régulières.

Enfin, dans le cycle réel du moteur Diesel, la combustion ne se fait pas dans une pression constante [8].

II.4. Calcul des travaux:

Remarque :

- Masse m de fluide aspiré en un cycle.
- Cas particulier d'un cycle **réversible** décrit par un gaz parfait.

II.4.1. Calcul de W_{AB} :

A $\longrightarrow$ B : adiabatique

$$Q_{AB} = 0 \quad (\text{II.1})$$

Et premier principe

$$W_{AB} + Q_{AB} = \Delta U_{AB} \quad (\text{II. 2})$$

II.4.2. Calcul de W_{CB} :

$$W_{AB} = \Delta U_{AB} = mC_V(T_B - T_A) \quad (\text{II. 3})$$

C → D : adiabatique

$$Q_{CD} = 0 \quad (\text{II. 4})$$

Et premier principe

$$W_{CD} + Q_{CD} = \Delta U_{CD} \quad (\text{II. 5})$$

II.4.3. Calcul de W_{DA} :

D → A : isochore

$$W_{DA} = 0 \quad (\text{II. 6})$$

II.4.4. Calcul de W_{BC} :

B → C : isobare

$$W_{BC} = -P_B(V_C - V_B) \quad (\text{II. 7})$$

$$W_{BC} = mr(T_B - T_C) \quad (\text{II. 8})$$

II.5. Calcul des Chaleurs:

II.5.1. Calcul de Q_{BC} :

B → C: isobare

$$Q_{BC} = \Delta H_{BC} \quad (\text{II. 9})$$

$$Q_{BC} = mC_P(T_C - T_B) \quad (\text{II. 10})$$

I.5.2. Calcul de Q_{DA} :

D → A : isochore

$$W_{DA} = 0 \quad (\text{II. 11})$$

$$W_{DA} + Q_{DA} = \Delta U_{DA} \quad (\text{II. 12})$$

$$Q_{DA} = \Delta U_{DA} = mC_V(T_A - T_B) \quad (\text{II. 13})$$

A $\longrightarrow$ B : adiabatique	C $\longrightarrow$ D : adiabatique
$W_{AB} = mC_V(T_B - T_A)$ $Q_{AB} = 0$	$W_{CD} = mC_V(T_D - T_C)$ $Q_{CD} = 0$
B $\longrightarrow$ C: isobare	D $\longrightarrow$ A : isochore
$W_{BC} = mr(T_B - T_C)$ $Q_{BC} = mC_P(T_B - T_C)$	$W_{DA} = 0$ $Q_{DA} = mC_V(T_A - T_D)$

Tableau II.1 : Les équations de W et Q à cycle diesel [10].

A $\longrightarrow$ B : adiabatique	C $\longrightarrow$ D : adiabatique
$P_A^{1-\gamma} T_A^\gamma = P_B^{1-\gamma} T_B^\gamma$ $P_A V_A^\gamma = P_B V_B^\gamma$ $T_A V_A^{\gamma-1} = T_B V_B^{\gamma-1}$	$P_C^{1-\gamma} T_C^\gamma = P_D^{1-\gamma} T_D^\gamma$ $P_C V_C^\gamma = P_D V_D^\gamma$ $T_C V_C^{\gamma-1} = T_D V_D^{\gamma-1}$
B $\longrightarrow$ C: isobare	D $\longrightarrow$ A : isochore
$\frac{P_B}{P_C} = \frac{T_B}{T_C}$ $\frac{V_B}{V_C} = \frac{T_B}{T_C}$	$\frac{V_D}{V_A} = \frac{T_D}{T_A}$ $\frac{P_D}{P_A} = \frac{T_D}{T_A}$

Tableau II.2 : Les équations de P, V et T à cycle diesel [10].

Chaleur reçu par le fluide, au cœur d'un cycle.

$$Q_{tot} = mC_P(T_C - T_B) + mC_V(T_A - T_B) \quad (\text{II. 14})$$

Travail reçu par le fluide, au cours cycle.

$$W_{tot} + Q_{tot} = \Delta U_{cycle} = 0 \quad (\text{II. 15})$$

$$W_{tot} = -mC_P(T_C - T_B) - mC_V(T_A - T_D) \quad (\text{II. 16})$$

II.6. Calcul du rendement:

Du point de vue de l'utilisateur ...

La «dépense» est Q_{BC} !

Globalement, sur un cycle, l'utilisateur reçoit du travail

Mais fournit **aussi** du travail La «recette» est $-W_{tot}$!

$$\text{Rendement } \eta = \frac{\text{La «recette» est } -W_{tot}}{\text{La «dépense» est } Q_{BC}}$$

$$\eta = \frac{-W_{tot}}{Q_{BC}} \quad (\text{II. 17})$$

D'autre part :

$$W_{tot} + Q_{BC} + Q_{DA} = (\Delta U)_{cycle} \quad (\text{II. 18})$$

U est une fonction d'état :

$$(\Delta U)_{cycle} = \mathbf{0} \quad (\text{II. 19})$$

$$W_{tot} = -(Q_{BC} + Q_{DA}) \quad (\text{II. 20})$$

$$\eta = \frac{Q_{BC} + Q_{DA}}{Q_{BC}} = 1 + \frac{Q_{DA}}{Q_{BC}} \quad (\text{II. 21})$$

$$Q_{DA} = mC_V(T_A - T_B) \quad (\text{II. 22})$$

$$Q_{BC} = mC_P(T_C - T_B) \quad (\text{II. 23})$$

On en déduit :

$$\eta = 1 + \frac{1}{\gamma} \frac{T_A - T_D}{T_C - T_B} \quad (\text{II. 24})$$

Taux de compression volumétrique:

$$\tau = \frac{V_A}{V_B} \quad (\text{II. 25})$$

Taux d'injection:

$$c = \frac{V_C}{V_B} \quad (\text{II. 26})$$

C $\longrightarrow$ D : adiabatique

$$T_C V_C^{\gamma-1} = T_D V_D^{\gamma-1} \quad (\text{II. 27})$$

$$T_D = T_C \left(\frac{V_C}{V_D} \right)^{\gamma-1} \quad (\text{II. 28})$$

D $\longrightarrow$ A : isochore

$$V_D = V_A \quad (\text{II. 29})$$

$$T_D = T_C \left(\frac{V_C}{V_A} \right)^{\gamma-1} \quad (\text{II. 30})$$

Soit :

$$\begin{aligned} T_D &= T_C \left(\frac{V_C}{V_B} \right)^{\gamma-1} \left(\frac{V_B}{V_A} \right)^{\gamma-1} \\ T_D &= T_C c^{\gamma-1} \left(\frac{1}{\tau} \right)^{\gamma-1} \end{aligned} \quad (\text{II. 31})$$

B $\longrightarrow$ C: isobare

$$\frac{V_B}{V_C} = \frac{T_B}{T_C} = \frac{1}{c} \quad (\text{II. 32})$$

$$T_D = T_B c^\gamma \left(\frac{1}{\tau} \right)^{\gamma-1} \quad (\text{II. 33})$$

$$T_C = c T_B \quad (\text{II. 34})$$

A $\longrightarrow$ B : adiabatique

$$T_A V_A^{\gamma-1} = T_B V_B^{\gamma-1} \quad (\text{II. 35})$$

$$T_A = T_B \left(\frac{V_B}{V_A} \right)^{\gamma-1} = T_B \left(\frac{1}{\tau} \right)^{\gamma-1} \quad (\text{II. 36})$$

$$T_D = T_B c^\gamma \left(\frac{1}{\tau} \right)^{\gamma-1} \quad (\text{II. 37})$$

$$T_C = c T_B$$

$$\eta = 1 + \frac{1}{\gamma} \frac{T_A - T_D}{T_C - T_B}$$

$$\eta = 1 + \frac{1}{\gamma} \frac{\tau^{1-\gamma} T_B - c^\gamma T_B \tau^{1-\gamma}}{c T_B - T_B} \quad (\text{II. 38})$$

$$\eta = 1 + \frac{1}{\gamma} \tau^{1-\gamma} \frac{(1 - c^\gamma)}{c - 1} \quad (\text{II. 39})$$

Pour en savoir un peu plus

$$\eta = 1 + \frac{1}{\gamma} \tau^{1-\gamma} \frac{(1 - c^\gamma)}{c - 1}$$

- **Remarque:**

Le rapport volumétrique de compression est de l'ordre de 20 de sorte que le rendement d'un moteur diesel est meilleur que celui d'un moteur fonctionnant selon le cycle de Beau de Rochas.

On constate, d'autre part, que le rendement es meilleur si γ reste petit ; il est important de garder γ aussi proche que possible de 1 ce qui nécessite une combustion la plus brève possible.

Le rendement théorique est de l'ordre de 60% [10].

Le rendement du cycle réel est deux Foix moins élevé !

II.7. Conclusion:

Dans ce chapitre, nous avons mené une étude exhaustive sur le cycle diesel réel et théorique et nous avons montré les différences entre elles avec une explication de toutes les étapes du cycle et donner toutes les équations pour chaque phase pour atteindre les équations de la température et d'autres en termes de volume, ces équations vont être utilisées par la suite dans l'étude de l'impact des paramètres de fonctionnement sur le rendement de moteur diesel dans le dernier chapitre.

Chapitre III:
Etude de l'impact des
paramètres de
fonctionnement sur le
rendement de moteur diesel.

III.1. Introduction:

Dans ce chapitre nous allons étudier l'impact des paramètres de fonctionnement sur le rendement de moteur diesel en se basant sur le logiciel **MATLAB** et le site **Physique et simulations numériques**, Nous faisons des changements des paramètres (la pression P , la température T et le volume V) au niveau de chaque point des points du cycle diesel pour déterminer les paramètres idéaux pour améliorer le rendement du moteur diesel.

III.2. Les logiciels utilisés:

III.2.1. Logiciel MATLAB:

MATLAB est un environnement de langage de programmation et d'analyse numérique de quatrième génération, les utilisations de MATLAB incluent les calculs matriciels, le développement et l'exécution d'algorithmes, la création d'interfaces utilisateur (UI) et la visualisation de données. L'environnement informatique numérique multi-paradigme permet aux développeurs d'interagir avec des programmes développés dans différentes langues, ce qui permet d'exploiter les forces uniques de chaque langue à des fins diverses.

MATLAB est utilisé par des ingénieurs et des scientifiques dans de nombreux domaines tels que le traitement des images et des signaux, les communications, les systèmes de contrôle pour l'industrie, la conception de réseaux intelligents, la robotique et la finance computationnelle.

Cleve Moler, professeur d'informatique à l'Université du Nouveau-Mexique, a créé MATLAB dans les années 1970 pour aider ses étudiants. Le potentiel commercial de MATLAB a été identifié par l'ingénieur invité Jack Little en 1983 [12].

III.2.2. Physique et simulations numériques:

C'est un site internet des simulations numériques pour aborder quelques problèmes physiques concernant une variété des secteurs comme la mécanique, l'électricité, l'optique géométrique, l'optique ondulatoire, l'électronique, la cristallographie, la thermodynamique ou la mécanique quantique, partant du constat que dans l'enseignement de la physique, parmi les parties des thermodynamiques sont la section du cycle du moteur diesel, qui montre les changements dans le rendement et la forme du moteur diesel en termes de changements de paramètres.

Changer les valeurs des paramètres V_A (cm^3), V_B (cm^3), V_C (cm^3), provoque automatiquement toutes les autres valeurs à changer en fonction des lois de gaz parfait et le cycle diesel.

Les valeurs admises par le programme sont : $200 < V_A < 270$; $15 < V_B < 30$ [13].

III.3. Etude de l'impact des paramètres de fonctionnement sur le rendement de moteur diesel:

Pour étudier l'impact des paramètres de fonctionnement sur le rendement de moteur diesel, chaque cas devrait être étudié seul afin que nous pouvons changer les paramètres dans le premier cas pour par la suite fixer certaines valeurs dans le reste des cas, puis nous évaluons l'impact des paramètres étudiées sur le rendement de moteur diesel en passant d'un cas à l'autre.

III.3.1. L'impact des paramètres de point A sur le rendement de moteur diesel:

- L'impact des paramètres de point A sur le rendement et le cycle de moteur diesel:
- $V_A = 200 \text{ cm}^3 \rightarrow \eta = 0.52$

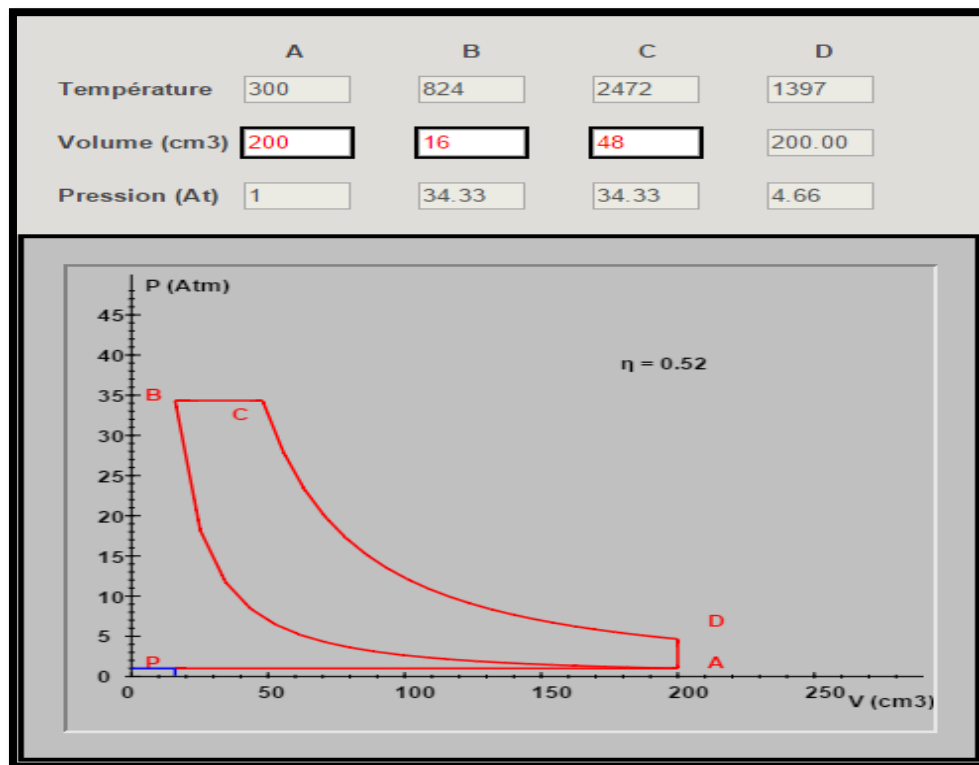


Figure III.1 : Le cycle diesel $V_A = 200 \text{ cm}^3$ [13].

- $V_A = 210 \text{ cm}^3 \rightarrow \eta = 0.53$

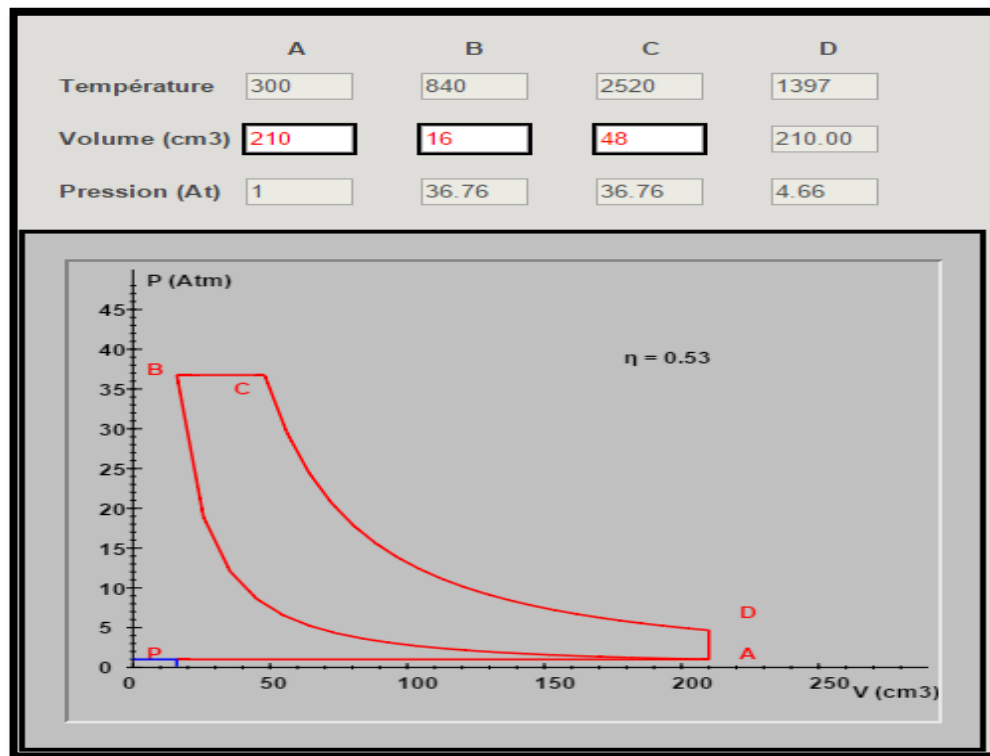


Figure III.2 : Le cycle diesel $V_A = 210 \text{ cm}^3$ [13].

- $V_A = 220 \text{ cm}^3 \rightarrow \eta = 0.54$

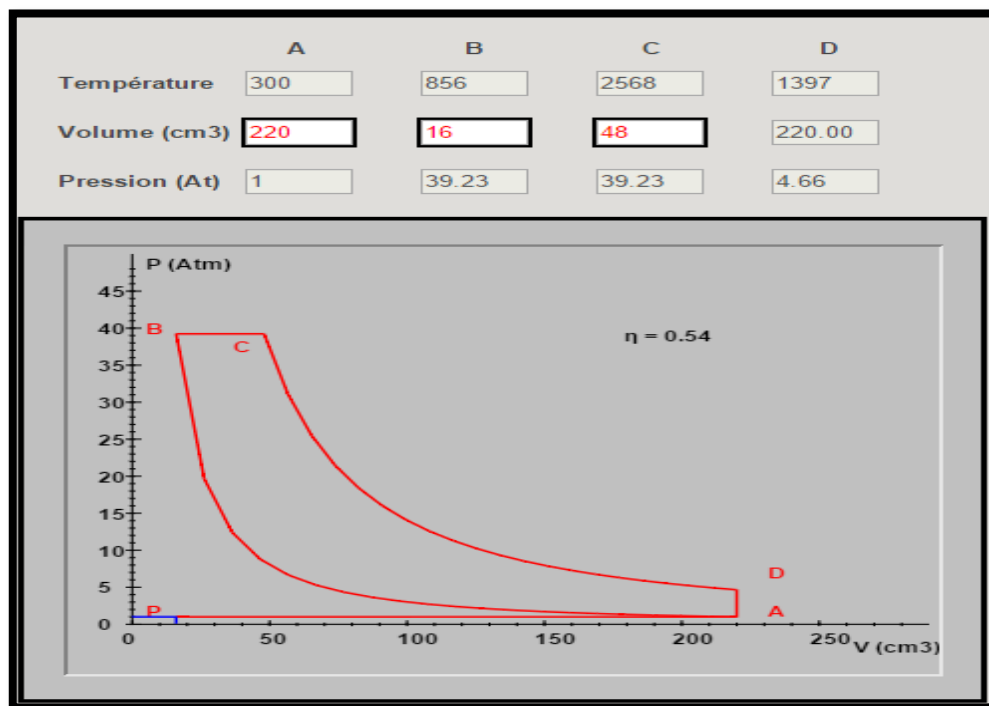


Figure III.3 : Le cycle diesel $V_A = 220 \text{ cm}^3$ [13].

- $V_A = 230 \text{ cm}^3 \rightarrow \eta = 0.55$

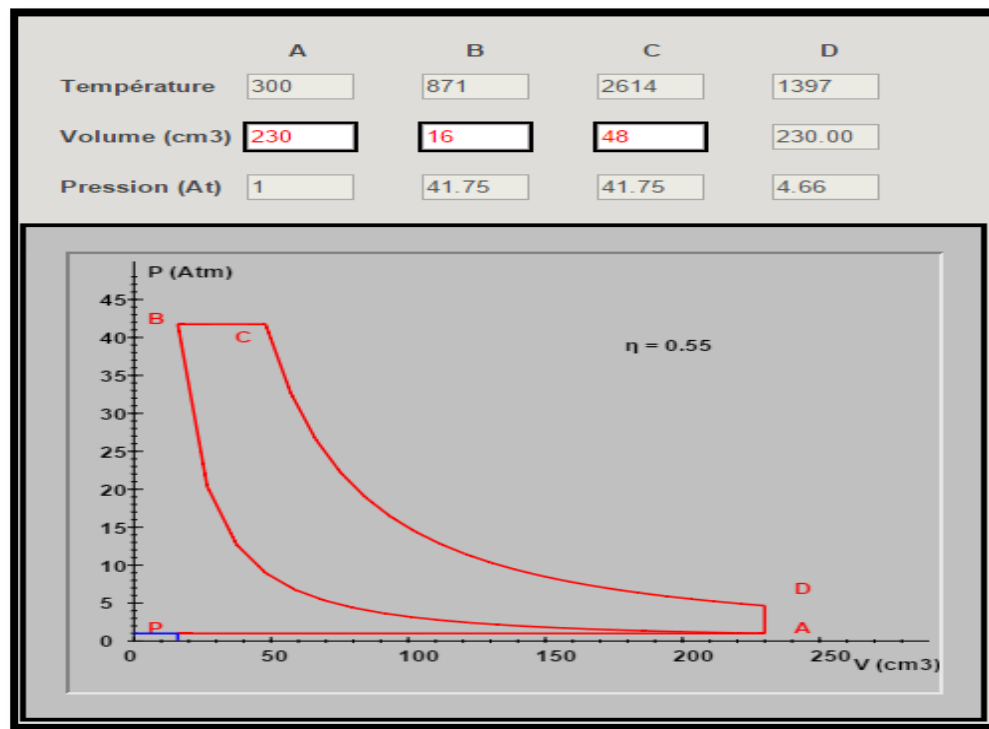


Figure III.4 : Le cycle diesel $V_A = 230 \text{ cm}^3$ [13].

- $V_A = 240 \text{ cm}^3 \rightarrow \eta = 0.56$

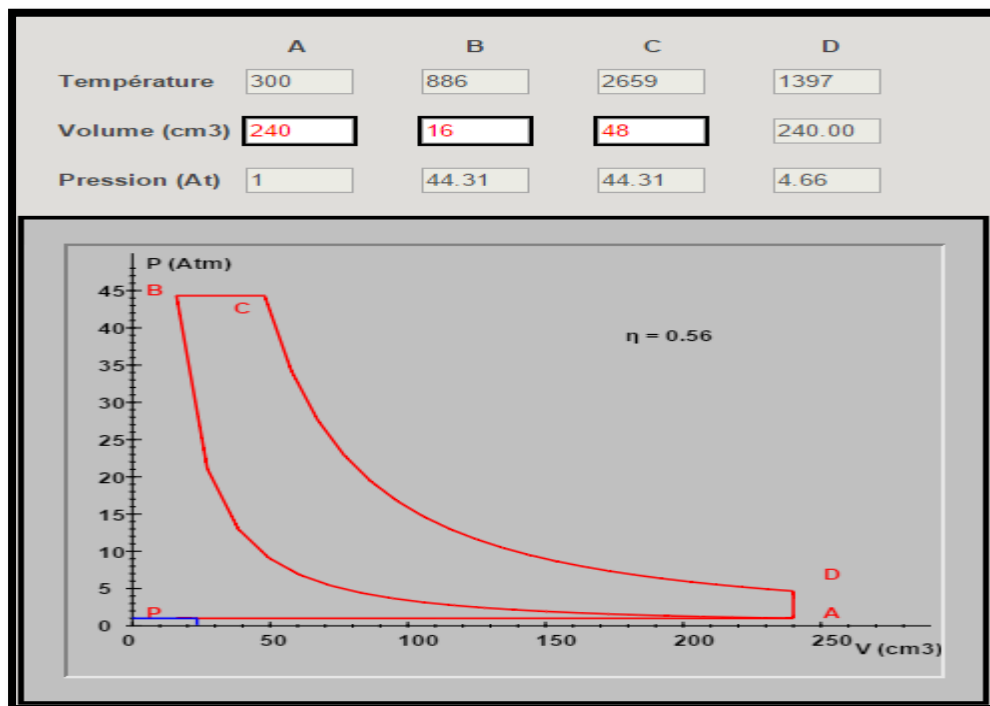


Figure III.5 : Le cycle diesel $V_A = 240 \text{ cm}^3$ [13].

- $V_A = 250 \text{ cm}^3 \rightarrow \eta = 0.57$

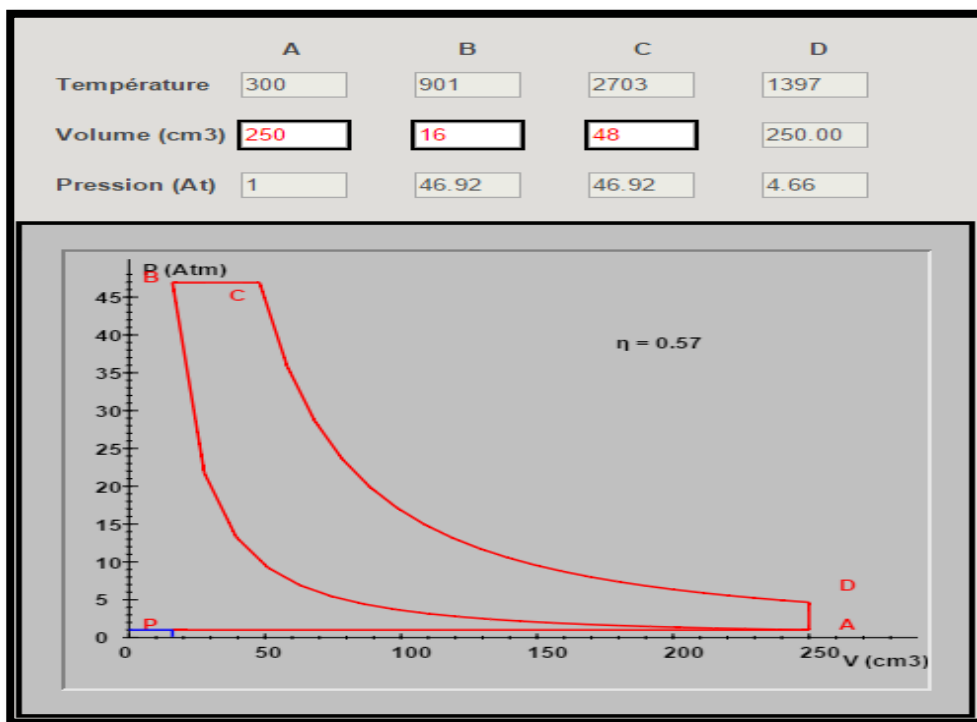


Figure III.6 : Le cycle diesel $V_A = 250 \text{ cm}^3$ [13].

- $V_A = 265 \text{ cm}^3 \rightarrow \eta = 0.58$

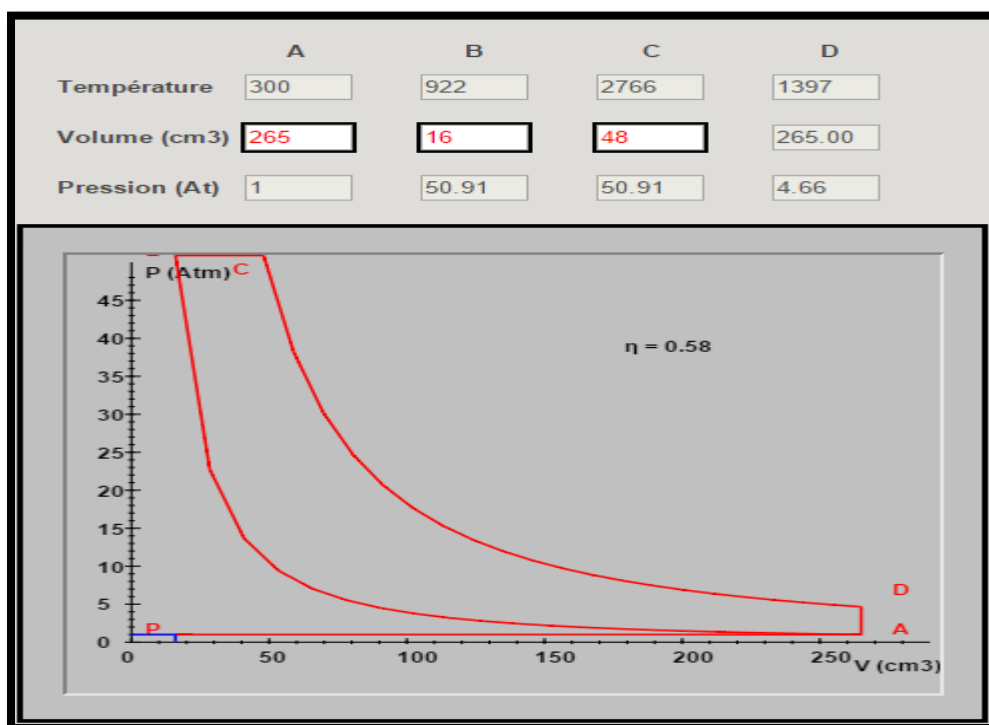


Figure III.7 : Le cycle diesel $V_A = 265 \text{ cm}^3$ [13].

✓ Représentation graphique des changements de rendement en fonction de paramètres étudiés:

- Représentation graphique des changements de rendement en fonction de paramètre V_A :

En appliquant l'équation (II.39) et en utilisant logiciel MATLAB:

```
>> a=1.4;
>> VA=200:265;
>> VB=16;
>> VC=48;
>> VD=VA;
>> c=VC/VB;
>> u=VA/VB;
>> Y=1+((1/a).*(u.^(1-a)).*((1-c.^a)/(c-1)));
>> plot(VA,Y)
```

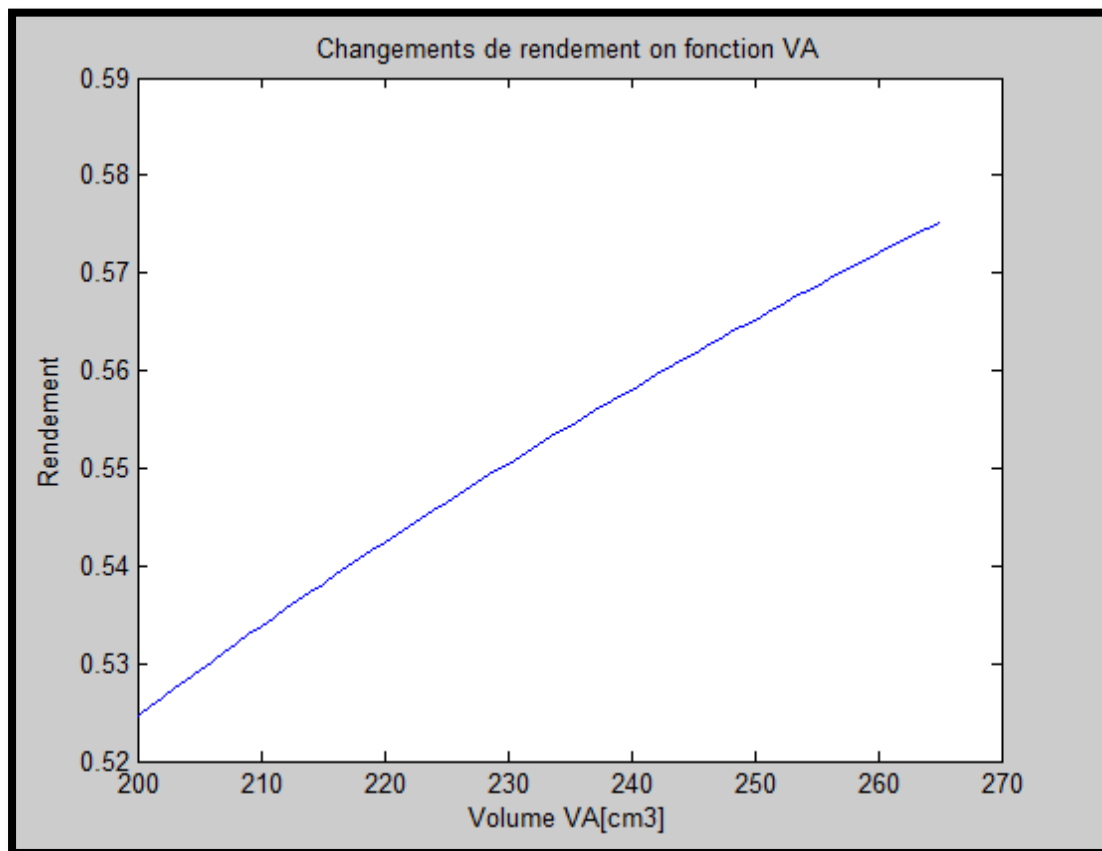


Figure III.8 : La courbe de rendement $\eta = f(V_A)$ [12].

La courbe de rendement $\eta = f(V_A)$ (**Figure III.8**) représente les changements de rendement en termes de volume sur l'intervalle $V_A = [200, 265]$.

À travers la courbe, nous remarquons que le rendement accroît lorsque le volume V_A augmente, à la valeur $V_A = 200 \text{ cm}^3$ le rendement est à la plus faible valeur qui est 0.52, puis il augmente continuellement à la limite de 0.58 en valeur $V_A = 265 \text{ cm}^3$.

❖ L'augmentation du volume V_A est d'un impact positif sur le rendement de moteur diesel d'où le rendement accroît lorsque le volume V_A augmente.

- Les paramètres T_A et P_A sont des constantes $T_A = 300 \text{ K}$ et $P_A = 1 \text{ Atm}$.

III.3.2. L'impact des paramètres de point B sur le rendement de moteur diesel:

✓ L'impact des paramètres de point B sur le rendement et le cycle de moteur diesel:

- $V_B = 16 \text{ cm}^3 \rightarrow \eta = 0.58$

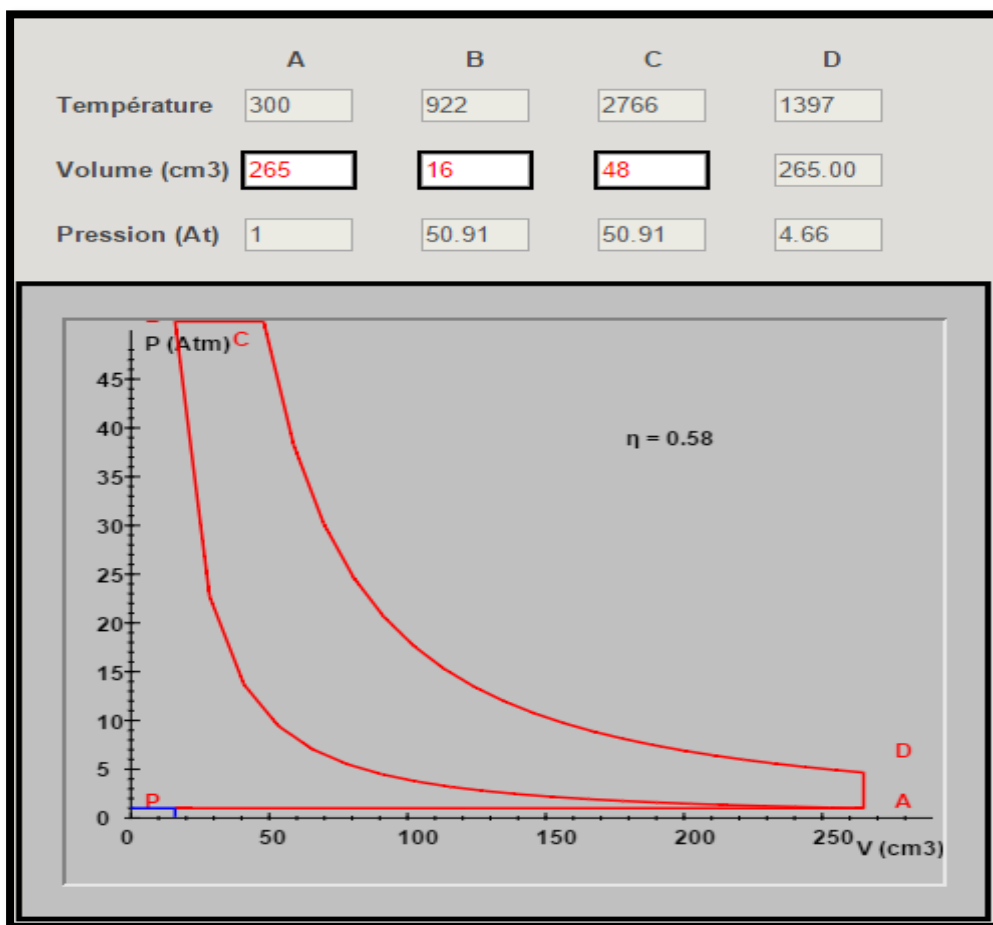


Figure III.9 : Le cycle diesel $V_B = 16 \text{ cm}^3$ [13].

- $V_B = 19 \text{ cm}^3 \rightarrow \eta = 0.57$

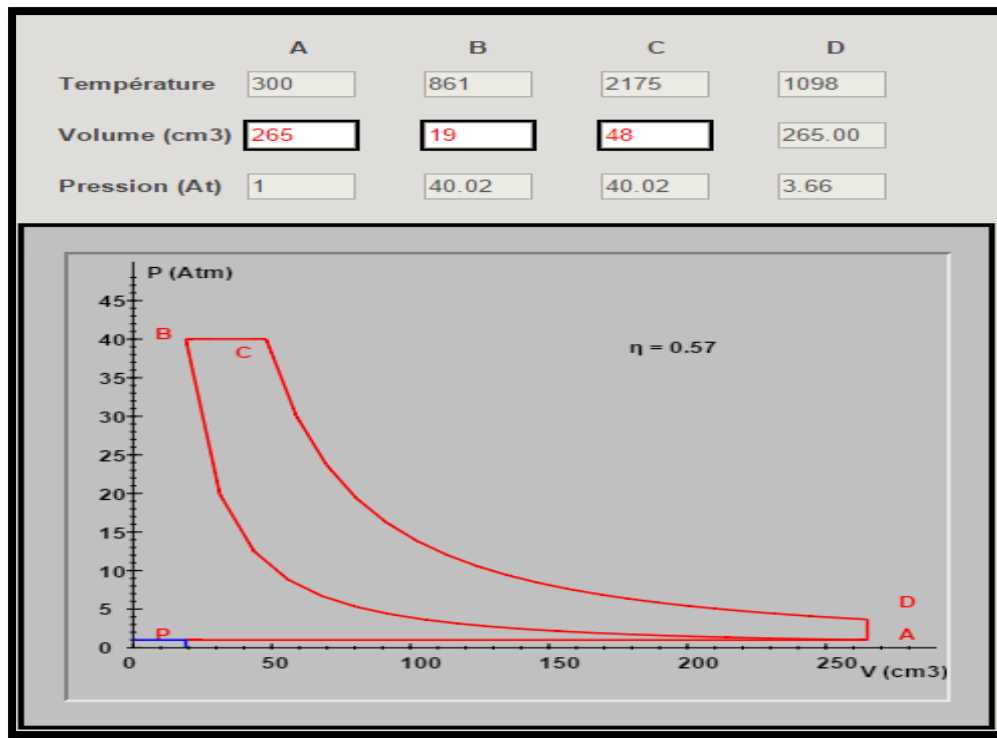


Figure III.10 : Le cycle diesel $V_B = 19 \text{ cm}^3$ [13].

- $V_B = 22 \text{ cm}^3 \rightarrow \eta = 0.56$

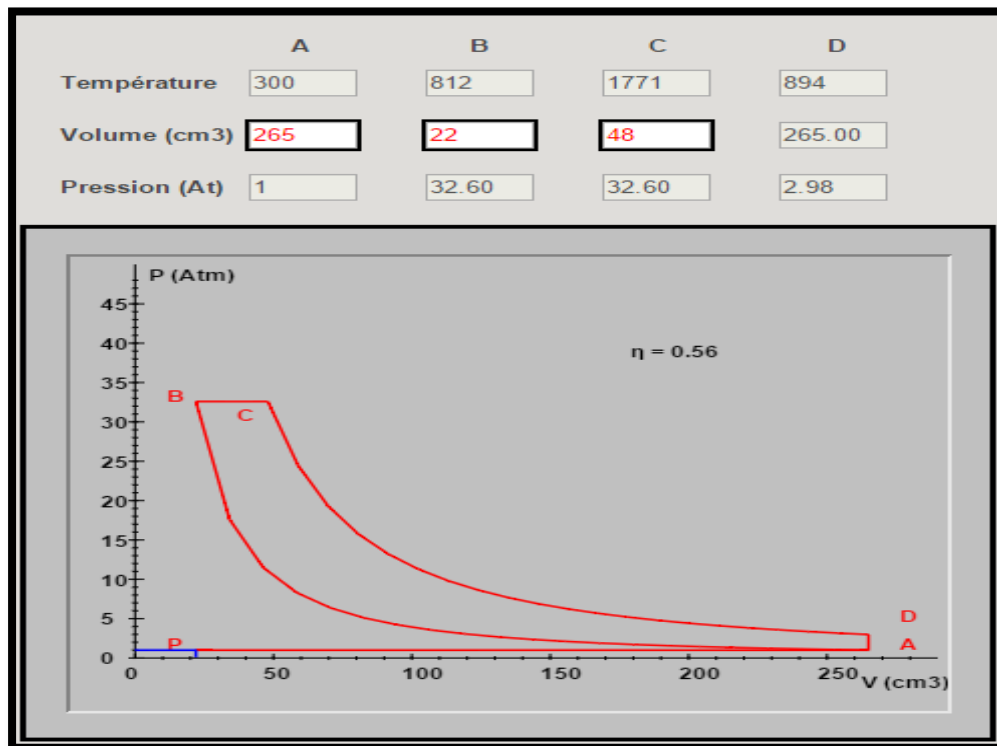


Figure III.11 : Le cycle diesel $V_B = 22 \text{ cm}^3$ [13].

- $V_B = 25 \text{ cm}^3 \rightarrow \eta = 0.55$

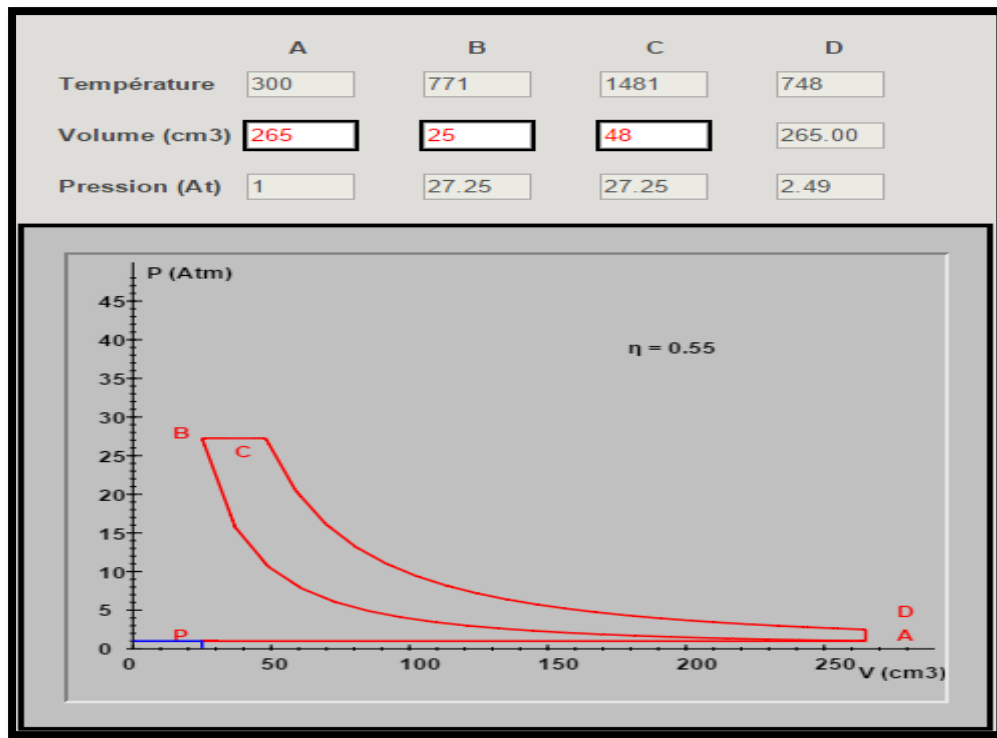


Figure III.12 : Le cycle diesel $V_B = 25 \text{ cm}^3$ [13].

- $V_B = 30 \text{ cm}^3 \rightarrow \eta = 0.54$

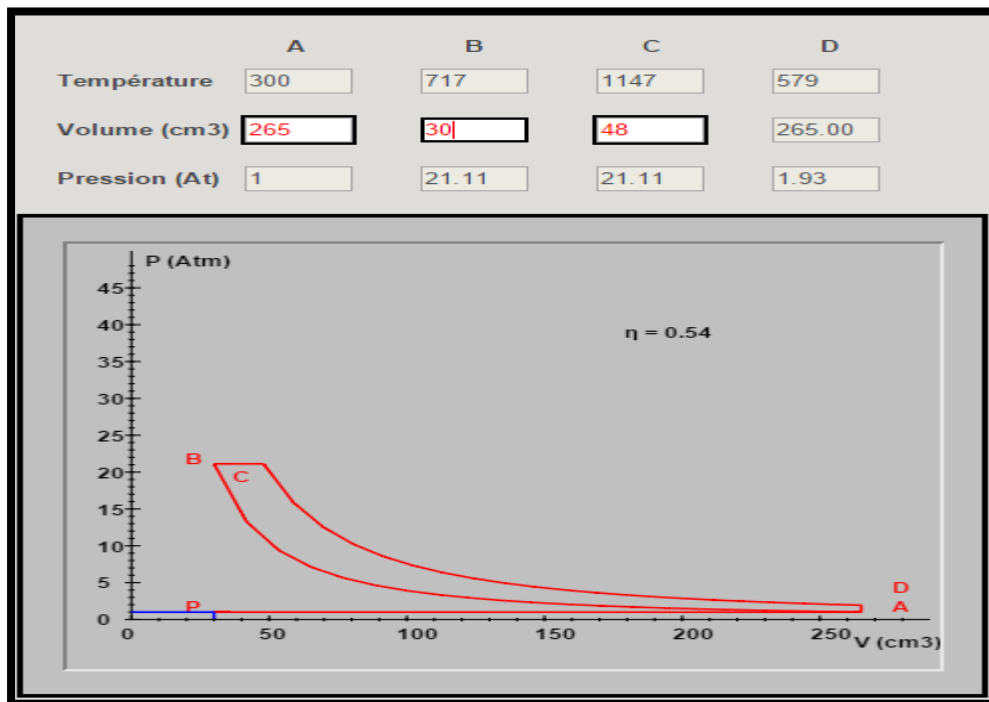


Figure III.13 : Le cycle diesel $V_B = 30 \text{ cm}^3$ [13].

- ✓ Représentation graphique des changements de rendement en fonction de paramètres étudiés:
- Représentation graphique des changements de rendement en fonction de paramètre V_B :

En appliquant l'équation (II.39) et en utilisant logiciel MATLAB:

```
>> a=1.4;
>> VB=16:30;
>> VA=265;
>> VC=48;
>> VD=VA;
>> c=VC./VB;
>> u=VA./VB;
>> Y=1+((1/a).*(u.^(1-a)).*((1-c.^a)./(c-1)));
>> plot(VB,Y)
```

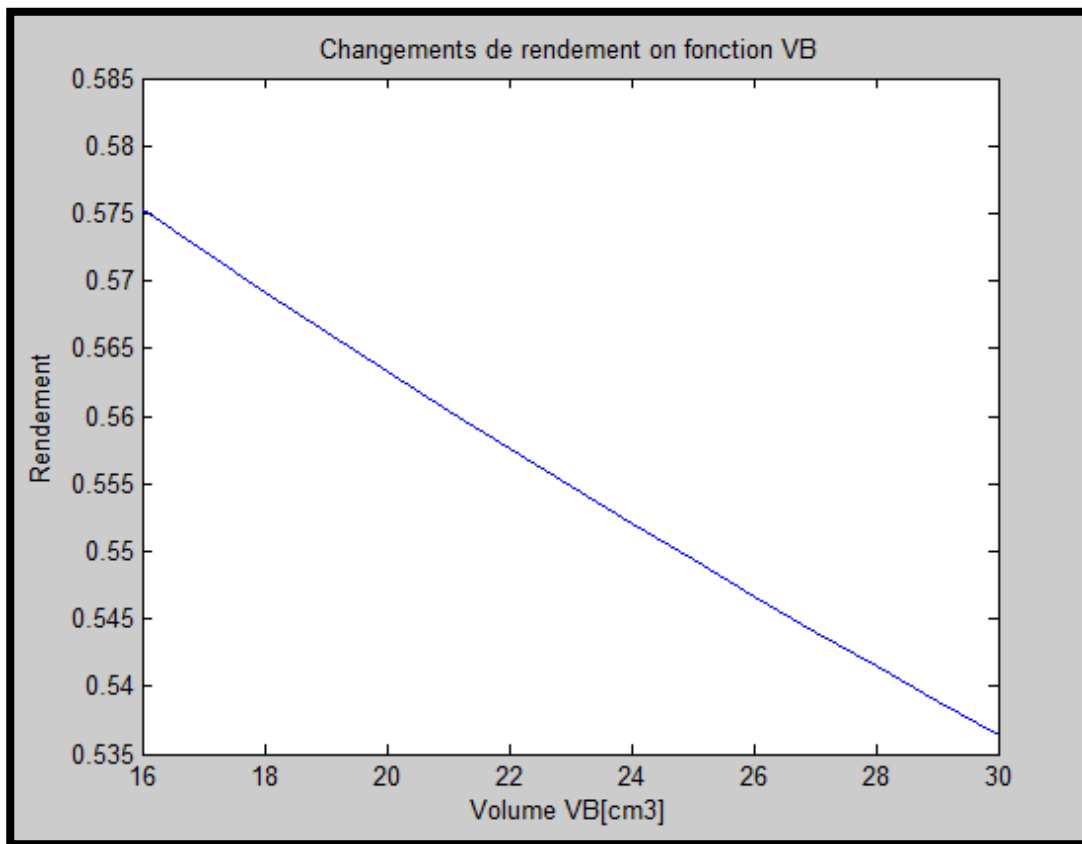


Figure III.14 : La courbe de rendement $\eta = f(V_B)$ [12].

La courbe de rendement $\eta = f(V_B)$ (**Figure III.14**) représente les changements de rendement en termes de volume sur l'intervalle $V_B = [16,30]$.

À travers la courbe, nous remarquons que le rendement diminue lorsque le volume V_B augmente, à la valeur $V_B = 16 \text{ cm}^3$ le rendement est à la plus haute valeur qui est 0.58, puis il diminue continuellement à la limite de 0.54 en valeur $V_B = 30 \text{ cm}^3$.

- ❖ L'augmentation du volume V_B est d'un impact négatif sur le rendement de moteur diesel d'où le rendement diminue lorsque le volume V_B augmente.
- **Représentation graphique des changements de rendement en fonction de paramètre T_B :**

En appliquant l'équation (II.24) et en utilisant logiciel MATLAB:

>> a=1.4;	Y =
>> TB=922;	0.5576
>> TA=300;	>> TB=771;
>> TC=2766;	>> TC=1481;
>> TD=1397;	>> TD=748;
>> Y=1+(1/a)*((TA-TD)/(TC-TB))	>> Y=1+(1/a)*((TA-TD)/(TC-TB))
Y =	Y =
0.5751	0.5493
>> TB=861;	>> TB=717;
>> TC=2175;	>> TC=1147;
>> TD=1098;	>> TD=579;
>> Y=1+(1/a)*((TA-TD)/(TC-TB))	>> Y=1+(1/a)*((TA-TD)/(TC-TB))
Y =	Y =
0.5662	0.5365
>> TB=812;	
>> TC=1771;	>> TB=[922,861,812,771,717];
>> TD=894;	>> Y=[0.5751,0.5662,0.5576,0.5493,0.5365];
>> Y=1+(1/a)*((TA-TD)/(TC-TB))	>> plot(TB,Y)

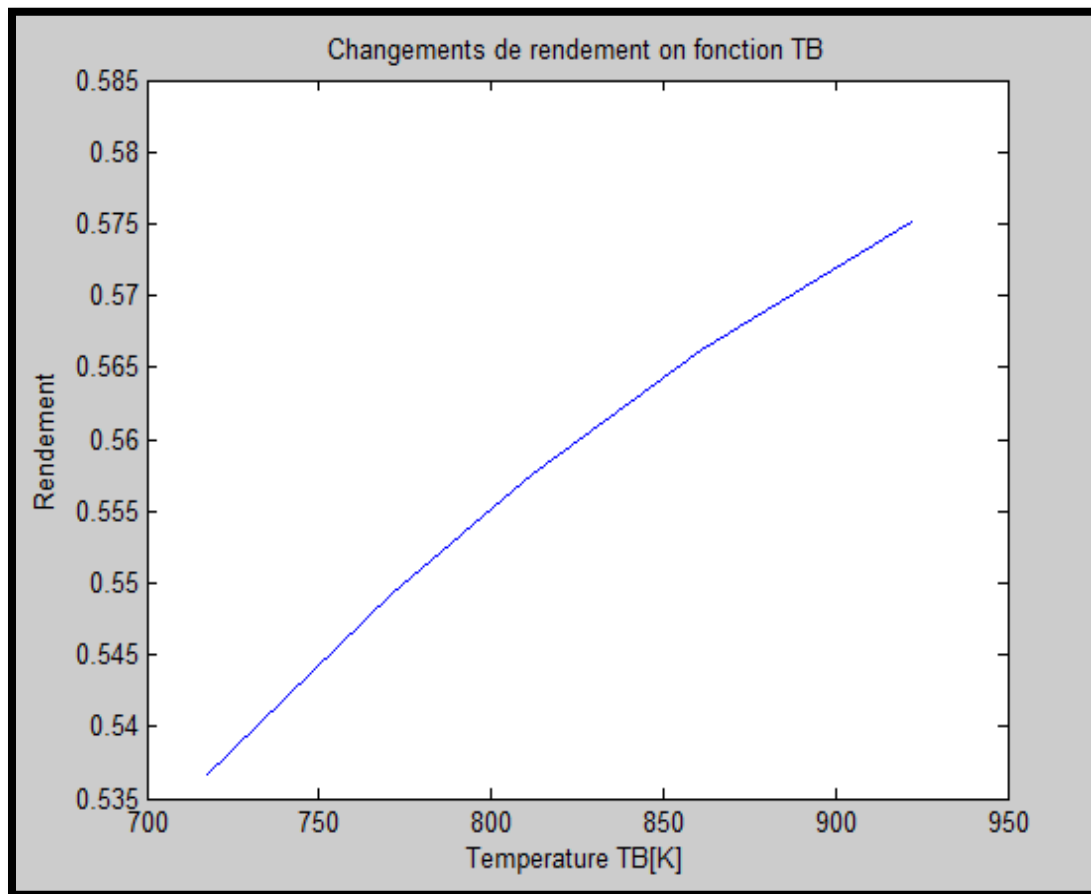


Figure III.15 : La courbe de rendement $\eta = f(T_B)$ [12].

La courbe de rendement $\eta = f(T_B)$ (**Figure III.15**) représente les changements de rendement en termes de température sur l'intervalle $T_B = [717, 922]$.

À travers la courbe, nous remarquons que le rendement accroît lorsque la température T_B augmente, à la valeur $T_B = 717$ K le rendement est à la plus faible valeur qui est 0.54, puis il augmente continuellement à la limite de 0.58 en valeur $T_B = 922$ K.

- ❖ L'augmentation de la température T_B est d'un l'impact positif sur le rendement de moteur diesel d'où le rendement accroît lorsque la température T_B augmente.

- Représentation graphique des changements de rendement en fonction de paramètre P_B :

```
>> PB=[50.91,40.02,32.60,27.25,21.11];
```

```
>> Y=[0.5751,0.5662,0.5576,0.5493,0.5365];
```

```
>> plot(PB,Y)
```

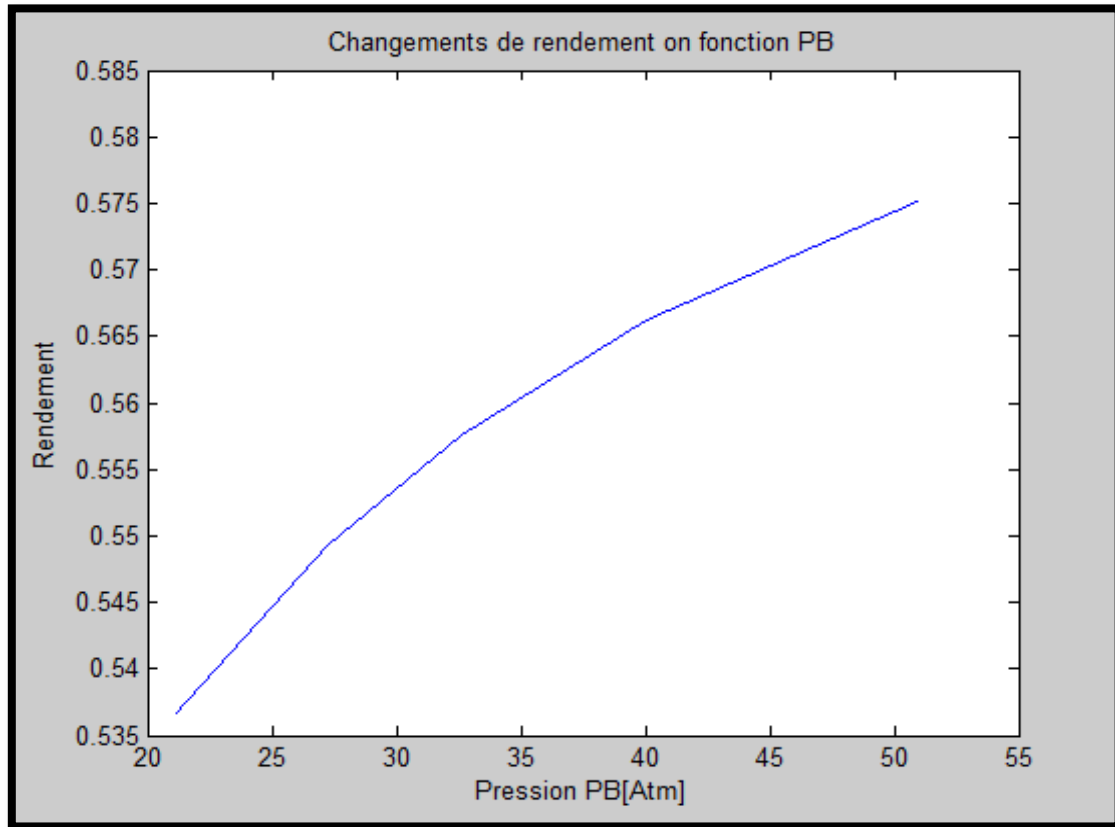


Figure III.16: La courbe de rendement $\eta = f(P_B)$ [12].

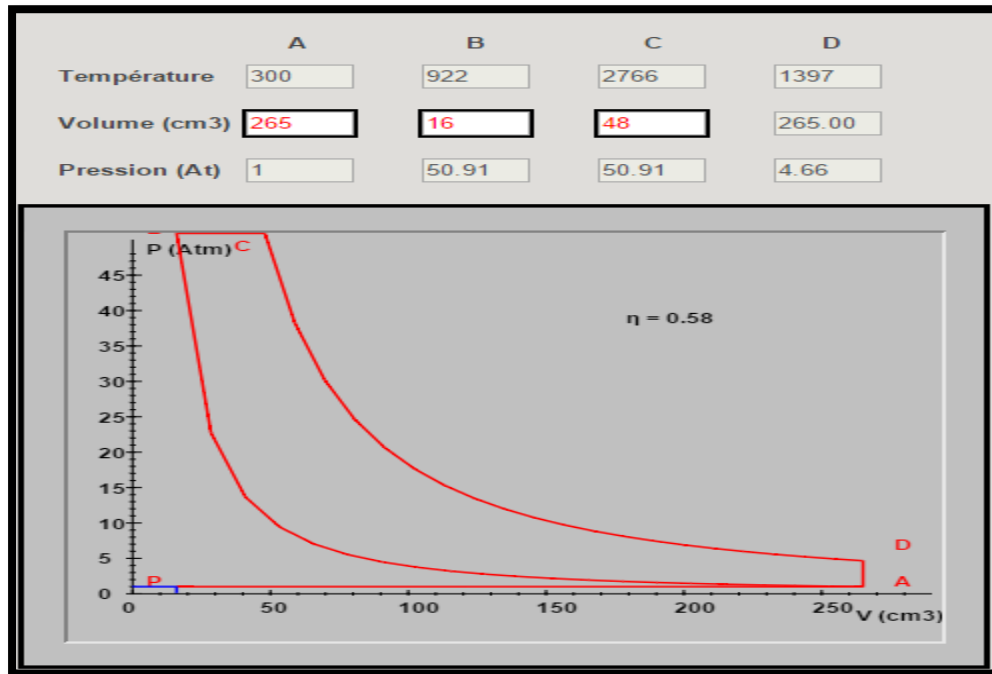
La courbe de rendement $\eta = f(P_B)$ (**Figure III.16**) représente les changements de rendement en termes de pression sur l'intervalle $P_B = [21.11, 50.91]$.

À travers la courbe, nous remarquons que le rendement accroît lorsque la pression P_B augmente, à la valeur $P_B = 21.11$ Atm le rendement est à la plus faible valeur qui est 0.53, puis il augmente continuellement à la limite de 0.58 en valeur $P_B = 50.91$ Atm.

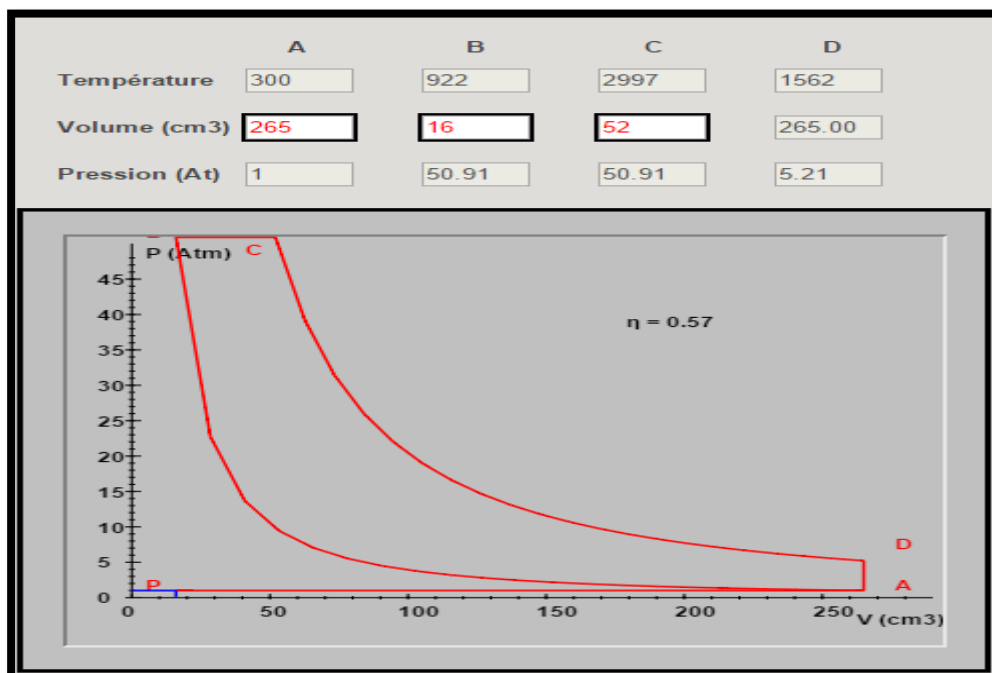
- ❖ L'augmentation de la pression P_B est d'un impact positif sur le rendement de moteur diesel d'où le rendement accroît lorsque la pression P_B augmente.

III.3.3. L'impact des paramètres de point C sur le rendement de moteur diesel:

- ✓ L'impact des paramètres de point C sur le rendement et le cycle de moteur diesel:
- $V_C = 48 \text{ cm}^3 \rightarrow \eta = 0.58$

Figure III.17: Le cycle diesel $V_C = 48 \text{ cm}^3$ [13].

- $V_C = 52 \text{ cm}^3 \rightarrow \eta = 0.57$

Figure III.18: Le cycle diesel $V_C = 52 \text{ cm}^3$ [13].

- $V_C = 56 \text{ cm}^3 \rightarrow \eta = 0.56$

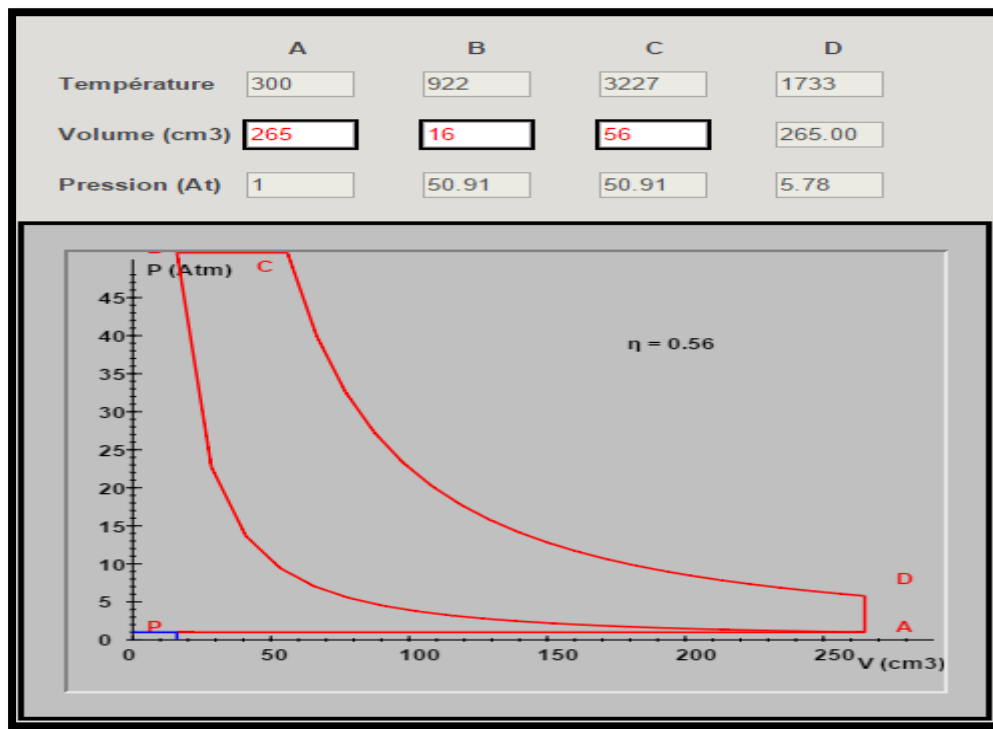


Figure III.19: Le cycle diesel $V_C = 56 \text{ cm}^3$ [13].

- ✓ Représentation graphique des changements de rendement en fonction de paramètres étudiés:
- Représentation graphique des changements de rendement en fonction de paramètre V_C :

En appliquant l'équation (II.39) et en utilisant logiciel MATLAB:

```
>> a=1.4;
>> VC=48:56;
>> VA=265;
>> VB=16;
>> VD=VA;
>> c=VC/VB;
>> u=VA/VB;
>> Y=1+((1/a).*(u.^(1-a)).*((1-c.^a)./(c-1)));
>> plot(VC,Y)
```

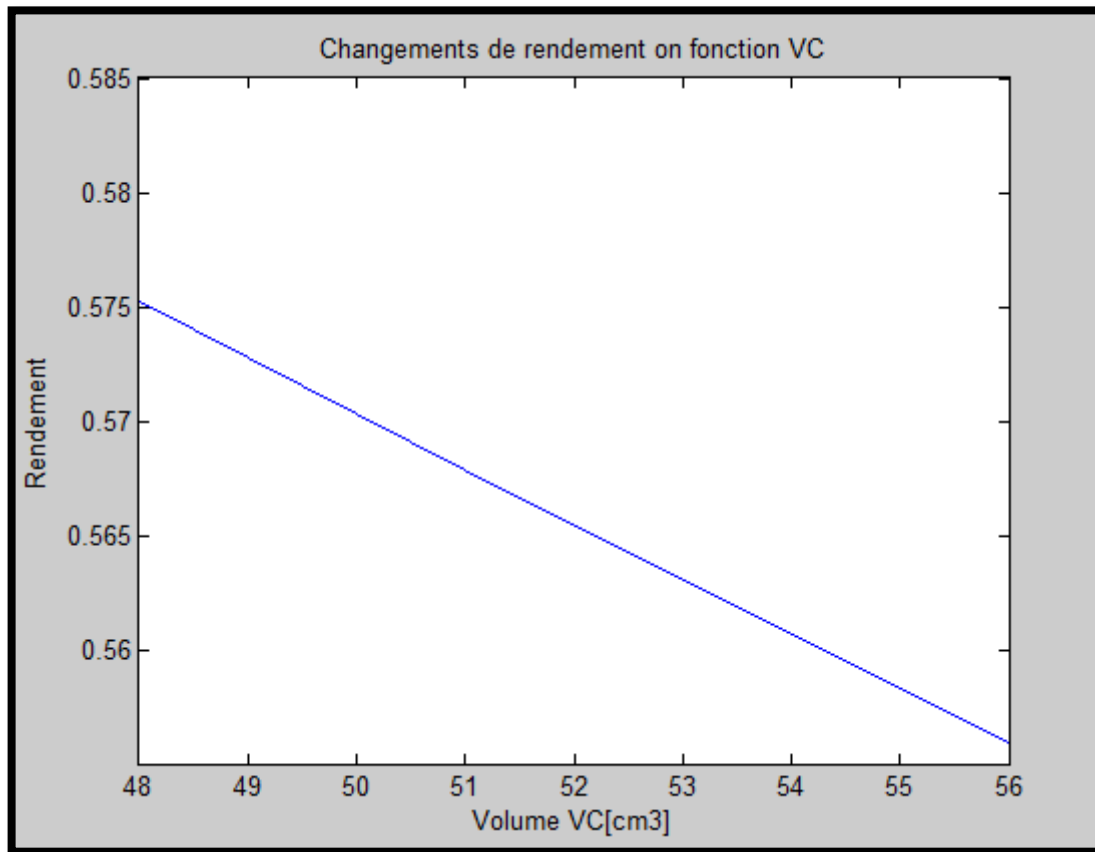


Figure III.20: La courbe de rendement $\eta = f(V_C)$ [12].

La courbe de rendement $\eta = f(V_C)$ (**Figure III.20**) représente les changements de rendement en termes de volume sur l'intervalle $V_C = [48, 56]$.

À travers la courbe, nous remarquons que le rendement diminue lorsque le volume V_C augmente, à la valeur $V_C = 48 \text{ cm}^3$ le rendement est à la plus haute valeur qui est 0.58, puis il diminue continuellement à la limite de 0.56 en valeur $V_C = 56 \text{ cm}^3$.

- ❖ L'augmentation de le volume V_C est d'un impact négatif sur le rendement de moteur diesel d'où le rendement diminue lorsque le volume V_C augmente.

- Représentation graphique des changements de rendement en fonction de paramètre T_C :

En appliquant l'équation (II.24) et en utilisant logiciel MATLAB:

```
>> a=1.4;
>> TA=300;
>> TB=922;
>> TC=2766;
>> TD=1397;
>> Y=1+(1/a)*((TA-TD)/(TC-TB))
Y =
    0.5751
>> TC=2997;
>> TD=1562;
>> Y=1+(1/a)*((TA-TD)/(TC-TB))
Y =
    0.5656
>> TC=3227;
>> TD=1733;
>> Y=1+(1/a)*((TA-TD)/(TC-TB))
Y =
    0.5559
>> TC=[2766,2997,3227];
>> Y=[0.5751,0.5656,0.5559];
>> plot(TC,Y)
```

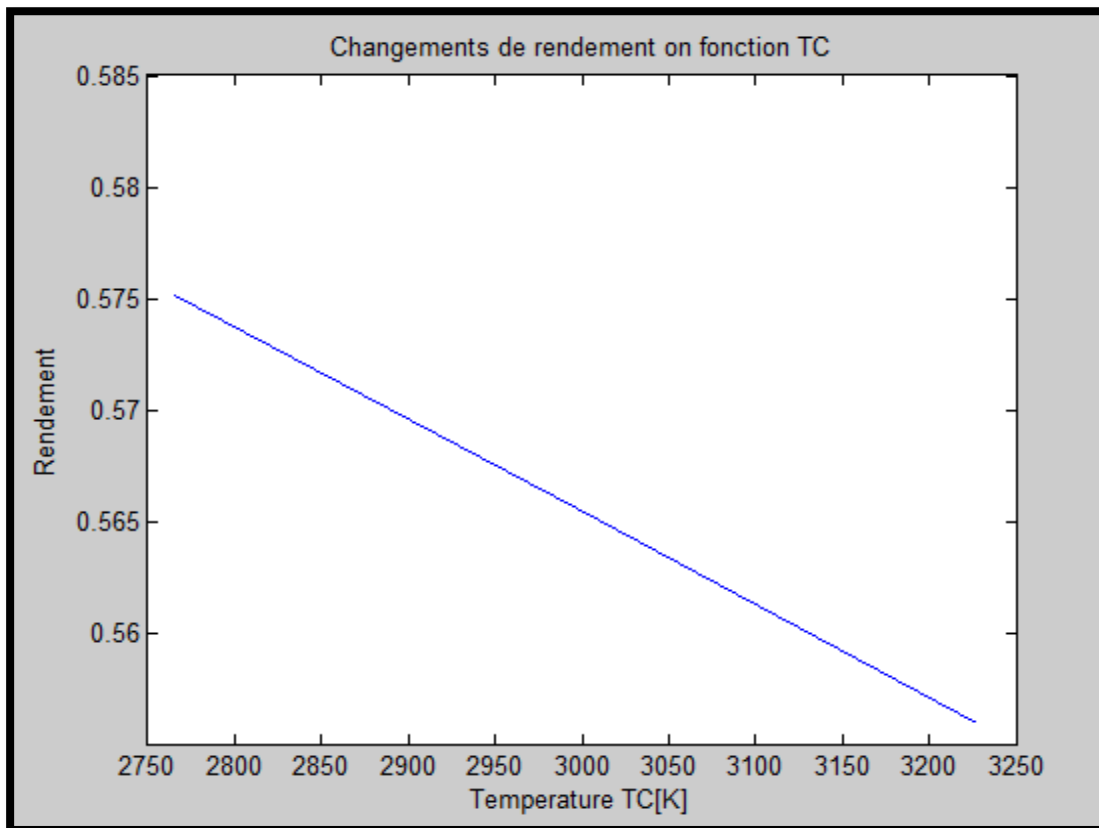


Figure III.21: La courbe de rendement $\eta = f(T_C)$ [12].

La courbe de rendement $\eta = f(T_c)$ (**Figure III.21**) représente les changements de rendement en termes de température sur l'intervalle $T_c = [2766, 3227]$.

À travers la courbe, nous remarquons que le rendement diminue lorsque la température T_c augmente, à la valeur $T_c = 2766$ K le rendement est à la plus haute valeur qui est 0.58, puis il diminue continuellement à la limite de 0.56 en valeur $T_c = 3227$ K.

❖ L'augmentation de la température T_c est d'un impact négatif sur le rendement de moteur diesel d'où le rendement diminue lorsque la température T_c augmente.

• **Représentation graphique des changements de rendement en fonction de paramètre P_c :**

Dans l'étape $B \rightarrow C$ isobare $P_B = P_C$, donc on obtient les mêmes changements et les mêmes effets sur le rendement en fonction P_B .

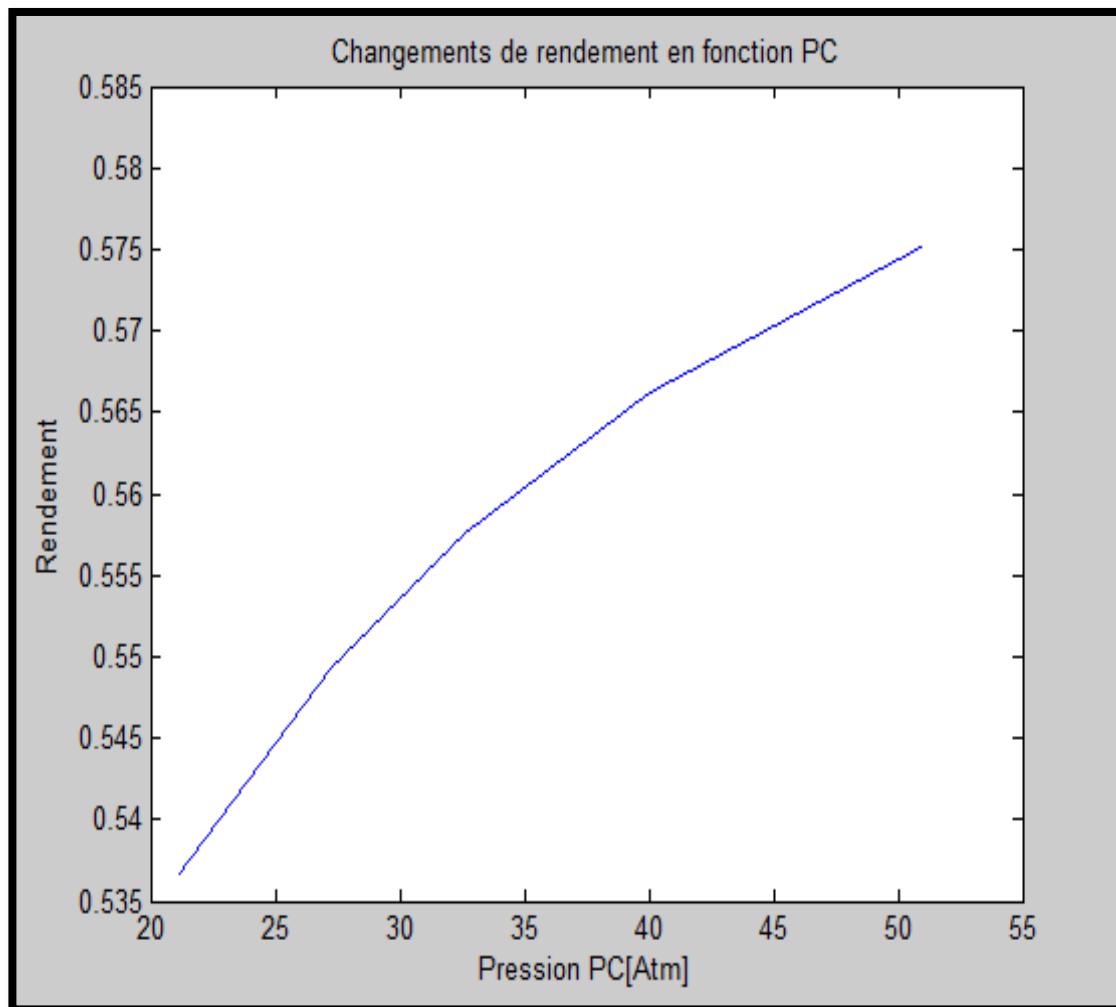


Figure III.22: La courbe de rendement $\eta = f(P_c)$ [12].

La courbe de rendement $\eta = f(P_C)$ (**Figure III.22**) représente les changements de rendement en termes de pression sur l'intervalle $P_C = [21.11, 50.91]$.

À travers la courbe, nous remarquons que le rendement accroît lorsque la pression P_C augmente, à la valeur $P_C = 21.11$ Atm le rendement est à la plus faible valeur qui est 0.53, puis il augmente continuellement à la limite de 0.58 en valeur $P_C = 50.91$ Atm.

- ❖ L'augmentation de la pression P_C est d'un impact positif sur le rendement de moteur diesel d'où le rendement accroît lorsque la pression P_C augmente.

III.3.4. l'impact des paramètres de point D sur le rendement de moteur diesel:

- ✓ Représentation graphique des changements de rendement en fonction de paramètres étudiés:
- Représentation graphique des changements de rendement en fonction de paramètre V_D :

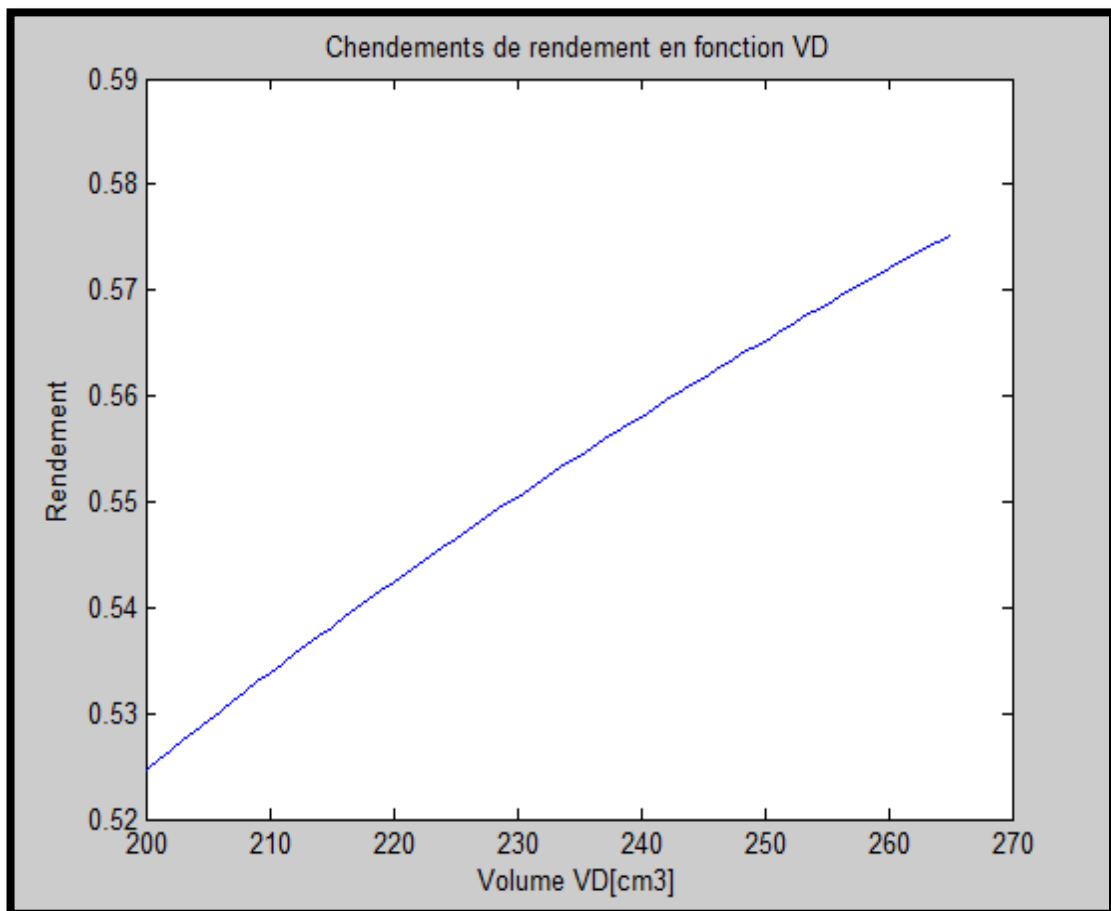


Figure III.23: La courbe de rendement $\eta = f(V_D)$ [12].

La courbe de rendement $\eta = f(V_D)$ (**Figure III.23**) représente les changements de rendement en termes de volume sur l'intervalle $V_D = [200, 265]$.

À travers la courbe, nous remarquons que rendement accroît lorsque le volume V_D augmente, à la valeur $V_D = 200 \text{ cm}^3$ le rendement est à la plus faible valeur qui est 0.52, puis il augmente continuellement à la limite de 0.58 en valeur $V_D = 265 \text{ cm}^3$.

❖ L'augmentation du volume V_D est d'un impact positif sur le rendement de moteur diesel d'où le rendement accroît lorsque le volume V_D augmente.

- **Représentation graphique des changements de rendement en fonction de paramètre T_D :**

```
>> TD=[1397,1562,1733];
```

```
>> Y=[0.5751,0.5656,0.5559];
```

```
>> plot(TD,Y)
```

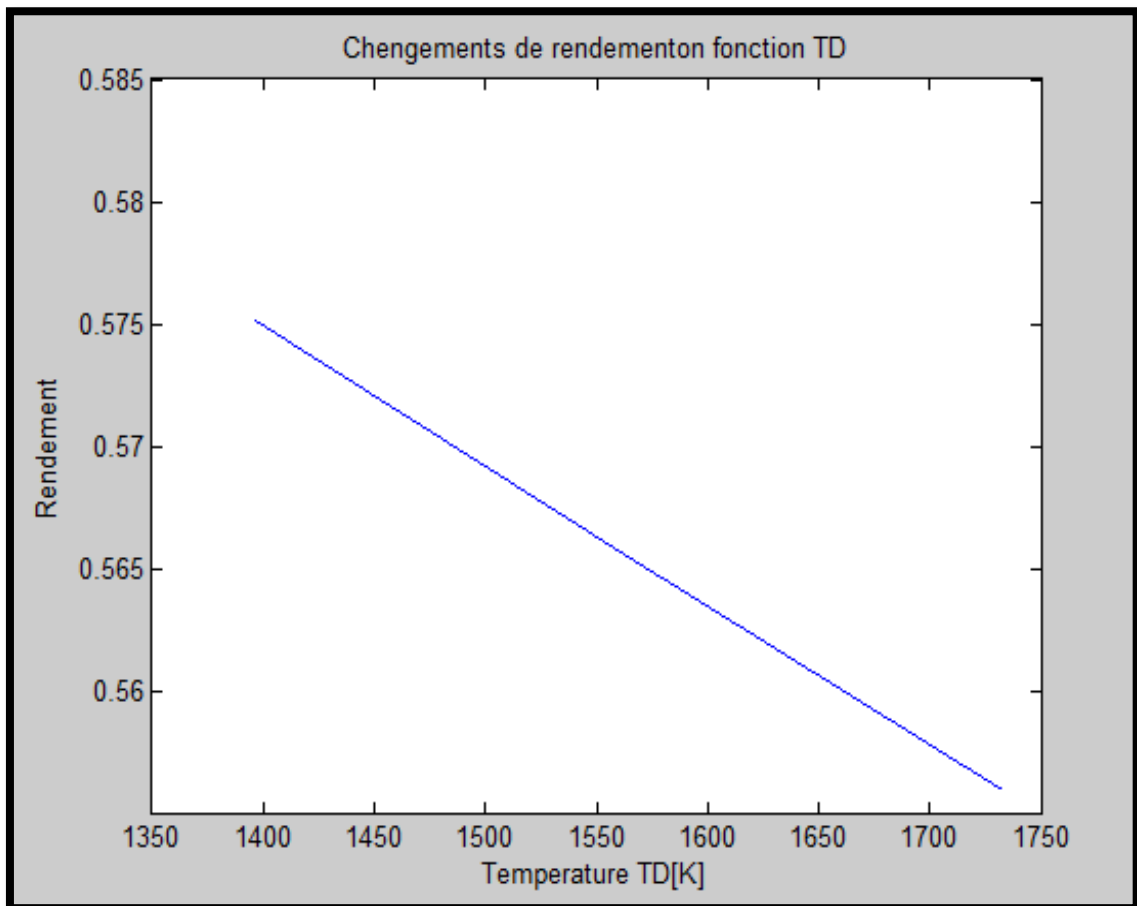


Figure III.24: La courbe de rendement $\eta = f(T_D)$ [12].

La courbe de rendement $\eta = f(T_D)$ (Figure III.24) représente les changements de rendement en termes de température sur l'intervalle $T_D = [1397, 1733]$.

À travers la courbe, nous remarquons que le rendement diminue lorsque la température T_D augmente, à la valeur $T_D=1397$ K le rendement est à la plus haute valeur qui est 0.58, puis il diminue continuellement à la limite de 0.56 en valeur $T_D=1733$ K.

❖ L'augmentation de la température T_D est d'un impact négatif sur le rendement de moteur diesel d'où le rendement diminue lorsque la température T_D augmente.

• Représentation graphique des changements de rendement en fonction de paramètre P_D :

```
>> PD=[4.66,5.21,5.78];
```

```
>> Y=[0.5751,0.5656,0.5559];
```

```
>> plot(PD,Y)
```

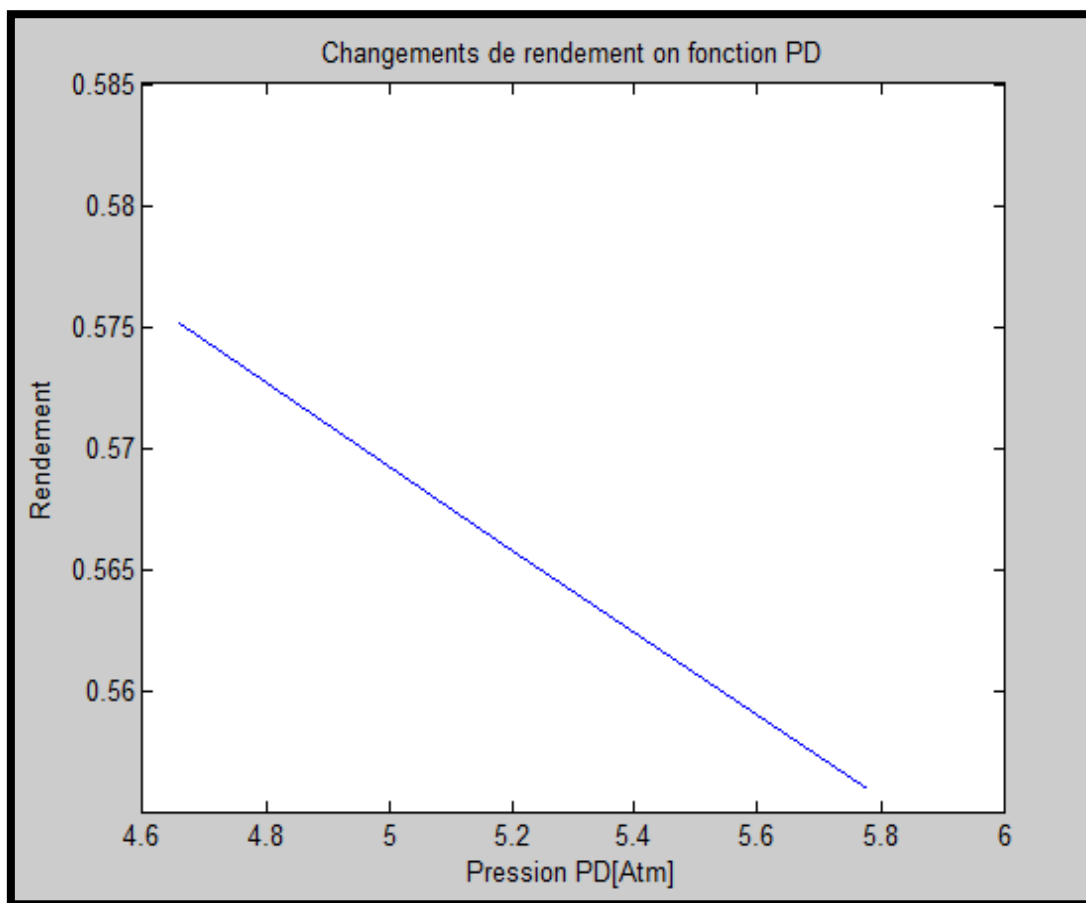


Figure III.25: La courbe de rendement $\eta = f(P_D)$ [12].

La courbe de rendement $\eta = f(P_D)$ (**Figure III.25**) représente les changements de rendement en termes de pression sur l'intervalle $P_D = [4.66, 5.78]$.

À travers la courbe, nous remarquons que rendement diminue lorsque la pression P_D augmente, à la valeur $P_D = 4.66$ Atm le rendement est à la plus haute valeur qui est 0.58, puis il diminue continuellement à la limite de 0.56 en valeur $P_D = 5.78$ Atm.

- ❖ L'augmentation de la pression P_D est d'un impact négatif sur le rendement de moteur diesel d'où le rendement diminue lorsque la pression P_D augmente.

III.3.5. Résumé les impacts des paramètres de fonctionnement sur le rendement de moteur diesel:

Les résultats obtenus dans ce travail varient en fonction de la pression P , la température T et le volume V , ceux-ci ont un impact sur le rendement des moteurs diesel.

Nous avons trouvé que l'impact exercé par ces trois valeurs est considéré comme séparé et se diffère au niveau de chacun des points du moteur Diesel (points de cycle du moteur diesel A, B, C, et D).

- **Le volume V:**

L'augmentation du volume V_A ou V_D est d'un impact positif sur le rendement de moteur diesel d'où le rendement accroît lorsque le volume V_A ou V_D augmente.

L'augmentation du volume V_B ou V_C est d'un impact négatif sur le rendement de moteur diesel d'où le rendement diminue lorsque le volume V_B ou V_C augmente.

- **La température T:**

L'augmentation de la température T_B est d'un impact positif sur le rendement de moteur diesel d'où le rendement accroît lorsque la température T_B augmente.

L'augmentation de la température T_C ou T_D est d'un impact négatif sur le rendement de moteur diesel d'où le rendement diminue lorsque la température T_C ou T_D augmente.

- **La pression P:**

L'augmentation de la pression P_B , P_C ou P_D est d'un impact négatif sur le rendement de moteur diesel d'où le rendement diminue lorsque la pression P_B , P_C ou P_D augmente.

III.4. Conclusion:

Ce présent chapitre est consacré pour étudier le cycle d'un moteur diesel et de présenter une façon simple et faisable qui permet le calcul de tous ses paramètres.

On a montré l'importance du changement de ces paramètres sur le rendement du moteur, ce qui permet d'améliorer ce rendement et diminuer la perte d'énergie.

Le but était d'évaluer la variation des paramètres (le volume V ou la pression P ou la température T),

Tous les résultats des calculs sont obtenus à l'aide du logiciel **MATLAB** et le site internet **Physique et simulations numérique** développé pour cette raison, ainsi que pour déterminer les cycles théoriques pour le moteur concerné.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le moteur diesel représente l'un des moteurs à combustion interne le plus connus, il travaille à convertir l'énergie thermique en énergie cinétique.

Une des caractéristiques les plus importantes de ce moteur est le rendement élevé, ce qui lui donne un caractère d'efficacité et de qualité, et ainsi, ce qui le distingue du reste des moteurs.

L'amélioration du rendement de ce moteur a toujours constitué un grand défi pour les chercheurs et les ingénieurs dans le domaine, les tentatives à trouver des solutions en menant de nombreuses études et expériences afin de parvenir à un impact efficace sont grandes et prometteuses, c'est ainsi que le cadre de notre recherche, nous avons observé et étudié les apports des changements des valeurs concernées, à savoir la pression P , la température T , et le volume V , sur le rendement du moteur diesel.

A l'aide des résultats obtenus, nous avons pu élever la proportion de la production énergétique du moteur diesel qui est affecté principalement par les changements effectués sur la pression, la température et de la volume, nous avons atteint donc 58 % d'amélioration du rendement du moteur diesel, ce qui est considéré comme un bon taux qui reflète l'effet de la pression P , la température T et le volume V sur l'augmentation de ce rendement, qui est, principalement, l'objet de cette étude.

Le taux de gain est un indicateur de la qualité et la satiné du moteur, et nous avons atteint 50 % plus grand que cela indique que le moteur diesel à l'âge adulte, une période où le moteur à haut rendement est meilleur.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Memoire-LABED.pdf Un moteur Diesel fonctionne différemment d'un moteur à essence
:biblio.univ-annaba.dz/wp-content/uploads/2014/06/.

[2] L'injection Diesel haute pression à rampe commune - Educauto.
www.educauto.org/files/file_fields/2013/11/18/hdi.pdf

[3] Etude Cinématique .
<http://dspace.univbiskra.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/3996/1/Générale.pdf>.

[4] Cycle Moteur Mixte - pdf Lire.Me1/20
<http://dspace.univbiskra.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/4995/1/Fetnaci%20Faiza.pdf>.

[5] Diagnostic à base de module: application a un moteur diesel suralimenté à injection directe -
Thttps://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00139674/EL (thèses NABEU 2009).

[6] Étude et maintenance d'un moteur diesel de station pétrolière Caterpillar 3512.
<http://dspace.univouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/14640/1/output.pdf>.

[7] Mémoire: L'impact des paramètres des fonctionnements sur le rendement de moteur diesel.

[8] <https://fr.demotor.net/moteurs-thermiques/moteur-diesel/difference-cycle-diesel-reel-et-theorique>.

[9] Chapitre 6 :Etude des cycles moteurs.
usuels[https://people.lam.fr/buat.veronique/Veronique/Teaching_\(contd\).../poly3web.pdf](https://people.lam.fr/buat.veronique/Veronique/Teaching_(contd).../poly3web.pdf).

[10] Mémoire: Etude et maintenance de moteur diesel.

[11] Moteur diesel suralimenté : bases et calculs, cycles réel, théorique et thermodynamique.

[12] Manuel MATLAB - LAAS<https://homepages.laas.fr/yariba/enseignement/manuel-matlab.pdf>.

[13] Physique et simulation numérique.
<http://ressources.univ-lemans.fr/AccesLibre/UM/Pedago/physique/02/thermo/moteurD.html>.

Les annexes

Va	η %	TA	PA
200	0.52	TA=300 cm ³	PA=1 A t
210	0.53		
220	0.54		
230	0.55		
240	0.56		
250	0.57		
265	0.58		

Tableau A.1: Changements le rendement en fonction les paramètres de point A

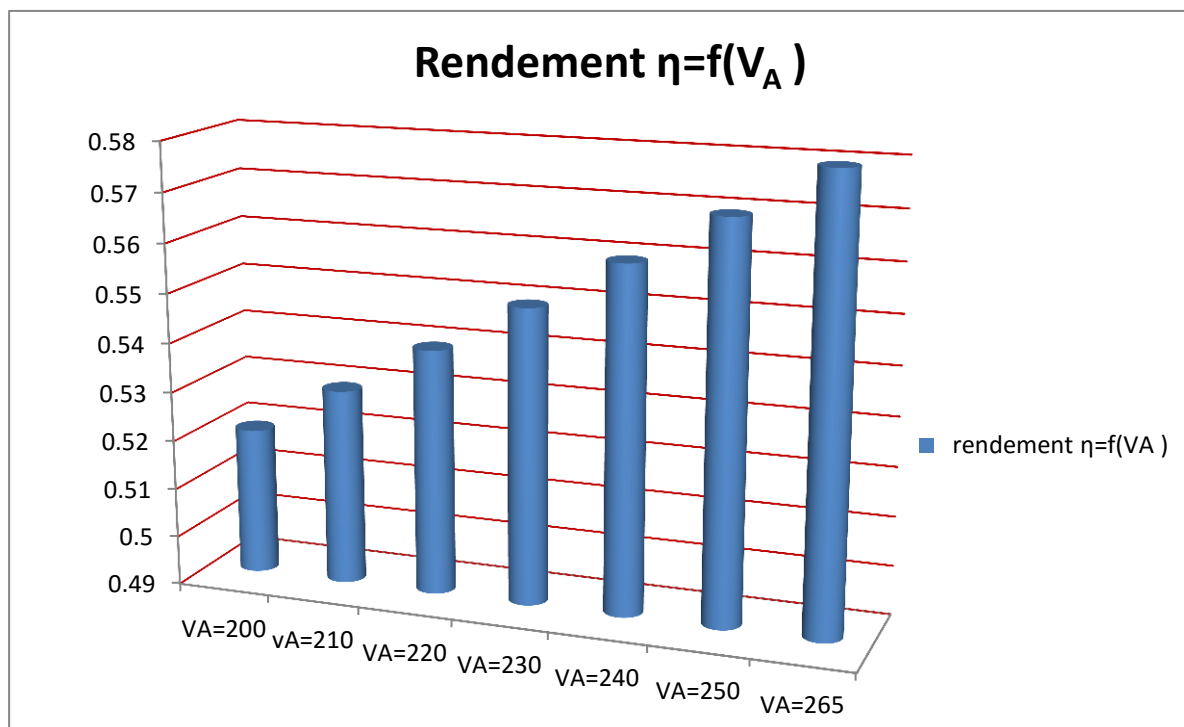


Figure A.1 : Le graphe de rendement $\eta = f(V_A)$

VB	η %	TB	η %	PB	η %
16	0.58	922	0.5751	50.91	0.5751
19	0.57	861	0.5662	40.02	0.5662
22	0.56	812	0.5576	32.60	0.5576
25	0.55	771	0.5493	27.25	0.5493
30	0.54	717	0.5365	21.11	0.5365

Tableau A.2: Changements le rendement en fonction les paramètres de point B

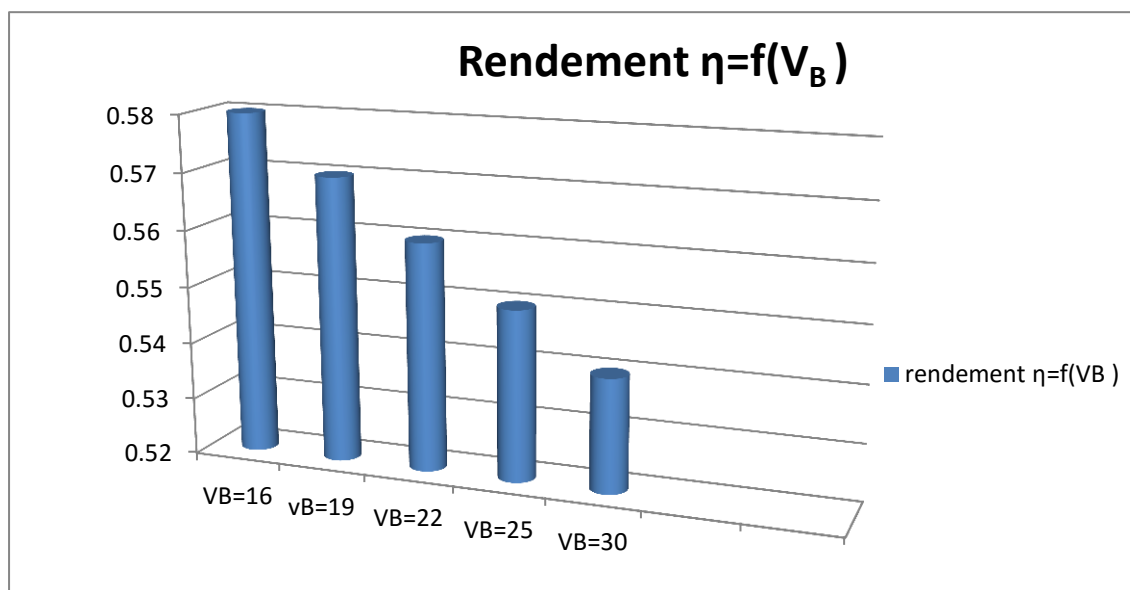


Figure A.2 : Le graphe de rendement $\eta = f(V_B)$

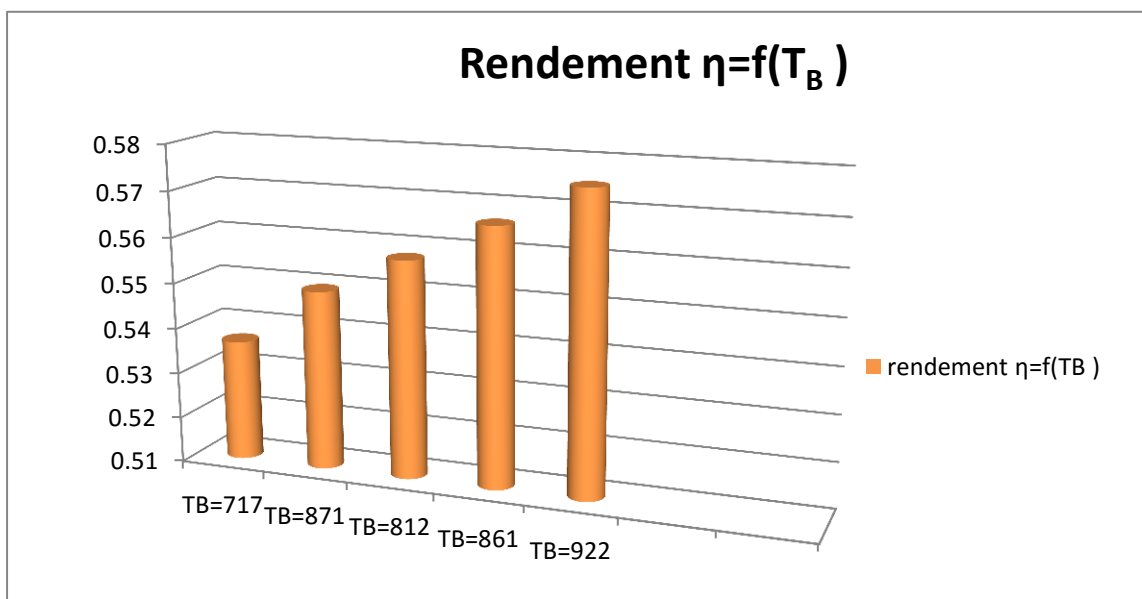


Figure A.3 : Le graphe de rendement $\eta = f(T_B)$

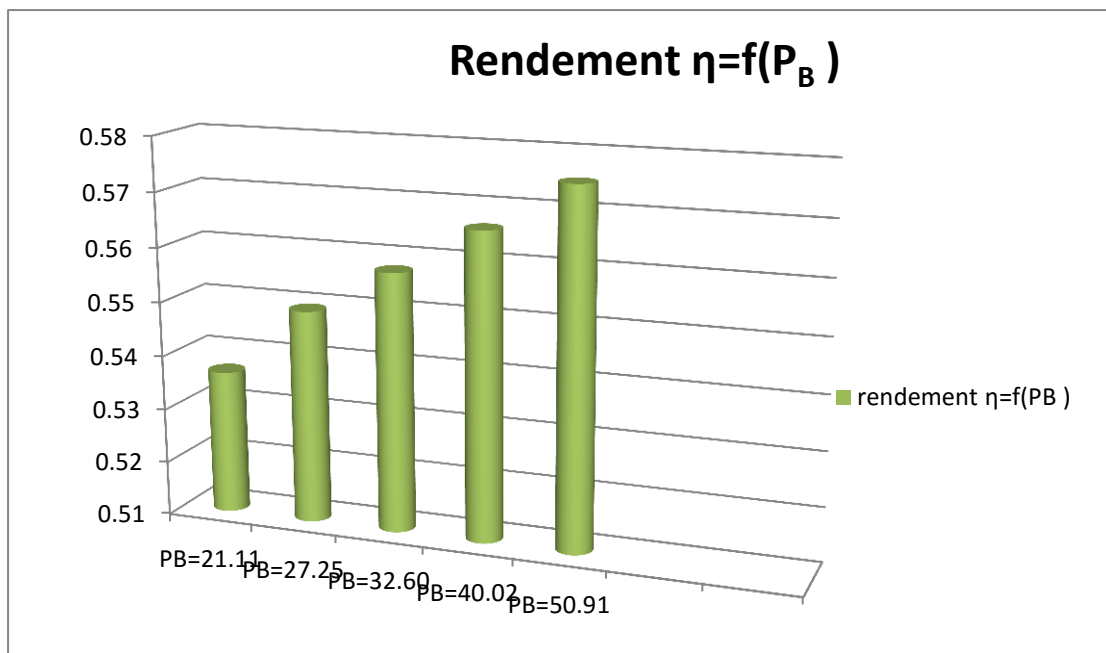


Figure A.4 : Le graphe de rendement $\eta = f(P_B)$

VC	$\eta \%$	TC	$\eta \%$	PC=PB	$\eta \%$
56	0.58	2766	0.5751	50.91	0.5751
52	0.57	2997	0.5656	40.02	0.5662
48	0.56	3227	0.5559	32.60	0.5576

Tableau A.3: Changements le rendement en fonction les paramètres de point C

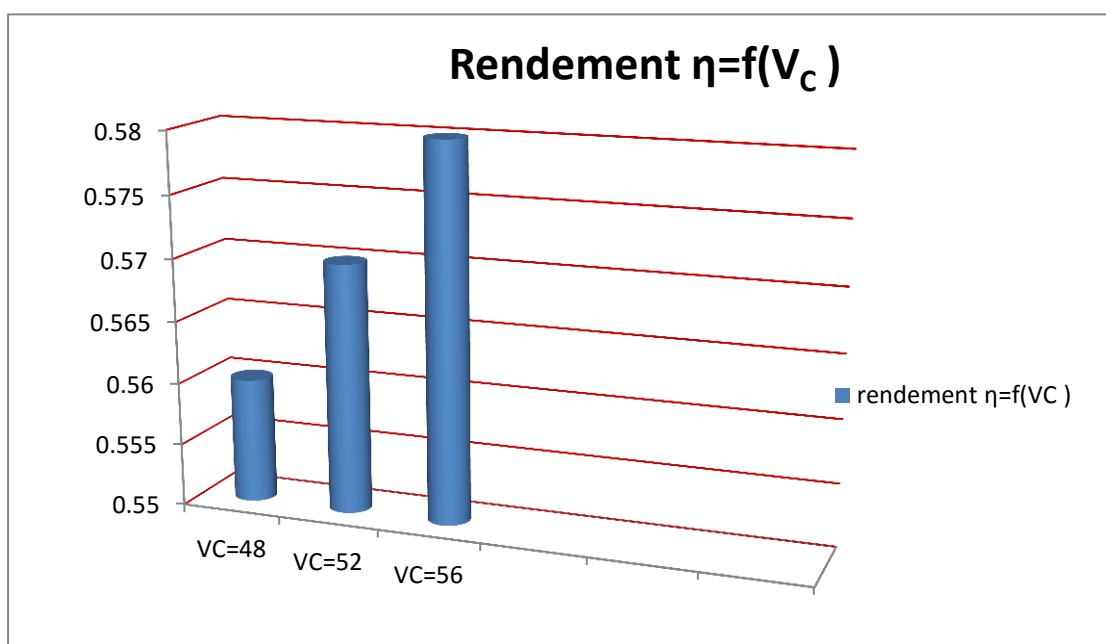


Figure A.5 : Le graphe de rendement $\eta = f(V_C)$

VD=VA	η %	TD	η %	PD	η %
200	0.52	1397	0.5751	4.66	0.5751
240	0.56	1562	0.5656	5.21	0.5656
265	0.58	1733	0.5559	5.78	0.5559

Tableau A.4: Changements le rendement en fonction les paramètres de point D

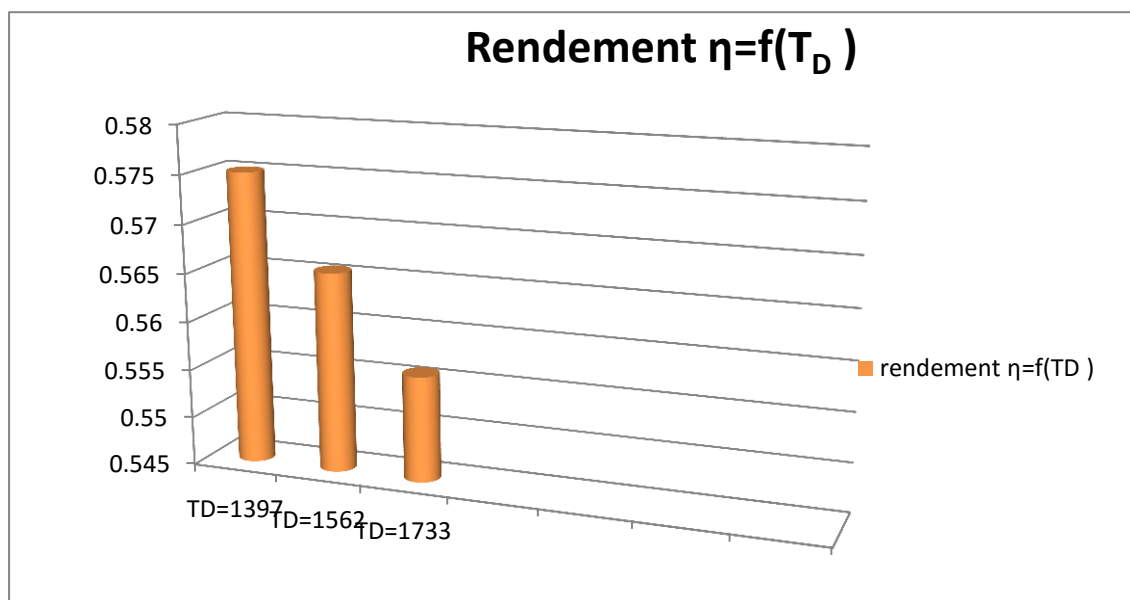


Figure A.6 : Le graphe de rendement $\eta = f(T_D)$

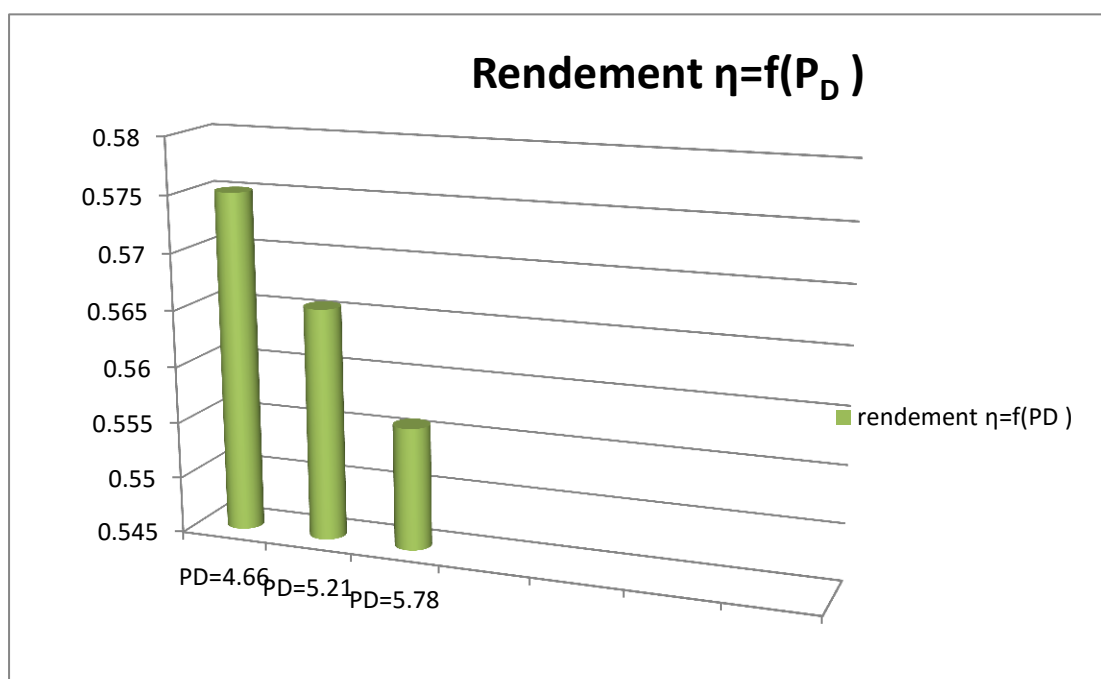


Figure A.4 : Le graphe de rendement $\eta = f(P_D)$