

Université de Gafsa
Institut Supérieur des Sciences Appliquées et de Technologie de GAFSA
Département de Mécanique



Titre

**ETUDE AMDEC ET MISE EN PLACE DE PLANNING DE
MAINTENANCE PREVENTIVE DE MOTEUR THERMIQUE**

Présenté et soutenu par :

Zitouni Yassmin

En vue de l'obtention de

Master Professionnel en Management de la maintenance industrielle

Sous la Direction de :

Mme. Ajmi Ines

Encadreur (ISSAT Gafsa)

Soutenu le 07/06/2023

Devant le jury composé de :

Président	:	M.Abid Boubakri
Rapporteur	:	Mme. Louiza Issaoui
Encadreur	:	Mme. Ajmi Ines
Co-Encadreur	:	M. Zitouni Monem

2022/2023

Dédicaces

A mes chers parents, pour leur soutien.

A ma sœurs,

A toute ma famille.

A tous mes fidèles amis.

A tous ceux que j'aime, et à tous ceux qui me sont

chers.

Remerciements

Je tiens à remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à l'élaboration de ce travail.

Je voudrais tout d'abord remercier Monsieur le directeur Atelier Ras kef Gfasa , qui m'a offert l'occasion de faire ce projet au sein de son établissement.

Je voudrais aussi adresser mes sincères remerciements à mon encadreur, Mme Ajmi Ines, ensuite mes remerciements s'adressent à

mon encadreur, Mr Zitouni Monem, au sein de l'usine.

Je tiens également à remercier les membres du jury pour l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant de juger ce travail.

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre I : Etat de l'art	2
Introduction	2
I -1- Les moteurs diesel :	4
I -2-Rappel historique du moteur Diesel :	5
I-3- Les type de moteur Diesel :	5
I -4- Comment ça marche le moteur Diesel :	11
I-5- Configurations Des Moteurs :	16
I -6- Différence entre moteur diesel et essence :	19
I-7- Conclusion :	21
Chapitre II : Généralités Sur La Maintenance	22
Introduction :	23
II-1 Place et définition de la maintenance industrielle :	23
II-2- La maintenance préventive :	25
II-3- La maintenance préventive systématique :	26
II-5- La maintenance préventive conditionnelle :	27
II-6- La maintenance corrective :	28
II-7- Autre type de la maintenance :	29
II-8- Les niveaux de la maintenance :	30
II-9- Conclusion :	33
Chapitre III : Les Pannes Mécaniques	34

Introduction :	35
III -1 - Organes mécaniques	35
Conclusion:	59
Chapitre IV. Etude des cas Sur moteur diesel	60
Introduction :	61
IV-2- Analyse fonctionnelle :	61
IV-3- L'application Pratique des méthodes d'analyse :	62
Conclusion :	Erreur ! Signet non défini.
Conclusion générale	67
Références bibliographiques	68

Liste Des Figures

Figure I. 1. Schéma d'un moteur Diesel à injection direct.....	4
Figure I. 2. Les structures des préchambres de combustion	6
Figure I. 3. L'injection directe	8
Figure I. 4. Injecteur piezo de Siemens.....	10
Figure I. 5. L'admission d'air	12
Figure I. 6. La compression d'air	12
Figure I. 7. L'explosion	13
Figure I. 8. L'échappement	13
Figure I. 9. cycle diesel théorique	15
Figure I. 10. Moteur en ligne [6].....	16
Figure I. 11. Moteur en v [7].....	17
Figure I. 12. Moteur boxer [6]	18
Figure I. 13. Moteur en w [7].....	18
Figure I. 14. Moteur radiaux/ en étoile [8].....	19
Figure I. 15. Moteur en U [6].....	19
 Figure II. 1. différents types de maintenance.....	 24

Figure III. 1. Arbre à came.....	36
Figure III. 2. Tige de culbuteur.....	36
Figure III. 3. culbuteur.....	36
Figure III. 4. Arbre à came en tête [12]	37
Figure III. 5. double arbre cames en tête	39
Figure III. 6. Soupape [13].....	40
Figure III. 7. Panne de soupape	41
Figure III. 8. Piston	42
Figure III. 9. Dommages de la tête de piston.....	43
Figure III. 10. Traces de chocs.....	44
Figure III. 11. Fusions de piston	44
Figure III. 12. la segmentation de piston	45
Figure III. 13. Bielle.....	46
Figure III. 14. Bielle monobloc [15].....	47
Figure III. 15. Bielle assemblée	47
Figure III. 16. Bielle fendue [15]	47
Figure III. 17. Une bielle fissurée	48
Figure III. 18. Vilebrequin.....	49
Figure III. 19. Vilebrequin.....	51
Figure III. 20. volant-moteur	52
Figure III. 21. Coussinet	54
Figure III. 22. Culasseresurfacée	54
Figure III. 23. Joint Culasse.....	55
Figure III. 24. Bloc moteur DEUTZ	56
Figure III. 25. Bloc usiné non chemisé [21]	56
Figure III. 26. Bloc avec une chemise sèche [21].....	57
Figure III. 27. Bloc chemise humide	57
Figure III. 28. Dommages au niveau de la chemise.....	58
Figure III. 29. Carter d'huile.....	58
 Figure IV. 1. La Bête à cornes	 61

Figure IV. 2. La pieuvre:.....	61
Figure IV. 3. analyse descendante et liens inter-fonctionnelle	62
Figure IV. 4. La courbe d'ABC	63

Liste Des Tableaux

Tableau I. 1. cycle diesel.....	16
Tableau IV. 1. Fonction et leurs signification.....	61
Tableau IV. 2Dossier historique du moteur (Renault 1.9 D).....	62
Tableau IV. 3. calcul l'analyse ABC (Pareto)	63
Tableau IV-5-2 : AMDEC sur MOTEUR THERMIQUE.....	65

Introduction générale

Grâce aux progrès technologiques de notre époque, l'automobile s'est hissée au rang des moyens de transport et de loisirs les plus populaires au monde. En Algérie, le nombre de voitures ne cesse de s'accroître et nombre de véhicules croît de manière exponentielle. Il est donc impératif de mettre en place de nouvelles méthodes et techniques de maintenance pour assurer le bon fonctionnement normal de nombreux moteurs de voitures. On peut dire que le service de la maintenance est très important, voire stratégique non seulement dans le domaine de la motorisation mais dans tous les domaines de l'industrie. C'est pourquoi nous avons réalisé cette étude qui concerne l'un des moteurs les plus utilisés en Algérie. (Renault 1.9 D).

Nous commençons notre travail avec le premier chapitre, dans lequel nous nous consacrons à décrire le moteur diesel avec tous ses composants principaux et auxiliaires, ses principes de fonctionnement et ses différentes classes. Le deuxième chapitre présente les types et les méthodes de maintenance et son fonctionnement en détail.

Le chapitre 3 nous rappelle les différents types de pannes et les manipulations suggérées pour chacune, et le chapitre 4 représente les sections particulières auxquelles nous nous référons. Différents types de pannes moteur à l'étude (Renault 1.9D).

Chapitre I : Etat de l'art

Introduction



Zitouni Réparations et Vente de Pièces d'Occasion pour Camions Poids Lourds à Gafsa !

Depuis 2003, nous sommes fiers de servir la communauté de Gafsa et ses environs en offrant des services de réparation et la vente de pièces d'occasion pour les camions poids lourds. Chez Zitouni, nous comprenons l'importance cruciale de maintenir votre flotte de camions en bon état de fonctionnement, et nous sommes là pour vous aider.

Nos services de réparation sont notre spécialité. Notre équipe qualifiée est experte dans la réparation de moteurs, de vérins hydrauliques, de lames maîtresses et bien plus encore. Nous mettons tout en œuvre pour diagnostiquer rapidement les problèmes, effectuer les réparations nécessaires avec précision et vous remettre votre camion dans les meilleurs délais. Votre satisfaction est notre priorité absolue. En ce qui concerne la vente de pièces d'occasion, nous avons un large choix de pièces détachées de qualité pour les camions poids lourds. Notre inventaire comprend des pièces provenant de différentes marques et modèles de camions, soigneusement sélectionnées et testées pour garantir leur fiabilité. Que vous ayez besoin de pièces de moteur, de transmission, de suspension ou d'autres composants, nous avons ce qu'il vous faut.

Chez Zitouni, nous comprenons que votre temps et votre budget sont précieux. C'est pourquoi nous nous efforçons de rendre le processus de réparation et d'achat de pièces aussi facile que possible. Notre équipe amicale est là pour vous aider à trouver les pièces dont vous avez besoin et à répondre à toutes vos questions. Nous sommes fiers de notre service personnalisé et de notre engagement à fournir des solutions adaptées à vos besoins spécifiques. Que vous soyez un propriétaire de flotte de camions, un chauffeur indépendant ou une entreprise de transport, vous pouvez compter sur Zitouni pour des services fiables et des pièces de qualité. Nous sommes dévoués à votre satisfaction et à vous aider à maintenir votre activité en mouvement.

I -1- Les moteurs diesel :

les moteurs diesel fonctionnent différemment des moteurs à essence. Bien que leurs principaux composants soient similaires et suivent le même cycle à quatre temps, les moteurs diesel et les moteurs à moteur présentent des différences distinctes, en particulier dans la manière dont le mélange de carburant est enflammé et la manière dont la puissance délivrée est régulée. Dans les moteurs à essence, le mélange de carburant est enflammé par une étincelle électrique. Dans un moteur diesel, l'allumage est obtenu par l'auto-inflammation du carburant après chauffage de l'air sous l'action de la compression.

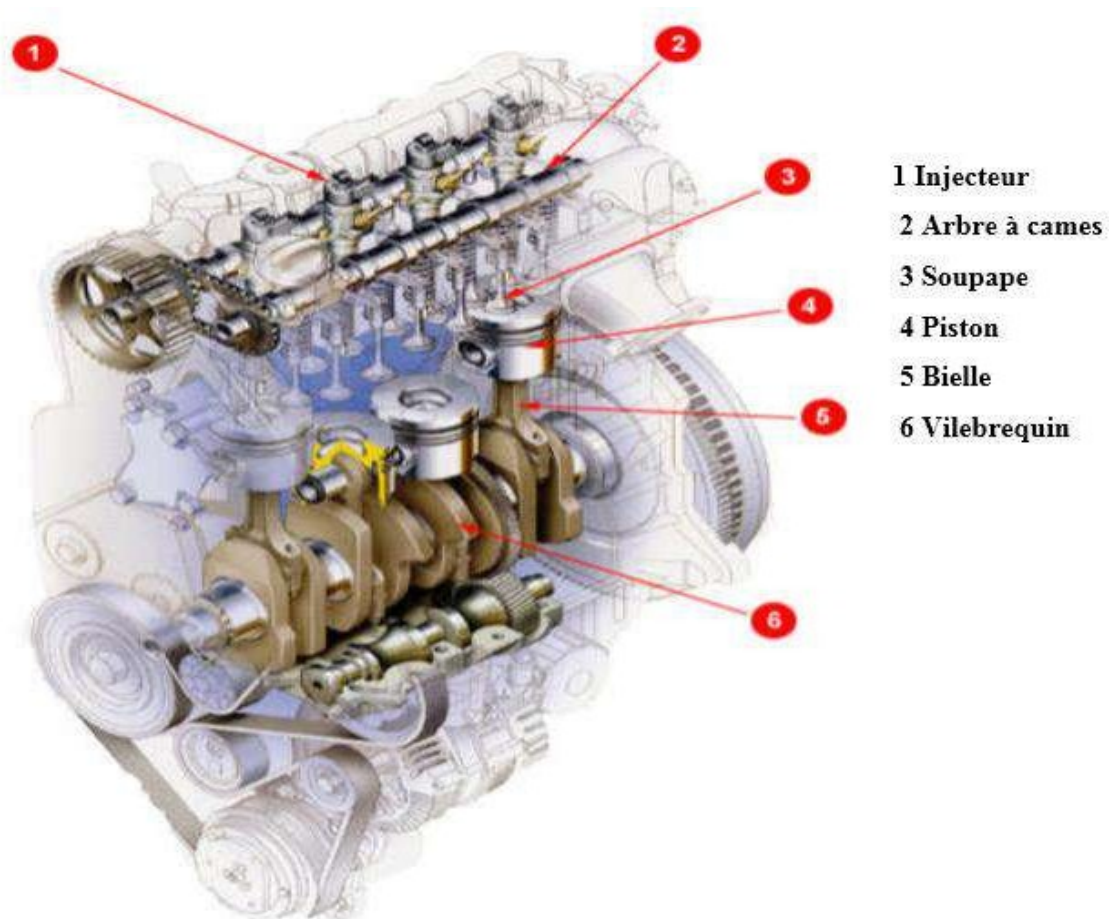


Figure I. 1. Schéma d'un moteur Diesel à injection direct

Un moteur à combustion interne a été conçu pour la première fois par le scientifique hollandais Christiaan Huygens en 1678. Cependant, sa construction réelle a été réalisée beaucoup plus tard. Les premières expérimentations de véhicules motorisés remontent à 1805

avec la carriole motorisée du Suisse Isaac de Rivas. En 1863, Étienne Lenoir a construit une voiture fonctionnant au gaz d'éclairage à Paris. Cependant, il a fallu attendre le milieu des années 1880 pour que le moteur à combustion interne puisse être utilisé dans un véhicule destiné au transport des personnes. En 1862, le Français Beau de Rochas a inventé le premier cycle à quatre temps, jetant ainsi les bases du fonctionnement moderne des moteurs à combustion interne. En 1866, Eugen Langen et August Otto, deux ingénieurs allemands, développèrent avec succès un moteur à gaz. En 1876, Otto construisit un moteur à quatre temps qui devint à l'origine de la plupart des moteurs à combustion interne utilisés par la suite. [1]

I -2-Rappel historique du moteur Diesel :

Les moteurs diesel qui équipent les voitures que nous connaissons aujourd'hui sont le fruit d'une évolution constante. Cette évolution a subi des accélérations en fonction de circonstances telles que le premier choc pétrolier et l'émergence des normes anti-pollution.

1897 - Le premier moteur conçu par un ingénieur thermicien, Rudolf Diesel, fonctionne en Allemagne. Il résulte de travaux théoriques visant à améliorer le rendement thermodynamique. Ce moteur, qui a une efficacité de 26,2 % (contre 20 % du moteur essence de l'époque), développe une puissance de 27 kW.

1936 : Mercedes produit en petite série la première voiture à moteur diesel, la 260D. 1938 : Peugeot fabrique une série de mille modèles 402 Diesel.

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 de Bosch sur les véhicules de série.

2000 : Plusieurs constructeurs européens produisent une version de leur véhicule de prestige équipé d'un moteur diesel V8 à injection directe à rampe commune

I-3- Les type de moteur Diesel :

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

I-3-1- Moteurs à injection indirecte :

Pour assurer un fonctionnement en douceur et des performances optimales, les moteurs à combustion interne nécessitent un mélange adéquat de carburant et d'air. Or, les mélanges air-carburant posent des problèmes complexes dans les moteurs diesel car ces éléments sont introduits dans les cylindres à différents moments du cycle. Deux modes d'injection sont utilisés : l'injection directe et l'injection indirecte [2], [3]

Historiquement, la solution préférée était l'injection indirecte, car elle offrait le moyen le plus simple de créer des turbulences, assurant un mélange homogène entre le carburant et l'air déjà fortement comprimé dans la chambre de combustion. Dans un moteur à injection indirecte, au lieu d'être injecté directement dans la chambre de combustion principale, le carburant est envoyé dans une petite chambre de turbulence en forme de spirale (également appelée préchambre). C'est là que la combustion commence réellement (voir Figure I-2).

Cependant, ce système présente un inconvénient majeur : la chambre de turbulence est en quelque sorte une annexe de la chambre de combustion, formant un ensemble de formes peu propices à une combustion véritablement complète et uniforme. La figure I-2 illustre deux types de ces moteurs.

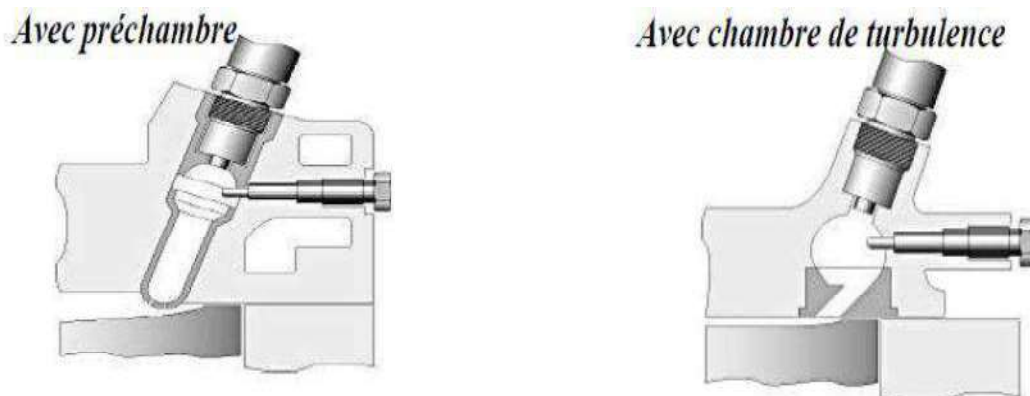


Figure I. 2. Les structures des préchambres de combustion

Dans ces deux cas, la combustion se produit en deux espaces séparés : une petite chambre représentant 30 à 60% de l'espace total, où le carburant est injecté et où la combustion débute, et une chambre principale où elle se termine.

L'injection de carburant dans cette petite chambre déjà chaude permet de réduire le temps nécessaire pour allumer le carburant. Seule une petite quantité de carburant est enflammée pour démarrer la combustion, le reste est expulsé de la petite chambre grâce à l'augmentation de la pression, et la combustion se poursuit dans la chambre principale.

Les moteurs à injection indirecte remplissent les exigences pour être utilisés dans les voitures, car ils sont relativement silencieux et produisent peu d'émissions de NOx. La crise pétrolière de 1973 et les réglementations environnementales de plus en plus strictes ont incité les fabricants à repenser les moteurs diesel en termes d'économie et de réduction de la pollution.

Ces véhicules sont équipés d'une pompe à injection rotative HP (haute pression) semi-automatique (ou légèrement électronique) qui distribue le carburant successivement à chaque cylindre en ouvrant les injecteurs un par un, à une pression d'environ 130 bars.

Inconvénients :

- Régime de ralentissement.
- La pollution provoquée par cette série de moteurs.
- Consommation élevée de carburant.

I -3-2- Les Moteurs à injection directe :

Le moteur à injection directe est de plus en plus utilisé en raison de son rendement supérieur par rapport aux moteurs à injection indirecte.

En effet, un moteur à injection directe, avec une seule chambre de combustion (voir figure I.3), présente une surface à volume de chambre de combustion nettement plus faible qu'un moteur à pré-chambre (injection indirecte, voir image 1-2). De plus, la durée de la combustion est plus courte dans un moteur à injection directe.

Ces deux facteurs réduisent les échanges de chaleur entre la chambre de combustion et le système de refroidissement. Cependant, l'injection directe présente également des problèmes qui affectent son efficacité, à savoir le bruit de combustion et les émissions d'oxyde d'azote (NOx) [2], [3] .

L'introduction de la régulation électronique dans les systèmes d'injection a permis de stabiliser et d'optimiser les réglages de base, tant en ce qui concerne le moment de l'injection que le débit de carburant. Les différents systèmes d'injection mécanique, qu'ils soient contrôlés électroniquement ou non, ont en commun la variation de la pression d'injection en fonction de la vitesse de rotation du moteur. Cette variation de pression d'injection rend difficile le contrôle total de la combustion.

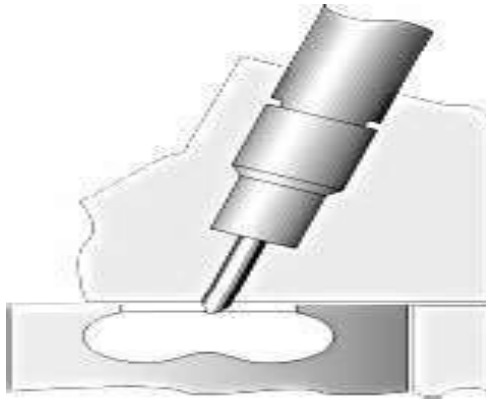


Figure I. 3. L'injection directe

Les moteurs Diesel à injection directe, comme les TDI du groupe W.W., les DTI de Renault et les TDDI de Ford, Iveco et Fiat équipés des moteurs SOFIM, sont conçus pour offrir une meilleure performance. Ils utilisent une pompe à injection rotative haute pression semi-automatique avec des composants électroniques et parfois un calculateur. Cette pompe distribue le carburant aux cylindres les uns après les autres en ouvrant les injecteurs. L'injection se fait directement dans le cylindre avec une pression d'environ 180 à 250 bars. Contrairement aux autres moteurs, ces moteurs n'ont généralement pas besoin de bougies de préchauffage pour démarrer.

Parfois, ces moteurs sont équipés d'un thermostat placé dans le tuyau d'échappement pour réchauffer l'air qui entre (au moment du démarrage).

- **Avantages :**

Consommation plus faible, très fiable, moins de rupture des joints déculés sur le Sofim.
Inconvénients :

Ces moteurs peuvent être considérés comme "assez bruyants", car on peut les reconnaître grâce à leur son caractéristique causé par une pression d'injection plus élevée. De plus, certains modèles, en particulier ceux sans turbo, ont eu des difficultés à satisfaire les normes environnementales plus strictes à venir.

Le système d'injection à haute pression à rampe commune fonctionne en utilisant une pompe contrôlée électroniquement pour fournir du carburant à une rampe commune. La rampe commune sert de réservoir de carburant. Elle est reliée à des injecteurs qui vaporisent le carburant de manière très précise directement dans la chambre de combustion. Ce processus est rendu possible grâce à une pression élevée, généralement entre 1350 et 1400 bars, comparée à la pression de 900 bars d'une pompe à injection classique.

- Cette pulvérisation très fine permet d'améliorer la combustion pour plus de détails.

[2] , [4]

Le système à rampe commune, contrairement aux systèmes avec pompe distributrice, maintient une pression d'injection constante pendant la phase d'injection, indépendamment de la vitesse de rotation du moteur. Grâce à un calculateur électronique qui contrôle l'injection, les conducteurs peuvent bénéficier d'une programmation flexible. Il est possible de diviser la quantité de carburant injecté en plusieurs fractions, ce qui permet d'effectuer une pré-injection. Cela contribue à réduire les bruits de combustion ainsi que la formation de NOx.

En injectant une petite quantité de carburant (environ 1 à 4 mm³), on augmente la température et la pression dans la chambre de combustion, ce qui prépare l'allumage du carburant lors de l'injection principale.

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

La gestion électronique numérique de tous les paramètres de l'injection permet d'optimiser le fonctionnement du moteur. La réduction des émissions polluantes est devenue une nécessité pour les constructeurs.

Le calcul de la pollution émise par un véhicule prend en compte la puissance fournie et non un pourcentage des gaz émis, ce qui favorise le moteur qui a la meilleure efficacité.

L'une des solutions pour atteindre cet objectif consiste à réduire la consommation et à contrôler la combustion.

Le moteur diesel à injection directe fonctionne avec un système d'injection haute pression contrôlé électroniquement, ce qui lui confère une efficacité supérieure à celle des autres types de moteurs. Grâce à sa facilité relative d'adaptation aux moteurs existants, le système d'injection diesel haute pression à rampe commune est actuellement la solution la plus facile à mettre en œuvre à grande échelle sur le plan industriel.

L'introduction de l'injection à rampe commune dans les moteurs diesel a offert une nouvelle liberté aux conducteurs. Les avancées en termes de confort, de consommation de carburant et de réduction de la pollution en découlent directement.

Les JTD du groupe Fiat, HDI du groupe PSA, DCI Renault, CDI Mercedes, D4D Toyota sont à leur tour des moteurs dits Commons rail C'est-à-dire qu'ils sont équipés d'une pompe rotative qui alimente un tube commun (rampe commune) et les injecteurs sont alimentés par ce tube, l'ouverture de chaque injecteur est faite par une électrovanne (source de panne) et un calculateur pour donner l'ordre aux injections de s'ouvrir).

Une technique Fiat qui a été transférée à Bosch. (Dans l'avenir, les électrodes devraient être remplacés par des systèmes piezoélectriques «électropneumatique» voir figure I -4).

Il y a une variante qui apparaît sur les moteurs plus petits (les Diesels Renault, PSA et Ford) développé par ex Lucas et maintenant Delphi qui remplace le tube par une sphère mais le fonctionnement est le même.

Le groupe VW complice avec leur TDI nouvelle formule: les 100 et 130 CV des Golfs et Passat qui eux sont équipés d'un système appelé injecteur pompe c'est-à-dire qu'il n'y a plus de pompe rotative mais au contraire la pompe est intégrée dans l'injecteur. Quand on tombe, on change tout (sur un cylindre).

I -3-3- Moteurs à rampe commune et Injecteur Pompe :



Figure I. 4. Injecteur piezo de Siemens

Leurs avantages :

Avec les deux systèmes ce sont des moteurs très puissants.

Ils polluent moins surtout dans les phases transitoires d'accélération (tant que le calculateur fera bien son boulot).

Les clients sont captifs, on ne peut pas les réparer partout. Inconvénients :

L'introduction de l'électronique peut provoquer une infinité de pannes provenant de

Système de commande électrique.

I -4- Comment ça marche le moteur Diesel :

Jusqu'à récemment, les moteurs diesel étaient souvent considérés comme bruyants, polluants et réservés aux gros véhicules tels que les camions, fourgonnettes et taxis. Cependant, dans les années 1980, l'arrivée des moteurs diesel légers, rapides et puissants, ainsi que les améliorations apportées à leurs systèmes d'injection, ont changé la donne. Le diesel a gagné en prestige et est parfois considéré comme le moteur de l'avenir. L'un des principaux avantages du moteur diesel par rapport à un moteur à essence est son coût d'utilisation réduit. Cela s'explique en partie par son efficacité supérieure, résultant de son taux de compression élevé, ainsi que par le prix plus bas du carburant diesel par rapport à l'essence, notamment en Algérie.

I -4-1- Le Principe:

Le fonctionnement d'un moteur diesel diffère de celui d'un moteur à essence, bien que leurs principaux composants soient similaires et qu'ils suivent tous deux le cycle à quatre temps. Les principales différences résident dans la manière dont le carburant est allumé et la régulation de la puissance.

Dans un moteur à essence, le mélange de carburant est enflammé par une étincelle électrique. En revanche, dans un moteur diesel, l'allumage se produit par l'auto-inflammation du carburant grâce à la compression de l'air. Le moteur diesel a un taux de compression beaucoup plus élevé, généralement autour de 20 pour 1, par rapport à un moteur à essence qui est d'environ 9 pour 1. Cette compression élevée augmente la température de l'air dans le cylindre à plus de 450 °C. Étant donné que cette température est suffisante pour l'auto-inflammation du carburant diesel, celui-ci s'enflamme spontanément au contact de l'air, sans avoir besoin d'une étincelle ou d'un système d'allumage.

Dans un moteur à essence, la quantité de mélange carburant peut varier d'un cycle à l'autre en fonction de l'ouverture du papillon des gaz. En revanche, dans un moteur diesel, la quantité d'air aspirée reste constante (à régime égal) à travers un conduit de section fixe. Il n'y a ni carburateur ni papillon des gaz. À la fin de la phase d'admission, la soupape d'admission se ferme et le piston, soumis à l'inertie de l'ensemble moteur, remonte vers le haut du cylindre en comprimant l'air dans environ 1/20 de son volume initial. Une quantité précise de carburant diesel est ensuite injectée dans la chambre de combustion à la fin de cette phase de compression. En raison de la température élevée de l'air comprimé, le carburant s'enflamme instantanément et les gaz chauds, en se dilatant, poussent vigoureusement le piston. Lorsque le piston remonte dans le cylindre pendant la phase d'échappement, la soupape d'échappement s'ouvre pour permettre aux gaz brûlés et dilatés de s'échapper dans le système d'échappement.

Une fois la phase d'échappement terminée, le cylindre est prêt à recevoir une nouvelle charge d'air frais pour que le cycle complet recommence.

I -4-2- Les temps de la combustion :

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

1er Temps L'admission:

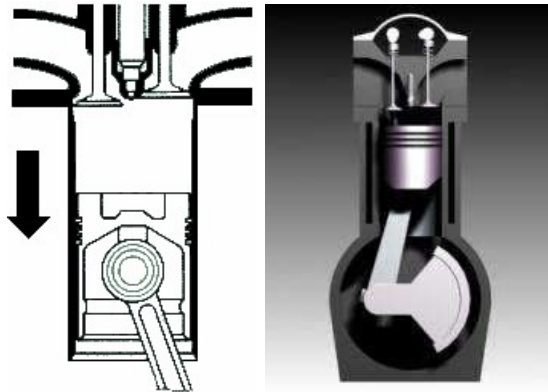


Figure I. 5. L'admission d'air

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

2ème Temps La compression:

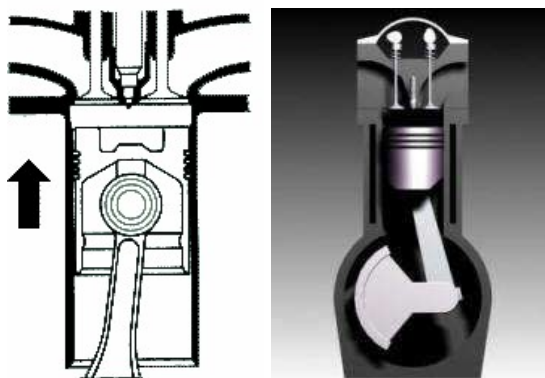


Figure I. 6. La compression d'air

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

3ème Temps L'explosion ou temps moteur :

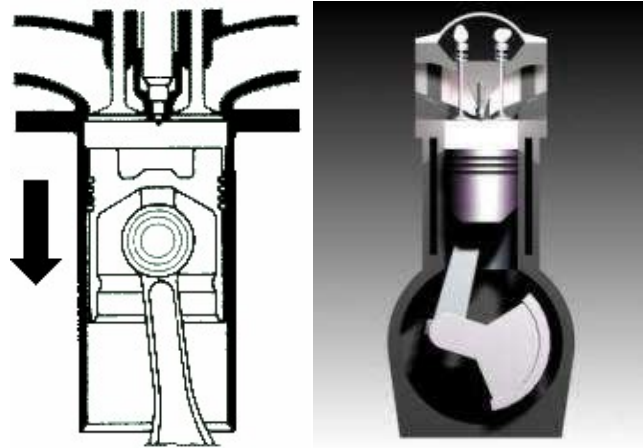


Figure I. 7. L'explosion

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

4ème Temps L'échappement:

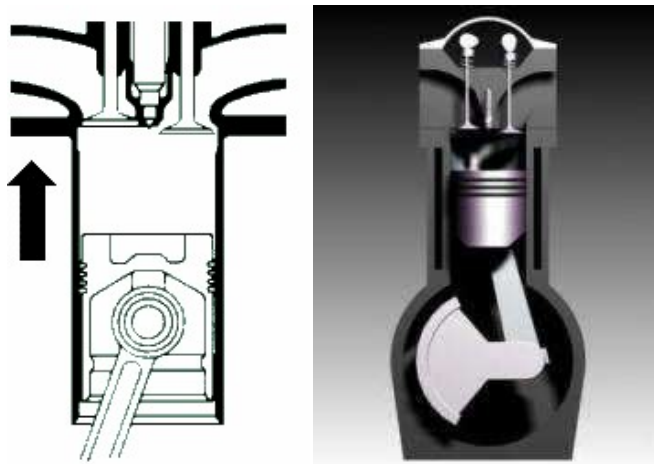


Figure I. 8. L'échappement

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

I -4-3- Le démarrage d'un moteur Diesel:

Les moteurs Diesel nécessitent une aide au démarrage par temps froid, ce qui est réalisé à l'aide de bougies de préchauffage. Ces bougies, semblables aux bougies d'allumage des moteurs à essence

mais plus courtes et plus épaisses, sont connectées au système électrique du véhicule. Elles contiennent une résistance interne qui se réchauffe rapidement lorsqu'elles sont activées à l'aide de la clé de contact du véhicule. Sur les moteurs récents, elles s'éteignent automatiquement une fois que le moteur est démarré et accéléré au-dessus du régime de ralenti.

Le démarrage difficile des moteurs Diesel par temps froid est dû à deux raisons principales. Tout d'abord, leur taux de compression élevé crée une résistance au démarrage. Deuxièmement, la compression de l'air froid seul ne permet pas d'atteindre une température suffisamment élevée pour que le carburant s'enflamme spontanément.

Contrairement aux moteurs à essence, le régime d'un moteur Diesel n'est pas contrôlé en ajustant la quantité d'air aspirée. Dans un moteur Diesel, la quantité d'air aspirée à chaque cycle reste constante, quel que soit l'effort demandé au moteur. Le régime du moteur est régulé uniquement par la quantité de carburant injectée dans la chambre de combustion. Une injection de diesel plus importante produit une combustion plus intense et génère une puissance accrue. La pédale d'accélération est connectée au système d'injection, qui contrôle la quantité de carburant pulvérisée, plutôt qu'à un papillon d'admission d'air, comme c'est le cas pour les moteurs à essence.

Pour arrêter un moteur Diesel, il suffit de couper l'alimentation électrique d'une électrovanne qui contrôle l'arrivée de carburant à la pompe d'injection du système d'injection. Cela est généralement réalisé à l'aide d'une clé similaire à une clé de contact, contrairement aux moteurs à essence où l'arrêt se fait généralement en coupant la production d'étincelles.

I -4-4- Le cycle du Diesel :

- C'est le cycle de fonctionnement des moteurs à allumage par compression.
- Le cycle théorique se compose d'une détente isobare, une détente adiabatique et une transformation isochore).
- Au début, le cycle de fonctionnement impliquait une phase théorique de combustion à pression constante, comme l'avait imaginé Rudolf Diesel. Pour un fonctionnement à quatre temps du moteur, c'est-à-dire pour un cycle se déroulant pendant deux tours de vilebrequin et quatre courses du piston, les opérations à réaliser étaient les suivantes :
 - Introduction d'air dans le cylindre (par aspiration naturelle ou mécanique à l'aide d'un compresseur).
 - Compression de la charge d'air et, allumage spontané de ce carburant.

- combustion du mélange à pression presque constante, suivie de la libération proprement dite des gaz brûlés, avec production de travail.
- Expulsion mécanique des produits de la combustion par l'action de poussée du piston lors de sa remontée. Le rendement thermique était caractérisé par les valeurs de deux rapports caractéristiques.

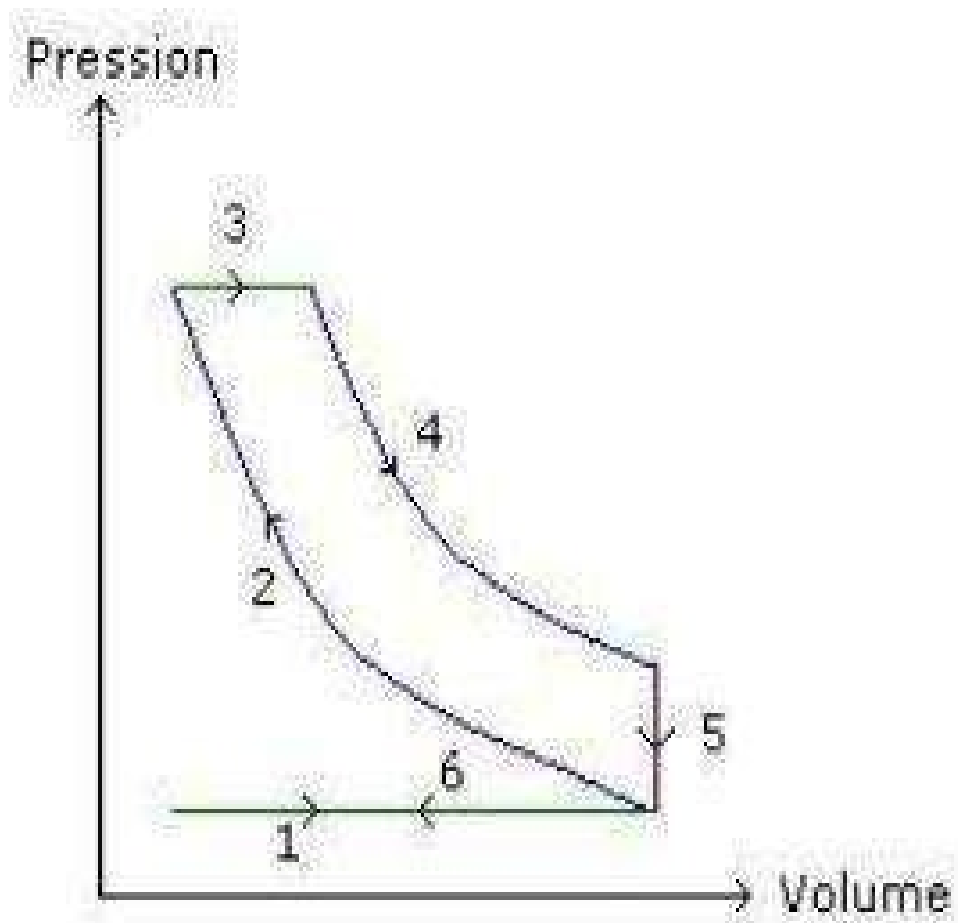


Figure I. 9. cycle diesel théorique

Tableau I. 1. cycle diesel

1	Aspiration de l'air.	Transformation isobare (pression constant).
2	Compression de l'air élevé à la température de 600°C.	Transformation adiabatique (sans échange de chaleur avec le milieu extérieur).
3	Injection du gazole qui s'enflamme spontanément (combustion) grâce à la chaleur dégagée lors de la compression.	Transformation isobare.
4	Détente fournissant un travailmoteur.	Transformation adiabatique.
5	Diminution de la pression.	Transformation isochore (volume constant).
6	Echappement des gaz brûlés.	Transformation isobare.

I-5- Configurations Des Moteurs :

I-5-1 Moteur en ligne :

Dans l'industrie automobile, les moteurs à petit cylindre sont souvent disposés côte à côte. Depuis plus de 30 ans, les moteurs à quatre cylindres en ligne sont devenus la norme dans le secteur automobile. Ces moteurs sont réputés pour leur fonctionnement en douceur. [5]

On trouve également des moteurs à 2, 3, 5 et 6 cylindres en ligne. Les moteurs en ligne peuvent être montés dans le sens de la longueur ou de la largeur [6]



Figure I. 10. Moteur en ligne [6]

I-5-2- Moteur en V :

Les cylindres sont alignés en deux rangées décalées avec un certain angle, variant de 15° à 135° . Ce type de moteur, appelé moteur en V, est plus compact qu'un moteur en ligne. Il est à la fois robuste, plus large mais plus court et moins haut (Figure I-11).

Les moteurs en V peuvent être montés dans le sens de la longueur ou de la largeur. Ils tirent leur nom du fait que les rangées de cylindres peuvent être disposées en forme de V. Un moteur en V peut avoir une configuration plus droite ou allongée. Lorsque l'angle entre les rangées de cylindres est de 90° et que l'un des deux cylindres est à l'horizontale, on parle souvent de "cylindre en L".

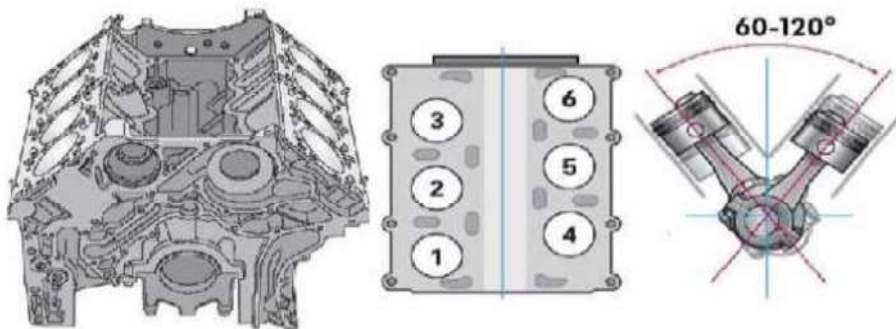


Figure I. 11. Moteur en v [7]

Sans que le moteur soit vraiment différent d'un moteur en V. [6]

Exemple d'utilisation :

En généralement les moteurs en V montés sur des motocyclettes.

- ☐ Moteurs Du cati d'angle 90° .
- ☐ Moteurs de Moto Guzzi d'angle 90° .
- ☐ Moteurs Harley-Davidson et Buell d'angle 45° .

I -5-3- Moteur Boxer ou en « I » :

Les cylindres dans les moteurs boxer sont disposés de manière opposée et horizontale, ce qui les fait se faire face. Ce type de configuration permet de réduire le centre de gravité des voitures. Les pistons se déplacent dans le même plan horizontal mais dans des directions opposées, ce qui équilibre les forces d'inertie du premier et du deuxième ordre. En revanche, dans un moteur bicylindre, les paires d'inertie du premier et du deuxième ordre ne sont pas équilibrées car les cylindres opposés ne se trouvent pas dans le même plan transversal (Figure I-12).

Dans le cas d'un moteur à quatre cylindres, les forces et les paires d'inertie du premier ordre sont équilibrées.

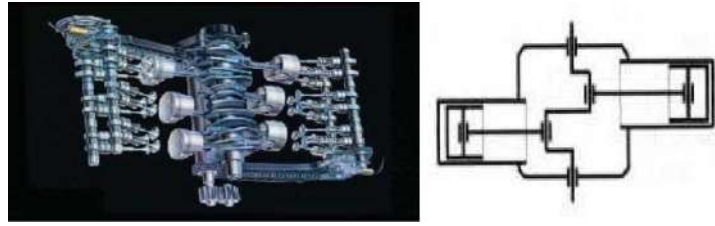


Figure I. 12. Moteur boxer [6]

Exemple d'utilisation :

- Les moteurs Citroën 2 CV pour les deux-cylindres.
- Les moteurs « Coccinelle » et Combi Volkswagen.
- Les moteurs Porsche 911.
- Les moteurs Ferrari et son douze-cylindres à plat de 5 litres.

I-5-4- Moteur en W :

Ils peuvent être :

- **À trois cylindres** : chaque cylindre est décalé par rapport à l'autre d'un certain angle, par

exemple : angle du premier par rapport au deuxième : 15° , angle du troisième par rapport au premier : 30° . Appelé aussi moteur « en éventail ». [5]

- **En V**: les cylindres des deux lignes sont eux-mêmes disposés en quinconce, permettant de diminuer un peu la longueur du bloc. [5]

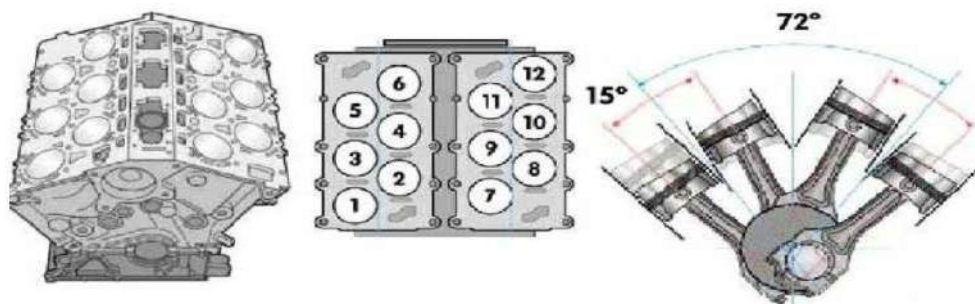


Figure I. 13. Moteur en w [7]

Exemple d'utilisation :

- Les moteurs W12 (12 cylindre).
- Les moteurs Bugatti Veyron 16.4 et son W16 (de 16 cylindres).

I-5-5- Moteurs radiaux / en étoile :

Actuellement, les moteurs boxer sont principalement utilisés dans les avions à hélices. Dans le domaine aéronautique, il est essentiel que le moteur puisse bénéficier d'un refroidissement direct (Figure I-14). Ce type de moteur offre une puissance considérable, répondant ainsi aux exigences spécifiques des avions. [5]

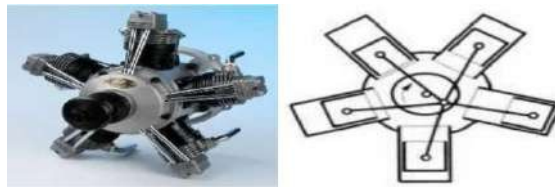


Figure I. 14. Moteur radiaux/ en étoile [8]

I-5-6- Moteur en U :

Le moteur en U est un type de moteur à combustion caractérisé par un agencement des cylindres en forme de U les uns par rapport aux autres et par rapport aux vilebrequins, on obtient ce type de moteur quand on combine et relie entre eux deux moteurs en ligne. [6]

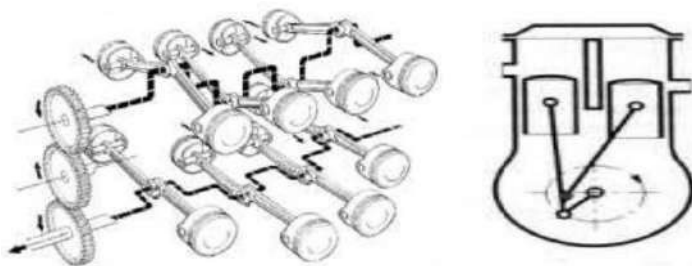


Figure I. 15. Moteur en U [6]

I -6- Différence entre moteur diesel et essence :

En ce qui concerne le mode d'inflammation du carburant, les moteurs à essence et les moteurs diesel présentent une différence fondamentale. L'essence nécessite une étincelle générée par la bougie d'allumage pour s'enflammer, tandis que le diesel fonctionne par auto-inflammation, ce qui signifie

que le carburant s'allume spontanément lorsque la température atteint environ 250 °C.

1) Comme la méthode d'inflammation n'est pas la même selon le combustible, la phase d'explosion ne se déroule donc pas de la même manière:

- Dans un moteur essence, la phase d'explosion se déroule de la manière suivante : le mélange de carburant comprimé dans la chambre de combustion est enflammé par une étincelle électrique produite par la bougie d'allumage.
- En revanche, dans un moteur diesel, la phase d'explosion est différente : le carburant diesel doit atteindre le point d'auto-inflammation, qui se situe aux alentours de 250 °C. La chambre de combustion est remplie d'air fortement comprimé, atteignant une pression de 35 bars et une température d'environ 600 °C, dépassant largement le point d'auto-inflammation du diesel. Au moment approprié, l'injecteur s'ouvre et pulvérise une fine brume de carburant dans le cylindre. L'air chaud vaporise le carburant, qui s'enflamme spontanément, remplaçant ainsi le rôle de la bougie d'allumage.

Les avantages et les inconvénients des moteurs essence et diesel sont inversés en raison de leur différence de combustion. En se concentrant sur un moteur diesel, les avantages de celui-ci correspondent donc aux inconvénients du moteur essence, et vice versa.

I -6-1- Avantages du moteur diesel:

- Le moteur diesel offre un couple moteur plus élevé et constant, même à des vitesses basses.
- Il présente un meilleur rendement grâce à une combustion plus complète et une consommation spécifique réduite, résultant de l'augmentation du rapport volumétrique.
- Les risques d'incendie sont réduits car le point d'inflammation du diesel est significativement plus élevé que celui de l'essence.
- Les émissions d'échappement sont moins toxiques car elles contiennent moins d'oxyde de carbone.

I -6-2 Inconvénients du moteur diesel:

- Les composants mécaniques doivent être dimensionnés pour résister à des pressions et températures très élevées.
- Le moteur diesel génère un niveau de bruit plus élevé en raison de l'onde de choc produite par l'explosion du mélange air-carburant.
- Il nécessite un système de refroidissement plus efficace pour maintenir des températures de

fonctionnement appropriées.

- Le démarrage à froid est moins performant par rapport à un moteur à allumage commandé.
- [9]

Conclusion :

Ce chapitre présente une vue d'ensemble du fonctionnement du moteur Diesel à injection directe, de sa structure et de ses principaux composants, ainsi que des capteurs et actionneurs utilisés, en mettant en évidence leurs caractéristiques spécifiques.

En conclusion, le moteur Diesel à injection directe, équipé d'un système d'injection haute pression, offre une efficacité supérieure à tous les autres moteurs thermiques, permettant de réduire la consommation de carburant et les émissions polluantes.

Chapitre II : Généralités Sur La Maintenance

Introduction :

Les pratiques de maintenance industrielle modernes sont déjà largement adoptées dans les pays les plus avancés sur le plan technologique. Actuellement, un budget conséquent, estimé à environ 18%, est alloué à la maintenance. Ce budget est principalement utilisé pour couvrir les coûts des dispositifs de surveillance tels que les capteurs de température, de pression et de vibration, ainsi que pour l'achat de pièces de rechange.

Avec l'automatisation à grande échelle et l'adoption du juste-à-temps, l'objectif d'atteindre un fonctionnement sans défaut, voire un arrêt zéro, est devenu primordial. Dans le domaine de la production de pointe, que ce soit pour les biens de consommation ou les biens de production, l'accent est désormais mis sur la sécurité de fonctionnement et la disponibilité totale des équipements. La maintenance est désormais intégrée aux stratégies d'entreprise, tout comme la qualité, l'innovation et le marketing.

II-1 Place et définition de la maintenance industrielle :

Afin d'être compétitive, une entreprise doit constamment améliorer la qualité de sa production tout en minimisant les coûts. Pour réduire ces coûts, il est essentiel de produire plus rapidement et de manière ininterrompue, en visant une production maximale par unité de temps sans défaut. L'automatisation et l'informatique ont considérablement augmenté la vitesse de production. Cependant, il existe des limites technologiques qui empêchent une augmentation continue du rythme de production. De plus, produire davantage implique de maintenir un flux continu sans interruptions. Pour cela, le système de production doit connaître un minimum de temps d'arrêt. Mis à part les arrêts inévitables liés à la production elle-même (changements de production, ajustements de température, etc.), les machines doivent fonctionner sans panne, en maintenant un régime optimal pour une efficacité maximale.

Atteindre cet objectif est l'une des missions principales de la fonction de maintenance au sein d'une entreprise. Son rôle consiste à maintenir les équipements dans un état optimal, leur permettant de fonctionner de manière optimale pour remplir leur fonction.. [10]

II-1-1 Définition de la maintenance industrielle :

La maintenance industrielle regroupe toutes les actions nécessaires pour maintenir un bien en bon état ou le réparer afin qu'il puisse fonctionner efficacement. Cela inclut les aspects techniques, administratifs et de gestion tout au long de la vie du bien. Le but principal de la maintenance est de garantir que toutes les opérations se déroulent correctement tout en minimisant les coûts. En somme,

la maintenance industrielle est basée sur trois idées importantes:

- **Maintenir** qui suppose un suivi et une surveillance.
- **Rétablir** qui sous-entend l'idée d'une correction de défaut.
- **Coût optimal** qui conditionne l'ensemble des opérations dans un souci d'efficacité économiques.

Le rôle de la fonction maintenance dans une entreprise (quelque soit son type et son secteur d'activité) est donc de : garantir la plus grande disponibilité des équipements au meilleur rendement tout en respectant le budget alloué.

II-1-2-Types de maintenance :

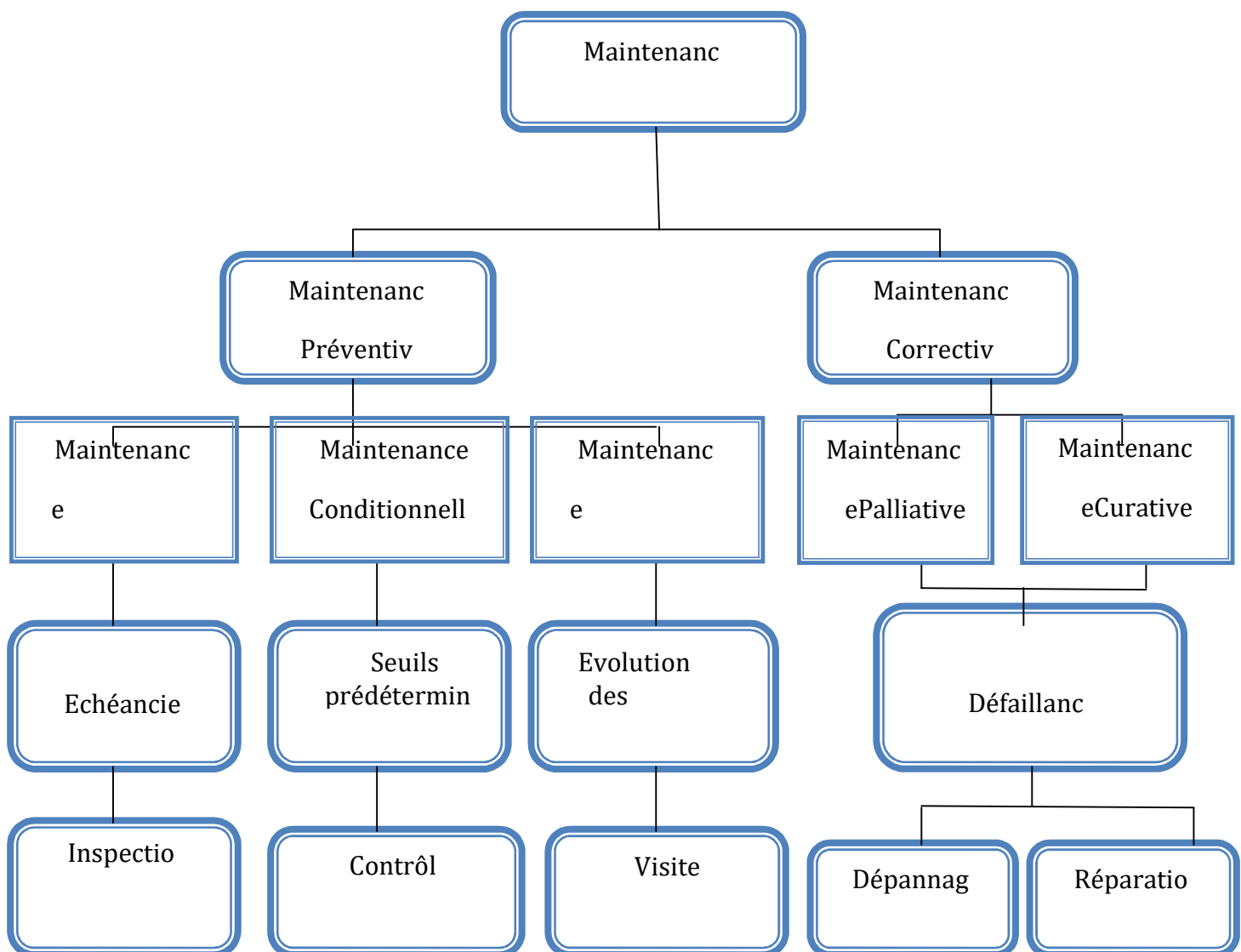


Figure II. 1.différents types de maintenance

II-2- La maintenance préventive :

II-2-1- Définition :

La maintenance préventive est réalisée dans le but de réduire les chances de panne d'un bien ou de dégradation d'un service. C'est une forme de maintenance planifiée, préparée et programmée avant la date estimée de la panne.

II-2-2- Les objectifs de la maintenance préventive :

La maintenance préventive a plusieurs objectifs :

- Augmenter la fiabilité des équipements pour réduire les pannes en service, ce qui entraîne une réduction des coûts d'échec et une amélioration de la disponibilité.
- Prolonger la durée de vie des équipements.
- Améliorer l'organisation des travaux et les relations avec la production.
- Réduire et réguler la charge de travail.
- Faciliter la gestion des stocks en prévoyant les consommations.
- Assurer la sécurité en évitant les improvisations dangereuses.
- Globalement, en réduisant les imprévus, améliorer les relations humaines, car les pannes imprévues sont souvent sources de tension.

II-2-3- Les opérations de la maintenance préventive :

Il existe trois types d'activités de maintenance préventive : les inspections, les contrôles et les visites. Ces activités sont utilisées pour surveiller l'état réel du matériel. Elles peuvent être réalisées de manière continue ou à des intervalles définis, en fonction du temps écoulé ou du nombre d'utilisations.

II-2-3- 1- L'inspection :

Activité de surveillance s'exerçant dans le cadre d'une mission définie. Elle n'est pas obligatoirement limitée à la comparaison avec des données préétablies. Pour la maintenance, cette activité s'exerce notamment au moyen des rondes. Ex : inspection des extincteurs, écoute de bruits dans un compresseur. Les activités d'inspection sont en général exécutées sans outillage spécifique et ne nécessitent pas d'arrêt de l'outil de production ou des équipements

II-2-3- 2- La visite :

La maintenance Préventive comprend des opérations d'inspection détaillée et planifiée de

tout ou partie d'un bien. Par exemple, cela peut inclure des visites périodiques des ascenseurs, des équipements électriques et mécaniques d'un engin de levage. Ces activités peuvent nécessiter le démontage partiel des éléments à inspecter (ce qui immobilise le matériel) et peuvent également impliquer des opérations de maintenance corrective.

II-2-3- 3- Le contrôle :

Les contrôles de conformité consistent à comparer les données prédéfinies avec les résultats obtenus, suivis d'une évaluation. Le contrôle peut inclure une communication d'informations, entraîner une décision (acceptation, rejet, report) et conduire à des actions correctives si nécessaire. La fréquence des contrôles peut être constante pendant la phase normale de fonctionnement du matériel, ou variable et de plus en plus fréquente à mesure que le matériel s'use.

II-2-3- 4- La Révision :

La maintenance Corrective englobe toutes les actions d'inspection, de contrôle et d'intervention visant à prévenir toute défaillance majeure ou critique d'un bien pendant une période de temps ou un certain nombre d'utilisations. Il est important de faire la distinction entre les révisions partielles et générales en fonction de l'étendue des opérations à effectuer, nécessitant ainsi le démontage de différentes sous-unités. Il est crucial de ne pas confondre le terme "révision" avec les termes "visites", "contrôles" ou "inspections". Les deux types d'opérations définis (révision générale ou partielle) correspondent au quatrième niveau de maintenance.

II-2-3- 5- Les échanges standard :

La récupération consiste à prendre une pièce, un organe ou un sous-ensemble usagé, puis à vendre au même client une partie identique, neuve ou remise à neuf selon les spécifications du fabricant. Cette vente s'accompagne du paiement d'une somme d'argent appelée solde, qui est déterminée en fonction du coût de la restauration. La solde compense l'inégalité de valeur entre les biens échangés ou partagés. [10]

II-3- La maintenance préventive systématique :

II-3-1- Définition :

La maintenance Préventive planifiée est réalisée en suivant un calendrier basé sur le temps écoulé ou le nombre d'utilisations. Son objectif est de maintenir le système dans son état de performances initial. Lors de ces interventions, différentes opérations sont effectuées

II-5- La maintenance préventive conditionnelle :

La maintenance Préventive. repose sur la surveillance du fonctionnement du bien et/ou de ses paramètres importants, et comprend les actions qui en découlent. La surveillance peut être effectuée selon un calendrier prédéfini, à la demande ou de manière continue. [10]

Remarque :

La maintenance conditionnelle est une forme de maintenance basée sur l'expérience et l'utilisation d'informations collectées en temps réel. La maintenance préventive conditionnelle consiste à identifier les points faibles et à les surveiller afin d'intervenir lorsque certains seuils sont atteints. Les contrôles restent systématiques et font partie des méthodes non destructives de vérification. Cette forme de maintenance s'applique à tous les types de matériaux et implique des mesures pertinentes effectuées pendant le fonctionnement du matériel.

Les paramètres mesurés peuvent porter sur :

Le niveau et la qualité de l'huile.

- Les températures et les pressions.
- La tension et l'intensité des matériaux électriques.
- Les vibrations et les jeux mécaniques.

Parmi tous les paramètres mentionnés, l'analyse vibratoire est celle qui fournit le plus d'informations. En comprenant ces informations, il devient possible de prendre des décisions qui servent de base à la maintenance préventive conditionnelle. La surveillance peut être réalisée de manière périodique ou continue.

✓ Avantage :

La connaissance du comportement en temps réel nécessite une interprétation précise des résultats, et l'informatique joue un rôle important dans ce domaine. Le matériel utilisé pour la maintenance préventive conditionnelle doit être fiable afin de ne pas compromettre son utilité. Bien qu'il puisse être coûteux, il peut rapidement devenir rentable dans les cas appropriés. Pour que cette méthode de maintenance soit efficace, il est essentiel qu'elle soit comprise et acceptée par les responsables de la production, ainsi que soutenue par l'ensemble du personnel.

Il est préférable de standardiser autant que possible ces méthodes de maintenance entre les différents secteurs (production et périphériques), tout en adaptant la méthode de manière essentielle en fonction du matériel. Grâce aux avancées technologiques actuelles et à la fiabilité croissante des équipements, le nombre de pannes accidentelles sera mieux maîtrisé. Cela entraînera une diminution quantitative

de la maintenance préventive, mais une amélioration qualitative grâce à la mise en place de la maintenance conditionnelle. [10]

II-6- La maintenance corrective :

II-6-1 Définition :

- ❖ **A)** La maintenance corrective, parfois appelée curative (terme non normalisé), vise à rétablir les qualités nécessaires du matériel pour son utilisation. Voici quelques définitions :
- ❖ **B) - Défaillance** : altération ou arrêt de la capacité d'un bien à remplir sa fonction requise.
- ❖ Il existe deux formes de défaillance :
- ❖ **A) Défaillance partielle** : altération de la capacité d'un bien à remplir sa fonction requise.
- ❖ **B) Défaillance complète** : arrêt de la capacité d'un bien à remplir sa fonction requise.
 - La maintenance corrective peut être :
- ❖ **Différée** : maintenance corrective qui n'est pas effectuée immédiatement après la détection d'une panne, mais est reportée conformément aux règles de maintenance établies.
- B) D'urgence** : maintenance corrective réalisée immédiatement après la détection d'une panne afin d'éviter des conséquences inacceptables..

II-6-2- Les opérations de la maintenance corrective:

II-6-2-1- Le dépannage :

Le dépannage consiste en des actions physiques visant à permettre à un bien défectueux de remplir sa fonction nécessaire pendant une période limitée jusqu'à ce que la réparation soit effectuée. Il n'y a pas de conditions spécifiques pour l'application du dépannage. Bien que la connaissance du comportement du matériel et des modes de dégradation ne soit pas indispensable, elle peut souvent permettre de gagner du temps.

Les opérations de dépannage sont généralement de courte durée mais peuvent être répétées. Par conséquent, les services de maintenance cherchent à organiser des actions de dépannage afin de réduire leurs dépenses. Certains indicateurs de maintenance prennent en compte le problème du dépannage pour mesurer son efficacité. Par exemple, le dépannage peut être appliqué à des

équipements fonctionnant en continu, où les impératifs de production empêchent toute visite ou intervention lors d'un arrêt.

II-6-2-2- La réparation :

Actions physiques effectuées pour rétablir la fonction requise d'un bien défectueux. L'application de la réparation peut être décidée soit immédiatement à la suite d'un incident ou d'une défaillance, soit après un dépannage, ou après une visite de maintenance préventive conditionnelle ou systématique.

❖ Remarque :

- ☐ la réparation correspond à une action définitive.
- ☐ L'équipement réparé doit assurer les performances pour lesquelles il a été conçu.
- ☐ Tous les équipements sont concernés. [10]

II-7- Autre type de la maintenance :

Ces activités complètent les actions de maintenance citées précédemment et participent pour une part non négligeable à l'optimisation des coûts d'exploitation.

II-7-1- La maintenance d'amélioration :

L'amélioration des biens d'équipements implique d'apporter des modifications, des changements ou des transformations à un matériel. Dans ce domaine, il y a encore beaucoup à faire, car comme dit l'adage : "on peut toujours s'améliorer". Cela nécessite une attitude créative et un état d'esprit ouvert. Cependant, avant d'entreprendre toute maintenance d'amélioration, il est essentiel de réaliser une étude économique approfondie afin de s'assurer de la rentabilité du projet.

Les améliorations à effectuer peuvent avoir plusieurs objectifs, tels que l'augmentation des performances de production du matériel, l'amélioration de sa fiabilité (réduire les interventions fréquentes), l'amélioration de sa maintenabilité (faciliter l'accès aux sous-systèmes et aux éléments à haut risque de défaillance), la standardisation de certains éléments pour une politique de maintenance plus cohérente, et l'amélioration de la sécurité du personnel.

II-7-2- La rénovation :

La rénovation consiste à effectuer une inspection approfondie de tous les composants, à restaurer les dimensions d'origine ou à remplacer les pièces déformées, à vérifier les caractéristiques et, au besoin, à réparer les pièces et sous-ensembles défectueux tout en préservant les pièces en bon état.

La rénovation peut être considérée comme l'une des conséquences potentielles d'une révision générale.

II-7-3- La reconstruction :

La reconstruction a pour objectif de ramener le matériel à son état initial tel que spécifié dans le cahier des charges. Cela implique le remplacement des pièces vitales par des pièces d'origine ou des équivalents neufs. Cette reconstruction peut également inclure des modernisations ou des modifications. Ces modifications peuvent concerner différents aspects tels que la facilité de maintenance, la durabilité, la capacité de production, l'efficacité et la sécurité. Il est important de noter qu'une pratique intermédiaire de plus en plus courante, appelée "cannibalisation", consiste à récupérer des éléments en bon état à partir de matériel rejeté pour les utiliser comme pièces de rechange ou éléments de rénovation. .

II-7-4- La modernisation :

En remplaçant des équipements, des accessoires, des appareils ou même des logiciels, on peut améliorer les performances et les fonctionnalités du bien au-delà de ce qui était prévu à l'origine. Cette opération peut être effectuée lors d'une rénovation ou d'une reconstruction. Lorsqu'on rénove ou reconstruit un bien durable, il est également possible de remplacer certains de ses sous-ensembles ou organes en utilisant la pratique de l'échange standard.. [10]

II-8- Les niveaux de la maintenance :

La maintenance et l'exploitation d'un bien nécessitent de nombreuses opérations, certaines étant régulières et d'autres ponctuelles. Jusqu'à présent, ces opérations étaient généralement regroupées en 5 niveaux de maintenance. Ces niveaux permettent d'organiser et de hiérarchiser ces opérations de différentes manières. On peut les classer en fonction des personnes impliquées, en prenant en compte les critères suivants :

- Le personnel de production.
- Le personnel de maintenance, en tenant compte des compétences de l'intervenant.
- Le personnel de l'entreprise ou d'un sous-traitant.
- Une combinaison de ces trois acteurs..

1^{er} niveau Au premier niveau de maintenance, il s'agit de réaliser des actions simples nécessaires au bon fonctionnement du bien. Ces actions sont effectuées sur des éléments facilement accessibles en toute sécurité, en utilisant les équipements de support intégrés à l'installation. Dans ce cas, l'utilisateur du bien peut lui-même effectuer ces opérations en suivant les instructions d'utilisation.

Remarque : Ces interventions peuvent être effectuées par le propriétaire ou l'exploitant sur place, sans nécessiter d'outils spéciaux, en se référant aux instructions d'utilisation. Les pièces consommables nécessaires sont généralement peu nombreuses.

Exemples de maintenance préventive : effectuer des rondes de surveillance pour vérifier l'état, effectuer des graissages quotidiens, réaliser des manipulations manuelles sur des éléments mécaniques, relever des valeurs d'état ou d'utilisation, tester les lampes sur un panneau de contrôle, effectuer le nettoyage des filtres.

Exemples de maintenance corrective : remplacer des ampoules, effectuer des ajustements, remplacer des éléments usés ou endommagés sur des composants simples et facilement accessibles.

2^{ème} niveau:

Au deuxième niveau de maintenance, il s'agit de réaliser des actions qui requièrent des procédures simples et/ou des équipements de support, qu'ils soient intégrés au bien ou externes. Cette maintenance est effectuée par du personnel qualifié, en suivant des procédures détaillées et en utilisant les équipements d'assistance spécifiés dans les instructions de maintenance.

Le personnel est considéré comme qualifié lorsqu'il a reçu une formation lui permettant de travailler en toute sécurité sur un bien présentant certains risques potentiels, et lorsqu'il est jugé compétent pour exécuter les tâches qui lui sont assignées, en fonction de ses connaissances et de ses compétences.

Remarque : Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien moyennement qualifié, sur place, en utilisant des outils portables spécifiés dans les instructions de maintenance, en suivant ces mêmes instructions. Les pièces de rechange nécessaires peuvent être rapidement achetées et se trouvent à proximité immédiate du lieu d'exploitation.

Exemples de maintenance préventive: contrôler les paramètres des équipements en fonctionnement à l'aide d'instruments de mesure intégrés au bien ; effectuer des ajustements simples tels que l'alignement des poulies ou des pompes-moteurs ; vérifier les dispositifs de coupure tels que les capteurs, les disjoncteurs, les fusibles, ainsi que les dispositifs de sécurité ; réaliser des graissages à des intervalles peu fréquents (hebdomadaires, mensuels) ; remplacer les filtres difficiles d'accès.

Exemples de maintenance corrective : effectuer des remplacements standardisés de pièces telles que les fusibles, les courroies, les filtres à air, etc. ; remplacer des éléments tels que les joints d'étanchéité, les raccords, etc. ; suivre les étapes de dépannage pour rétablir le fonctionnement ; effectuer des remplacements individuels de composants usés ou endommagés par échange standard,

tels que les rails, les glissières, les roulettes, les rouleaux, les chaînes, les fusibles, les courroies, etc.

3^{ème} niveau :

Au troisième niveau de maintenance, il s'agit de réaliser des opérations de maintenance qui nécessitent des procédures complexes et/ou des équipements de soutien avancés, nécessitant une expertise et une mise en œuvre spécialisées. Ces tâches de maintenance sont effectuées par un technicien qualifié, en suivant des procédures détaillées et en utilisant les équipements de soutien spécifiés dans les instructions de maintenance.

Remarque : Ce type d'intervention peut être réalisé par un technicien spécialisé, soit sur place, soit dans une zone de maintenance dédiée, en utilisant les outils spécifiques mentionnés dans les instructions de maintenance, ainsi que des instruments de mesure et de réglage appropriés, et éventuellement des bancs d'essai et de contrôle pour les équipements. Le technicien doit se référer à toute la documentation nécessaire à la maintenance du bien, et les pièces de rechange sont fournies par le magasin.

Exemples de maintenance préventive : effectuer des contrôles et des réglages nécessitant l'utilisation d'appareils de mesure externes au bien ; réaliser des visites de maintenance préventive sur des équipements complexes ; vérifier l'allumage et la combustion (dans le cas des chaudières) ; effectuer des interventions de maintenance préventive approfondies ; évaluer les paramètres techniques de l'état des biens en utilisant des mesures effectuées à l'aide d'équipements de mesure spécifiques (prélèvement de liquides ou de matériaux, etc.).

Exemples de maintenance corrective : effectuer un diagnostic ; réparer une fuite de fluide réfrigérant (dans le cas d'un groupe de froid) ; restaurer l'isolation thermique ; remplacer des éléments et des composants en utilisant des techniques d'échange standard, sans nécessiter des équipements de soutien communs ou spécialisés (cartes électroniques, volets, pompes, moteurs, engrenages, roulements, etc.) ; résoudre les problèmes des équipements de production en utilisant des outils de mesure et de diagnostic spécifiques.

4^{ème} niveau :

Au quatrième niveau de maintenance, les opérations nécessitent une expertise technique spécifique et/ou l'utilisation d'équipements de soutien spécialisés. Ces tâches de maintenance sont effectuées par des techniciens ou une équipe spécialisée, en suivant les instructions générales ou spécifiques de maintenance.

Remarque : Ce type d'intervention est réalisé par une équipe comprenant un cadre technique hautement spécialisé, dans un atelier équipé d'outils polyvalents (outils mécaniques, câblage, nettoyage, etc.) et éventuellement de bancs de mesure et de références de travail nécessaires. Les techniciens se réfèrent à toute la documentation générale ou spécifique requise.

Exemples de maintenance préventive : effectuer des révisions partielles ou générales sans démontage complet de la machine ; réaliser une analyse vibratoire ; effectuer une analyse Thermographique infrarouge des lubrifiants ; mesurer des paramètres techniques nécessitant l'utilisation d'instruments de mesure collectifs (oscilloscope, collecteur de données vibratoires) avec analyse des données ; effectuer une révision d'une pompe dans un atelier suite à une action préventive.

Exemples de maintenance corrective : remplacer les vannes du compresseur ; remplacer la tête de câble en BTA ; réparer une pompe sur site suite à une panne ; dépanner les équipements de production en utilisant des instruments de mesure ou de diagnostic collectifs et/ou complexes (valise de programmation automatique, système de régulation et de contrôle des commandes numériques, variateurs, etc.).).

5ème niveau :

Au cinquième niveau de maintenance, les opérations nécessitent une expertise spécifique ainsi que l'utilisation de techniques, de technologies et d'équipements industriels spécialisés. Ce type d'intervention de maintenance, tel que la rénovation, la reconstruction, etc., est réalisé par le fabricant lui-même ou par un service ou une entreprise spécialisée, en utilisant des équipements de soutien spécifiquement définis par le fabricant, étroitement liés au processus de fabrication du bien concerné.

Exemples : effectuer des révisions générales en démontant entièrement la machine ; réaliser des ajustements dimensionnels et géométriques précis ; effectuer des réparations majeures effectuées par le fabricant ; procéder au reconditionnement du bien ; remplacer des équipements obsolètes ou ayant atteint leur limite d'usure.

Conclusion :

L'ingénieur en maintenance industrielle a pour mission de veiller au bon fonctionnement des équipements utilisés dans les activités de production.

Son rôle consiste à mettre en place une stratégie de maintenance Corrective et préventive sur le site, ainsi qu'à superviser les équipes placées sous sa responsabilité.

La politique de maintenance doit être adaptée en fonction de la taille de l'entreprise et des objectifs définis par la direction technique.

L'utilisation d'outils informatiques, tels que les systèmes de gestion assistée par ordinateur, simplifie les interventions de maintenance en les rendant plus accessibles et conviviales.

Chapitre III : Les Pannes Mécaniques

Introduction :

L'utilisation prolongée de pièces usagées est la principale cause des problèmes mécaniques d'un moteur. Lorsque le moteur fonctionne, la friction entre les pièces entraîne progressivement l'usure des pistons, des segments, des parois des cylindres, des coussinets, des manivelles, des tourillons, des soupapes et d'autres composants. Cette usure entraîne un jeu accru entre les pièces de haute précision. Lorsque ces jeux dépassent les tolérances acceptables, cela peut entraîner des fuites de pression ou de fluides, ainsi que des chocs entre les pièces, pouvant entraîner des dommages. Ce chapitre explique les problèmes mécaniques courants qui peuvent survenir sur un moteur diesel, leurs symptômes, ainsi que les inspections et les tests nécessaires pour détecter toute source de problème..

III -1 - Organes mécaniques

III -1-1- Organes mobiles :

III-1-1-1- Arbre à cames :

Un arbre à cames est un dispositif mécanique utilisé dans les moteurs à combustion interne à 4 temps pour contrôler de manière synchronisée les soupapes. Cet arbre à cames, illustré dans la figure III-1, se compose d'une tige cylindrique avec des cames qui correspondent aux soupapes à commander, qu'elles soient individuelles ou en groupe. Il glisse sur la tige de soupape ou sur un mécanisme de renvoi tel qu'un patin de culbuteur. Dans les moteurs culbutés ou à valves latérales, l'arbre à cames est positionné au niveau du vilebrequin, tandis que dans les moteurs à arbre à cames en tête, il est placé dans la culasse.

Les arbres à cames sont fabriqués à partir de matériaux résistants à l'usure, car ils subissent des frottements importants avec les poussoirs ou les culbuteurs, notamment lors des démarrages à froid lorsque la lubrification sous pression n'est pas encore établie. Pour les moteurs de grande série, des arbres à cames trempés sur les cames et les portées sont généralement utilisés.. [11]



Figure III. 1. Arbre à came

A) Moteur arbre à cames près du vilebrequin:

Dans un moteur culbuté, l'arbre à cames est situé près du vilebrequin, et transmet son mouvement aux soupapes à travers des tiges et culbuteurs (figure III -2).



Figure III. 2. Tige de culbuteur



Figure III. 3. culbuteur

Un problème avec ce type de moteur réside dans la complexité de la chaîne cinématique, qui implique de nombreux Mouvements alternatifs tels que les tiges, les culbuteurs et les soupapes. L'arbre à cames est toujours positionné dans la partie inférieure du moteur, car il est relié au châssis ou à une chaîne pour assurer sa synchronisation. Cela signifie que le contrôle des soupapes nécessite l'utilisation de longues tiges de rappel pour atteindre les culbuteurs, comme illustré dans la figure III-3. Cela entraîne une augmentation du poids des pièces en mouvement. [11]

B) Arbre à cames en tête :

L'arbre à cames en tête (voir figure III-4) est une disposition spécifique où l'arbre à cames ou les arbres à cames sont positionnés au-dessus de la culasse afin d'améliorer le contrôle des soupapes en réduisant les mouvements alternatifs des pièces. Dans les moteurs à soupapes en tête, il est courant d'utiliser un mouvement rotatif provenant du vilebrequin pour commander l'ouverture des soupapes via un arbre à cames. En plaçant l'arbre à cames en tête, c'est-à-dire en haut du moteur, les tiges de

rappel ne sont plus nécessaires. La synchronisation de l'arbre à cames est assurée par une transmission qui permet un décalage de l'axe de rotation. Cette solution, initialement utilisée en compétition, s'est progressivement généralisée à tous les moteurs de véhicules de tourisme.

Pour éviter l'encombrement des soupapes à des régimes élevés (environ 4000 tr/min et plus), il est préférable de réduire au minimum les pièces soumises à des mouvements alternatifs, comme les poussoirs, les tiges de culbuteur et les culbuteurs eux-mêmes. En éliminant ces pièces, on élimine les jeux mécaniques indésirables, ce qui améliore la précision du contrôle des soupapes. Ainsi, l'arbre à cames est placé directement au-dessus des soupapes.

La transmission du mouvement rotatif du vilebrequin vers l'arbre à cames se fait par le biais d'une chaîne, d'une courroie crantée, d'une cascade de pignons, d'un arbre à paires coniques, etc. Il est essentiel de maintenir une synchronisation stricte avec un rapport de deux tours de vilebrequin pour un tour d'arbre à cames. Lorsque toutes les soupapes sont alignées sur une même ligne, un simple arbre à cames suffit pour actionner toutes les soupapes, sans avoir besoin de culbuteurs ni d'un deuxième arbre.



Figure III. 4. Arbre à came en tête [12]

Pendant longtemps, les fabricants ont favorisé l'utilisation de l'arbre à cames en tête dans les voitures de grande série, en raison des coûts d'entretien, des problèmes de lubrification et des modifications nécessaires dans les chaînes de production des moteurs. En réalité, l'arbre à cames en tête présente un intérêt principalement pour atteindre des régimes élevés, et il était courant de le réserver aux moteurs sportifs. Aujourd'hui, la majorité des moteurs automobiles sont équipés d'un arbre à cames en tête, souvent double, pour actionner les 16 soupapes courantes sur les moteurs à espacement réduit dans le compartiment moteur des voitures, au lieu des motorisations à soupapes latérales ou à arbre à cames en tête avec culbuteurs.

Les moteurs à arbre à cames en tête atteignent leur couple et leur puissance maximale à des régimes moteurs plus élevés que ceux des moteurs à soupapes en tête avec culbuteurs. Afin de maximiser leur efficacité, les constructeurs automobiles doivent les combiner avec des transmissions comportant un grand nombre de rapports.

Parmi les dernières avancées, on trouve les moteurs à distribution variable, la technologie des cames

ainsi que différents dispositifs permettant de modifier la position ou le profil de l'arbre à cames pendant le fonctionnement du moteur. Ces fonctionnalités contribuent à améliorer l'efficacité du moteur à la fois à haut régime et à bas régime. Malheureusement, le coût de ces dispositifs limite leur utilisation aux modèles haut de gamme et aux voitures sportives.. [13]

C) Doubles arbres à cames en tête :

Au début des années 1970, une modification a été apportée pour permettre un positionnement optimal de la bougie au centre de la chambre de combustion dans la culasse et faciliter le réglage des distributions. Cela a été réalisé en utilisant un arbre à cames pour les soupapes d'admission et un autre pour les soupapes d'échappement. Ces deux arbres à cames en tête sont placés avec un espace entre eux, comme illustré dans la figure III-5.

Le double arbre à cames en tête est une version améliorée de l'arbre à cames en tête, où chaque rangée de soupapes (admission et échappement) est contrôlée par un arbre séparé. Cette technique permet d'éliminer presque toutes les pièces intermédiaires entre l'arbre à cames et la soupape, ce qui réduit la friction, le bruit mécanique causé par les jeux et permet au moteur de tourner à des vitesses plus élevées.

Il est important de noter que la notion de double arbre à cames concerne chaque rangée de cylindres. Par exemple, un moteur en V avec un seul arbre à cames par rangée de cylindres est considéré comme un arbre à cames simple, même s'il y a deux arbres à cames au total. Parfois, des moteurs avec plusieurs rangées de cylindres sont appelés quadruples arbres à cames en tête, ce qui signifie que chaque rangée de cylindres dispose d'un double arbre à cames en tête.

Le double arbre à cames est souvent associé à des distributions utilisant quatre soupapes par cylindre, mais cela n'est pas obligatoire. Les moteurs avec deux arbres à cames sont présents dès 1912 chez Peugeot grâce à Ernest Henry et chez Fiat. La généralisation du double arbre à cames en tête a commencé dans les années 1960 dans l'industrie automobile, tandis que dans l'industrie motocycliste, cela s'est répandu grâce aux constructeurs japonais sur les motos de tourisme.. [11]

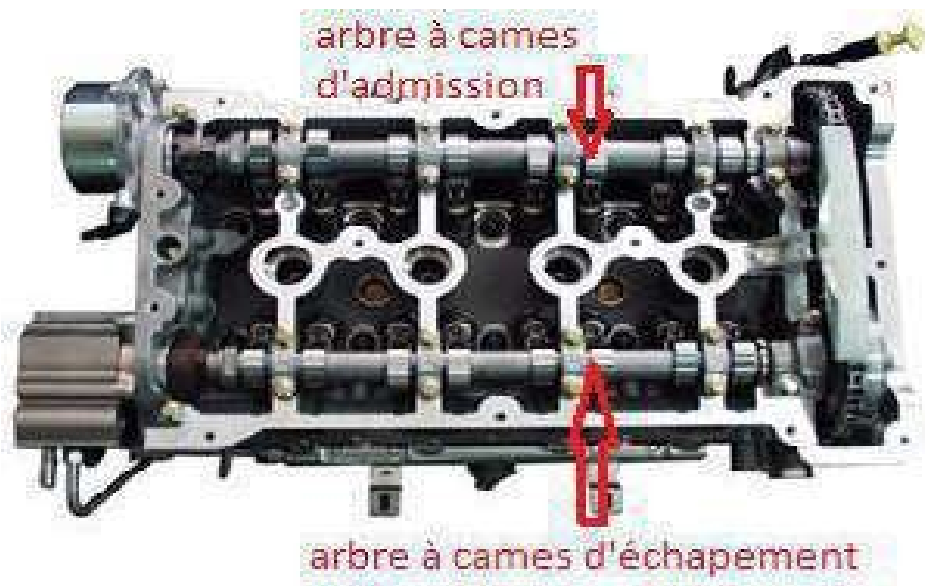


Figure III. 5. double arbre cames en tête

III -1-1-2- Soupape :

La soupape (figure III-6) est un élément essentiel dans un moteur à combustion interne, car elle contrôle le flux d'entrée et de sortie des gaz dans la chambre de combustion. Au fil du temps, la forme des soupapes s'est standardisée et elles ressemblent désormais à un champignon. La partie supérieure de la soupape, qui constitue l'élément d'obturation, s'appuie sur le siège de la culasse et est soutenue et guidée par une tige cylindrique. Les soupapes effectuent un mouvement alternatif et s'ouvrent à l'intérieur de la chambre de combustion, ce qui favorise l'étanchéité grâce à la pression des gaz.

Bien que cet organe paraisse simple, il fonctionne dans des conditions critiques, en particulier à l'échappement. Par conséquent, la conception d'une soupape nécessite des études minutieuses pour définir les dimensions et les matériaux appropriés.. [13]

...



Figure III. 6. Soupape [13]

A) Pannes ou problèmes :

Une soupape peut rencontrer différentes pannes ou problèmes, tout comme tout autre élément mécanique d'une voiture. Voici quelques cas les plus courants :

Des problèmes peuvent survenir au niveau des ressorts de l'arbre à cames et des poussoirs. Pour corriger ce défaut, il est souvent nécessaire d'effectuer un ajustement en utilisant les vis du culbuteur ou les pastilles de poussée.

Si le ressort est défectueux, il ne peut plus exercer une pression sur la soupape, ce qui empêche la compression dans le cylindre.

Une soupape tordue ne peut plus fonctionner correctement, car elle ne peut pas revenir à sa position initiale. Elle risque donc de heurter le piston lorsque celui-ci est en mouvement.

Les soupapes mal entretenues peuvent présenter des fissures ou des craquements.

Enfin, une panne de distribution peut se produire en cas de température élevée ou de manque de lubrification.

Il est important de prendre soin de ces éléments et de les entretenir régulièrement pour éviter ces problèmes et assurer le bon fonctionnement du moteur.

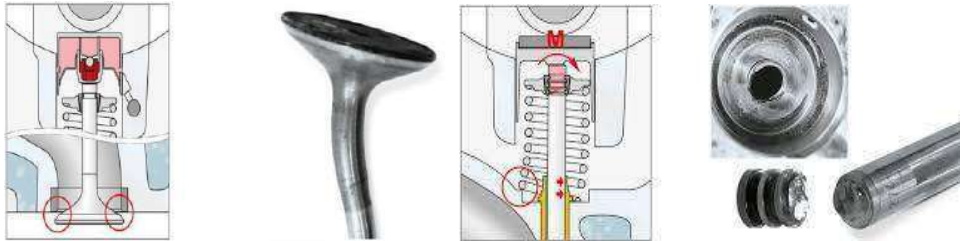


Figure III. 7. Panne de soupape

B)Entretien et réparation des soupapes du moteur :

Lorsque les soupapes sont défectueuses ou obstruées, elles peuvent ne plus fonctionner correctement et présenter des fissures, comme nous l'avons mentionné précédemment. Cependant, si ces pièces ne sont pas correctement entretenues, cela peut entraîner une diminution des performances du moteur.

Pour éviter d'avoir à remplacer des éléments de la distribution, il est recommandé de retirer périodiquement les soupapes du moteur afin de les inspecter. Cela permet de limiter les dépenses inutiles. Si les soupapes ne sont pas endommagées, il peut être nécessaire de les nettoyer, ainsi que les autres composants de la distribution tels que les ressorts, les cylindres et les rotors. Si besoin, des ajustements peuvent être effectués à l'aide des vis appropriées.

Bien entendu, lorsqu'une soupape motrice présente une usure avérée, ainsi que certaines pièces associées, il est essentiel de les remplacer sans hésitation. Cela garantit le bon fonctionnement du moteur à long terme.

III -2-1-3- Piston :

Le piston (voir Figure III-8) se déplace de manière Linéaire alternative et transmet les impulsions. Il se déplace librement et assure l'étanchéité du cylindre. Cette étanchéité est assurée par trois segments :

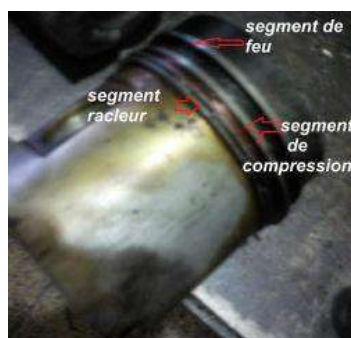


Figure III. 8. Piston

- Le premier segment, appelé "coup de feu", bloque le rayonnement thermique généré par l'explosion.
- Le deuxième segment, appelé "d'étanchéité", empêche les gaz de passer dans la partie inférieure.
- Le troisième segment, appelé "racleur d'huile", empêche les remontées d'huile, étale un film d'huile de graissage, et élimine l'excès d'huile.

Les pistons sont généralement fabriqués à partir d'alliages d'aluminium, notamment l'aluminium-cuivre, l'aluminium-cuivre-nickel (ou fer), et l'aluminium-silicium. La catégorie la plus utilisée est l'aluminium-silicium en raison de ses excellentes propriétés de résistance mécanique, de son faible coefficient de dilatation et de ses bons coefficients de conduction thermique.

Dans les moteurs à combustion interne, le piston doit remplir les conditions suivantes :

- Transmettre les forces générées par les gaz de combustion au vilebrequin par l'intermédiaire de la bielle.
- Assurer l'étanchéité aux gaz et à l'huile de graissage, tout en transférant la chaleur des gaz aux cylindres.

La fonction principale du piston est liée à sa résistance mécanique, déterminée par le dimensionnement et le choix des matériaux.

Une bonne étanchéité permet d'utiliser pleinement l'énergie produite lors de la combustion et évite que les gaz ne s'échappent vers le carter, ce qui pourrait entraîner la combustion de l'huile et causer des problèmes de grippage et d'usure des segments.

La dissipation de la chaleur provenant de la tête du piston peut être réalisée en profilant l'intérieur du piston, en refroidissant la partie intérieure de la tête avec des jets d'huile ou en intégrant des cavités annulaires ou un serpentin dans le corps de la tête ou autour de la chambre de combustion, par lesquels circule de l'huile de refroidissement. La partie supérieure du piston, exposée directement aux effets de la combustion, constitue la première barrière qui retient les gaz lors de leur détente.

Un jeu excessif favorise la formation de dépôts de suie. En revanche, un jeu trop faible entre le piston et les segments peut entraîner un risque de grippage. Il est donc recommandé de positionner le segment de la première gorge aussi bas que possible, car il est particulièrement exposé dans cette zone. **[11]**

A) Dommages de la tête de piston :

Grippage par surchauffe (concentré sur la tête du piston) Surchauffe due à des dysfonctionnements de combustion

- Gicleur d'huile déformé /bouclé.
- Montage de mauvais pistons.
- Défauts dans le système de refroidissement.
- Réduction de jeu au niveau de la surface de glissement Supérieure



Figure III. 9. Dommages de la tête de piston

❖ Traces de chocs :

- ☐ Dépassement du piston trop important.
- ☐ Réusinage excessif de la surface portante de la culasse.
- ☐ Retrait de la soupape incorrect.
- ☐ Mauvais joint de culasse.
- ☐ Dépôts de calamine sur la tête du piston.

- Jeu de soupape trop faible.
- Temps de commande incorrects suite à un mauvais réglage ou à une courroie dentée qui a sauté.



Figure III. 10. Traces de chocs

- ❖ Fusions:
 - Mauvais injecteurs.
 - Quantité d'injection incorrecte.
 - Moment de l'injection incorrect.
 - Compression insuffisante.
 - Retard d'auto-allumage.
 - Vibrations des conduits d'injection.



Figure III. 11. Fusions de piston

B) Dommages au niveau des segments de piston :

Érosion de matière dans la segmentation :

- ☐ Erreur de montage des pistons.
- ☐ Execs de carburant.
- ☐ Forte usure axiale de la gorge et des segments De piston.



Figure III. 12. la segmentation de piston

C) Causes de dommages des segments de piston:

- ☐ Jeu à la coupe des segments de piston trop faible.
- ☐ Butée du piston contre la culasse.
- ☐ Déplacement oblique du piston.
- ☐ Cylindres excentriques.
- ☐ Cylindres usés.

Présence de crasse dans l'air d'aspiration.

D) Les Pannes résultants des segments de piston endommagées :

- ☐ Consommation d'huile élevée.
- ☐ Forte usure du cylindre.
- ☐ Grippage du piston.

- ☐ Perte de puissance.
- ☐ fumée bleu.

III -2-1-4- Bielle :

La bielle (figure III-13) est un organe reliant le piston au vilebrequin. Elle subit de multiples contraintes: compression, extension, flexion. La bielle est souvent fabriquée en acier dur Mais dans le cas des moteurs à haute performance, le titane est préférable en raison de son poids et de sa dureté.



Figure III. 13. Bielle

III -2-1-4-1-Bielle monobloc :

La bielle est faite en une seule pièce (figure III-14).

Elle nécessite l'utilisation d'un vilebrequin démontable. Le maneton est monté serré dans les masses de vilebrequin



Figure III. 14. Bielle monobloc [15]

III -2-1-4-2- Bielle assemblée :

La bielle est en deux parties, la tête dispose d'un « chapeau » qui sera maintenu par deux vis et/ou boulons.

Une bielle assemblée (figure III-15) permet l'utilisation d'un vilebrequin monobloc et facilite l'intervention sur les pièces mouvement. [15]



Figure III. 15. Bielle assemblée

III -1-1-4-3- Bielle fendue :

Méthode peu répandue, la bielle principale est fendue au niveau de la tête pour permettre à la bielle secondaire de s'accoupler au même maneton du vilebrequin (figure III- 16). [15]



Figure III. 16. Bielle fendue [15]

A) Que signifie « couler une bielle » et quelles en sont les causes ?

Couler une bielle est l'expression consacrée à un symptôme dû à une surchauffe du moteur qui tend à faire fondre un coussinet. C'est l'insuffisance de lubrification de la bielle qui provoque un échauffement des. Dès lors, une panne moteur intervient.

Elle se caractérise par un cognement et des chocs destructeurs. Parmi les principales causes de bielle coulée, on retrouve fréquemment :



Figure III. 17. Une bielle fissurée

- un niveau d'huile insuffisant dans le carter.
- une pompe à huile défectueuse.
- l'encrassement du filtre à huile.

B) Précautions à prendre pour éviter de couler une bielle :

Afin d'éviter d'endommager le moteur, il est important de prendre quelques précautions. Voici quelques recommandations simples :

- Faire vidanger le moteur selon les intervalles recommandés, en fonction du kilométrage. En général, une vidange tous les 10 000 à 15 000 km est conseillée.
- Utiliser une huile moteur de qualité supérieure.
- Vérifier régulièrement le niveau d'huile dans le carter. Il doit se situer entre les repères minimum et maximum. Si le niveau est trop bas, il est nécessaire de le compléter immédiatement.
- Éviter de solliciter le moteur à des régimes de rotation élevés de manière excessive.

En suivant ces conseils simples, vous pouvez contribuer à préserver la santé de votre moteur et éviter d'éventuelles complications.

c) Réparation d'une bielle coulée :

Lorsqu'un robinet est endommagé, cela peut avoir de graves conséquences sur le moteur. Dans la plupart des cas,

la réparation implique de retirer le moteur afin d'extraire le vilebrequin de son logement. Ensuite, deux situations possibles sont examinées en fonction du diagnostic :

- Si le vilebrequin présente des défauts, il doit être remplacé par un nouveau.
- Si le vilebrequin est en bon état, les bielles et les coussinets seront démontés et remplacés par des pièces neuves.

[16]

Ces étapes sont nécessaires pour réparer le problème du robinet coulé et assurer le bon fonctionnement du moteur.

III -1-1-5- Vilebrequin :

Le vilebrequin (figure III-18) est une pièce essentielle du système bielle-manivelle dans un moteur. Son rôle est de convertir le mouvement rectiligne alternatif du piston en un mouvement de rotation.

Chaque manivelle est composée de deux bras appelés "bracelets" ou "flaques", ainsi que du maneton, également connu sous le nom de portée de bielle, qui tourne à l'intérieur du coussinet situé à l'extrémité de la bielle. Les parties du vilebrequin situées sur l'axe de rotation de l'arbre sont appelées portées, ou portées de ligne d'arbres.

Le vilebrequin assure donc une fonction cruciale en permettant la transformation du mouvement linéaire du piston en un mouvement rotatif, contribuant ainsi au bon fonctionnement du moteur..

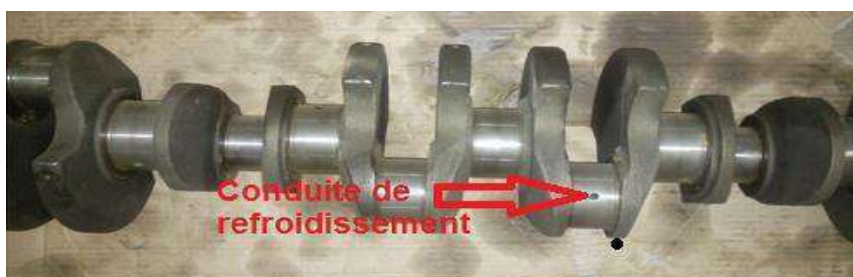


Figure III. 18. Vilebrequin

Dans les moteurs en ligne, le vilebrequin est constitué d'un nombre de manivelles égal au nombre de cylindres. Dans les moteurs à cylindres opposés, le nombre de manivelles peut être égal au nombre de cylindres ou à la moitié de celui-ci. Quant aux moteurs en V, le nombre de manivelles est généralement la moitié du nombre de cylindres. En ce qui concerne les couches de ligne d'arbre, leur nombre peut varier considérablement. Par exemple, un moteur à quatre cylindres peut avoir deux, trois, quatre ou cinq couches de ligne d'arbre, en fonction de considérations techniques et économiques.

Un moteur à deux niveaux est moins coûteux à fabriquer, mais il limite les régimes élevés et les puissances spécifiques élevées. Cela est dû à la nécessité d'avoir des manivelles et des têtes de bielle de diamètre important pour éviter les flexions du vilebrequin et les vibrations indésirables. Cependant, cela entraîne des masses tournantes importantes, ce qui est incompatible avec des régimes très élevés. De plus, les vibrations de flexion du châssis peuvent provoquer du bruit.

Ainsi, de nos jours, la solution du vilebrequin à deux niveaux n'est plus utilisée pour les moteurs à quatre cylindres. La plupart des moteurs à quatre cylindres sont maintenant à trois niveaux, et les moteurs plus récents, notamment ceux à cylindrée élevée, utilisent souvent cinq niveaux. Bien que plus coûteuse, cette configuration permet d'atteindre des puissances spécifiques élevées tout en réduisant le poids total du moteur.

Généralement, les moteurs à six cylindres en ligne ont sept niveaux, les moteurs V6 ont quatre niveaux et les moteurs V8 ont cinq niveaux. Le vilebrequin comporte une bride à son extrémité pour fixer le volant moteur, qui à son tour supporte l'embrayage. À l'autre extrémité, une forme appropriée est prévue pour le calage de l'engrenage de distribution et pour l'entraînement par des poulies.

Le matériau couramment utilisé pour la construction du vilebrequin est l'acier au carbone. Dans les cas où des charges élevées sont présentes, des aciers au nickel-chrome ou au chrome molybdène-vanadium sont utilisés.. [11]

A) Les cassures du vilebrequin ont bien plus souvent les causes suivantes:

Le vilebrequin peut subir différentes contraintes qui peuvent causer des dommages :

- Une surcharge mécanique résultant de problèmes de combustion, de chocs violents, etc.
- Un blocage soudain du moteur dû à un problème avec la boîte de vitesses ou des serrages excessifs.
- Des vibrations excessives, par exemple en présence d'amortisseurs de vibrations, de volants d'inertie ou d'embrayages défectueux.

Ces facteurs peuvent mettre le vilebrequin sous pression et entraîner des problèmes potentiels.

- Affaiblissement du matériau suite à des dommages préalables des paliers ou des manetonssur Chauffès, etc...
- - Des modifications non autorisées des paliers de vilebrequin.
- - Des dommages mécaniques subis par le vilebrequin avant son installation.

- Ces problèmes peuvent compromettre le bon fonctionnement du vilebrequin.

B) Les erreurs de montage sont les causes de dommages les plus fréquentes des vilebrequins et des paliers de même que de l'usure :

Les problèmes potentiels liés au vilebrequin :

- Perte de dureté des manivelles due à des dommages antérieurs aux surfaces ou à des retouches excessives.
- Utilisation de coussinets rugueux, tels que des coussinets à trois parties normales au lieu de coussinets lisses.
- Présence de fissures ou d'absence de trous d'huile dans les manivelles.
- Non-respect du jeu de coussin prescrit. Cela peut être causé par un carter de vilebrequin usé ou déformé, des manivelles surdimensionnées ou sous-dimensionnées, ou des erreurs de géométrie telles que des manivelles coniques ou bombées.

Ces problèmes peuvent avoir un impact sur le bon fonctionnement et la durabilité du vilebrequin.



Figure III. 19. Vilebrequin

- Manque d'huile lubrifiante lors de la mise en service en raison d'un non-remplissage et d'une mise sous pression préalable du circuit d'huile.
- Présence de débris dans le circuit d'huile moteur après un dommage au palier.
- Non-remplacement du radiateur, de l'huile moteur et du filtre à huile.
- Absence de contrôle ou de réparation des diamètres d'alésage de base des couches de vilebrequin dans le carter de vilebrequin après un dommage antérieur.
- Installation incorrecte des chapeaux principaux ou des coussinets.
- Utilisation de paires de serrage incorrectes et/ou de vieux boulons de chapeau de coussinet.

- Non-respect des instructions du fabricant lors de la mise en service du moteur.

Ces problèmes peuvent avoir un impact négatif sur le fonctionnement et la durabilité du vilebrequin.

C) Conseils et astuces pour une longue durée de vie de votre vilebrequin :

Assurez-vous d'avoir une quantité suffisante d'huile dans le moteur, conformément aux instructions du fabricant.

- Utilisez de l'huile de la bonne spécification et évitez d'utiliser de l'huile imprégnée ou trop vieille.
- Prévenez la contamination de l'huile moteur par des liquides de refroidissement ou du carburant.
- Évitez les défauts dans le circuit d'huile qui pourraient entraîner des problèmes de pression d'huile, tels qu'une pompe à huile défectueuse, une vanne de surpression défectueuse, des injecteurs ou des filtres à air défectueux, des conduites ou des canaux obstrués, etc.
- Évitez une température excessive de l'huile moteur pour éviter la détérioration du film lubrifiant. [17]

Ces mesures aideront à maintenir l'efficacité et la durabilité de l'huile moteur. [17]

III -2-1-6- Volant-moteur:

Le volant moteur (illustré dans la figure III-20) est une pièce lourde qui aide à réguler la rotation du moteur. Il remplit également d'autres fonctions secondaires :

- Il sert de support à la couronne de lancement du démarreur.
- Il est utilisé pour le système d'embrayage et fournit une surface de support pour le disque d'embrayage.
- Il peut parfois accueillir le marqueur d'allumage ou le dispositif de déclenchement du marqueur P.M.H.

L'acier est généralement utilisé pour fabriquer le volant en raison des vitesses de rotation élevées qui génèrent des forces centrifuges pouvant provoquer l'éclatement du volant. Cependant, la fonte sphéroïdale peut également être utilisée car elle présente des caractéristiques similaires à l'acier, notamment une résistance mécanique élevée et une bonne capacité d'amortissement des vibrations. La fonte conventionnelle peut être utilisée dans des moteurs à basse vitesse.

L'équilibrage du volant moteur est réalisé avec le vilebrequin déjà assemblé. [11]



Figure III. 20. volant-moteur

A) Quelles sont les causes des pannes de volant moteur ?

La durée de vie du volant moteur est d'environ 200 000 km, mais il peut présenter des dysfonctionnements sur certains modèles de véhicules bien avant d'atteindre cette distance. Il est important de noter que les pannes sont plus fréquentes sur les voitures diesel récentes, car le volant moteur est plus fragile que celui utilisé dans les anciens modèles.

Le problème est généralement causé par les ressorts intégrés dans la pièce, qui s'affaiblissent avec le temps et finissent par se casser..

B) Symptômes d'un volant moteur défectueux :

Il n'est pas toujours évident d'identifier un volant moteur défectueux, mais plusieurs symptômes peuvent indiquer un problème à son niveau ou à celui de l'embrayage:

- Des vibrations fortes ressenties au niveau du moteur et de la pédale d'embrayage.
- Des difficultés à passer les vitesses, accompagnées de tremblements.
- Un bruit étrange lors de l'embrayage, comme des claquements à l'arrêt.

Ces signes peuvent être confondus avec ceux d'un embrayage défectueux.

La rupture du volant moteur est rarement due à une fatigue du matériau après une longue durée de fonctionnement. [18]

III -1-1-7- Coussinets :

Les coussinets (figure III-21) sont des pièces constituées d'un matériau antifriction appelé régule, qui sont utilisées pour guider et soutenir les parties mobiles. Leur rôle principal est de réduire les frictions, ce qui permet de diminuer les résistances au mouvement et d'éviter l'usure et l'adhérence des pièces. Les coussinets se composent de deux éléments appelés coquilles et peuvent parfois être formés d'une seule pièce, appelée anneau...



Figure III. 21. Coussinet

Les coussinets sont généralement fabriqués à partir d'alliages de bronze contenant de l'antimoine ou du plomb. Ils sont souvent montés sur les différentes parties de l'arbre moteur, les manivelles, les paliers de l'arbre à cames, certains arbres de la boîte de vitesses, etc.

Les coussinets en bronze, qui sont utilisés dans les gros moteurs, sont moins courants. Les coussinets doivent posséder certaines caractéristiques spécifiques. Tout d'abord, ils doivent être compatibles avec les organes en mouvement, ce qui signifie généralement qu'ils doivent être composés de matériaux différents de ceux avec lesquels ils entrent en contact (par exemple, éviter l'acier sur acier). Deuxièmement, ils doivent être capables de supporter des pressions spécifiques et des vitesses de frottement élevées. [11]

III -1-2-Organes fixes :

III -1-2-1- Resurfaçage des plans de culasse :

Cette opération a trois objectifs importants. Le premier consiste à remonter les culasses en s'assurant que les surfaces d'étanchéité sont parfaitement nettoyées et planes. Le deuxième objectif est d'éliminer les petits trous causés par la corrosion de l'alliage d'aluminium lorsqu'il est en contact avec le liquide de refroidissement. Enfin, le troisième objectif est d'augmenter légèrement le taux de compression.. [19]



Figure III. 22. Culassereresurfacée

- **Pannes résultants de du joint de culasse :**
- **une perte de lubrification**, et donc une consommation d'huile moteur excessive
- **une perte de puissance** anormale.
- la présence de **liquide de refroidissement dans le cylindre**, empêchant tout simplement le moteur de fonctionner

Les symptômes d'endommagement du joint culasse :

- une **importante fumée blanche** qui s'échappe du pot d'échappement.
- une **surchauffe du moteur**.
- une baisse du niveau de liquide de refroidissement.
- voire une **baisse de l'huile moteur**.
- **Démarrage impossible où difficile [20]**



Figure III. 23. Joint Culasse

III -1-2-2- Cylindre et bloc cylindre :

Le bloc moteur, également appelé bloc cylindres, est une pièce essentielle du moteur. Il est fabriqué en fonte moulée et usinée, ou parfois en fonte d'aluminium. Sa forme enveloppe les cylindres et il abrite les différents composants du moteur. Le bloc moteur remplit plusieurs fonctions cruciales :

- Assurer un mouvement fluide des pièces mobiles du moteur sans rencontrer d'obstacles.
- Résister aux fortes pressions générées lors de la combustion sans se déformer.
- Offrir une bonne conductibilité thermique pour permettre un bon échange de chaleur.

- Être résistant à la corrosion causée par le liquide de refroidissement.

À sa partie supérieure, le bloc moteur est équipé d'une ou plusieurs culasses, tandis qu'à sa partie inférieure, il est connecté à un carter d'huile. Il est important de noter que les pistons ne frottent pas directement contre les parois internes du bloc moteur. [13]

(La figure III-24) illustre bloc moteur DEUTZ :



Figure III. 24. Bloc moteur DEUTZ

A) Bloc usiné non chemisé :

La partie interne du bloc (figure III-25) reçoit un usinage et un traitement spécial de la paroi. L'ébauche et la demi-finition est des opérations d'alésage alors que la finition est une opération de glaçage à l'aide de rodoirs. [21]

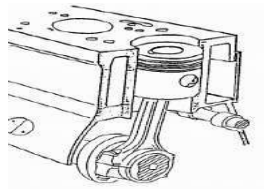


Figure III. 25. Bloc usiné non chemisé [21]

A) Bloc avec une chemise sèche :

Un cylindre métallique en acier spécial traité, appelé chemise (figure III -26), s'interpose entre le bloc et le piston. Dans le cas d'une chemise sèche, il n'y a aucun contact direct entre celle-ci et le circuit de refroidissement. [21]

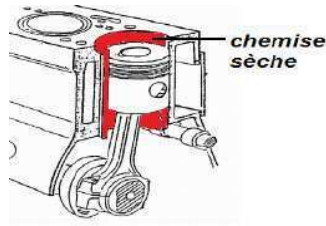


Figure III. 26. Bloc avec une chemise sèche [21]

B) Bloc chemise humide :

Un cylindre métallique en acier spécial traité, appelé chemise, s'interpose entre le bloc et le piston. Dans le cas d'une chemise humide, il y a contact direct entre la chemise et le liquide de refroidissement [21]

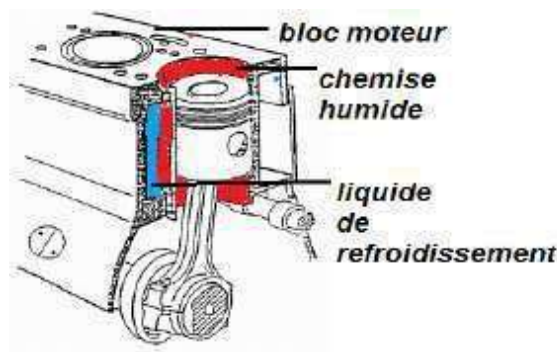


Figure III. 27. Bloc chemise humide

Dommages au niveau de la chemise

- Logement incorrect/imprécis de la chemise de cylindre.
- Utilisation de mauvais joints toriques.
- Utilisation d'un liquide de refroidissement inapproprié.
- Pression d'admission insuffisante dans le système de refroidissement.
- Température de service trop basse/haute.
- Flux du liquide de refroidissement insuffisant. [14]



Figure III. 28. Dommages au niveau de la chemise

III -1-2-3- Carter d'huile :

Le carter d'huile (figure III -29) est réalisé soit en tôle emboutie, soit ou coulé en alliage léger. Il est positionné sous le bloc moteur et constitue la réserve d'huile du circuit de graissage.



Figure III. 29. Carter d'huile

A) Fonctionnement d'un carter d'huile :

Le carter à huile, situé dans la partie inférieure du moteur, est un réservoir métallique en aluminium (selon le type de moteur). Son rôle principal est de contenir l'huile de lubrification nécessaire aux différentes pièces mobiles du moteur, tant dans la partie supérieure que dans la partie inférieure.

L'huile moteur est pompée sous pression par la pompe à huile et circule à travers le filtre à huile pour ensuite descendre par gravité dans le carter à huile. Cette huile lubrifie les différentes pièces du moteur, telles que le vilebrequin, l'arbre à cames et le turbocompresseur.

Le carter à huile est solidement fixé au bloc moteur à l'aide de plusieurs vis (environ une vingtaine). Dans la partie inférieure du carter se trouve le bouchon de vidange, qui permet de vider l'huile lors de la vidange du moteur.

Pour assurer l'étanchéité, le carter à huile est équipé de deux joints :

- Un joint assure l'étanchéité entre le carter à huile et le bloc moteur.
- Un autre joint assure l'étanchéité du bouchon d'huile.

Lors des révisions du moteur, il est important de vérifier l'état des joints d'étanchéité et de les remplacer si nécessaire

B) Quand changez un carter d'huile :

Le carter d'huile n'a pas de période de remplacement fixe, on le change en cas de déformation ou en

cas de fissure à cause d'un accident ou d'un choc inférieur. Nous vous conseillons lors du changement du carter d'huile de faire la vidange et de remplacer le filtre à huile.

C) Symptômes et pannes d'un carter d'huile :

Un carter d'huile défectueux peut présenter plusieurs signes :

- Des traces d'huile visibles sous le véhicule indiquent une fuite au niveau du carter.
- Le voyant de niveau d'huile du moteur s'allume sur le tableau de bord en raison d'une fuite dans le carter.
- Des fissures ou des déformations peuvent être observées sur le carter d'huile.
- Une mauvaise manipulation lors du serrage du bouchon de vidange peut endommager le filetage et provoquer une fuite d'huile dans le carter.

Si le filtre à huile est endommagé et n'est pas remplacé à temps, cela peut entraîner une fuite d'huile, ce qui compromet la lubrification des différentes pièces du moteur. Cela peut entraîner des dommages et même la défaillance du moteur. [13]

Conclusion:

Ce chapitre aborde les problèmes courants rencontrés sur un moteur diesel ainsi que leurs symptômes. Il fournit également des informations sur les inspections et les tests nécessaires pour détecter la source de ce problème

Chapitre IV

Etude des cas Sur moteur Diesie

Introduction :

Nous avons choisi d’étudier les pannes du moteur diesel 1.9 D dans le but de connaître les pannes et les anomalies courantes pour pouvoir établir et réaliser un plan de maintenance pour ce moteur. C’est l’objectif du dernier chapitre où on tente par l’exploitation de l’historique de panne de la moteur de faire face à l’étude expérimentale des analyses fonctionnelles et des indicateurs.

IV-2- Analyse fonctionnelle :

IV-2-1- La Bête à cornes :

1/ A qui ou quoi le produit rend-il service ?

- La réponse : l'utilisateur.

2/ Sur qui ou quoi agit-il ?

- La réponse : il agit carburant

3/ Dans quel but ?

- La réponse : crée de mécanique à partir de carburant pour mouvoir un véhicule

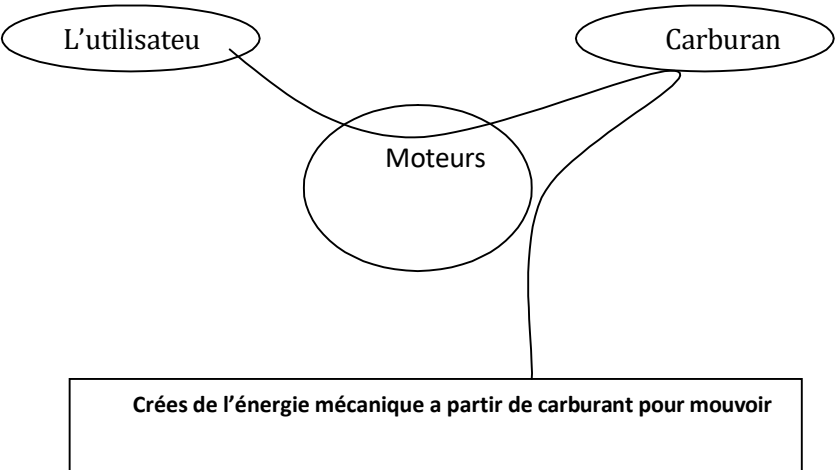


Figure IV. 1. La Bête à cornes

IV-2-2- La pieuvre:

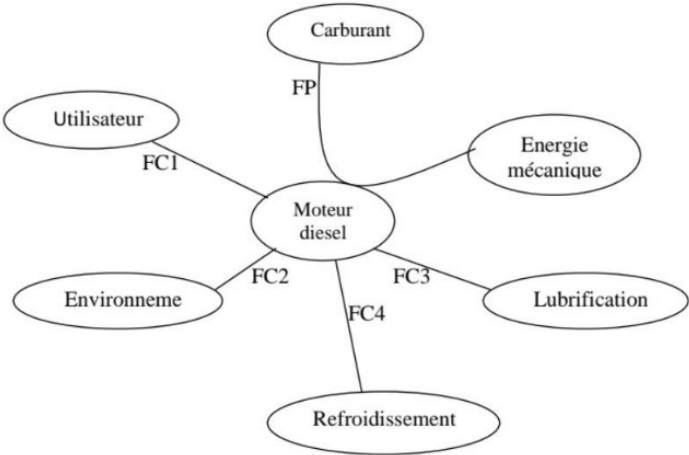


Figure IV. 2. La pieuvre:

Tableau fonctionnelle : Chacune de ses fonctions sont bien expliquer dans le tableau suivant:

Tableau IV. 1. Fonction et leurs signification

Fonctio ns	Significations
FP	Transformation l’énergie de carburant en énergie mécanique
FC1	Control de moteur
FC2	Eviter ou maximum les nuisances
FC3	Réduire le coefficient de frottement
FC4	Assure le fonctionnement à une température optimale

IV-2-3- S.A.D.T: analyse descendante et liens inter-fonctionnelle carburant

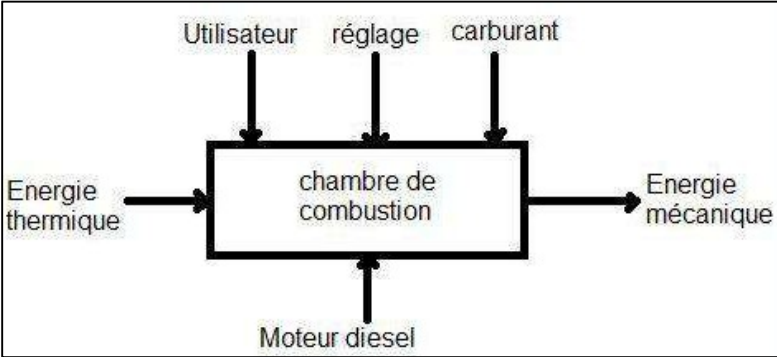


Figure IV. 3. analyse descendante et liens inter-fonctionnelle

IV-3- L'application Pratique des méthodes d'analyse :

❖ Exploitation de l’historique :

L’historique de panne (moteur Renault 1.9 D), le traitement des données brutes de l'historique (tableau IV-2), passe par :

- TA : Les heures d'arrêt suite à des pannes.
- TBF : Les heures de bon fonctionnement.
- TTR : Le calcul des heures techniques de réparation

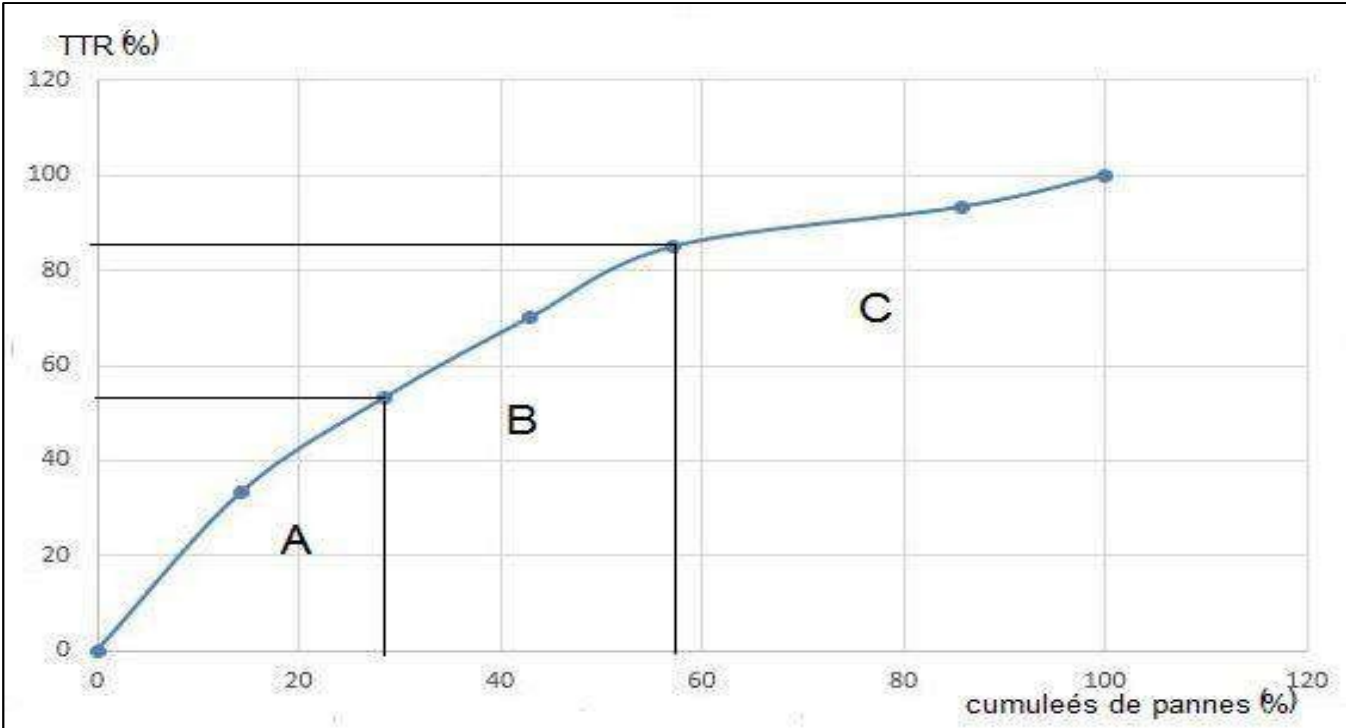
Tableau IV. 2Dossier historique du moteur (Renault 1.9 D).

N°	Date d’exploitation	Date d’arrêt	TBF(h)	TTR(h)	Panne	Cause probable
1	10/01/2017	20/04/2017	400	12	-Le moteur chauffe	-Pompe à eau défectueuse
2	20/04/2017	05/08/2017	124	09	- Le moteur ne d’ démarre pas	-Bougies de préchauffage d’défectueuses
3	05/08/2017	16/11/2017	316	10	- le moteur émet de la fumée blanche	-Joint de culasse défectueux
4	16/11/2017	14/02/2018	260	02	-Manque de puissance de moteur	-Filtre à air encrassé
5	14/02/2018	12/07/2018	552	20	- Bruit de fonctionnement	-Injecteur grippé
6	13/07/2018	17/11/2018	304	04	-Pâté du moteur (marche irrégulière)	-Filtre à air colmaté
7	17/11/2018	21/01/2019	160	09	- Le moteur ne d’ démarre pas	- Bougies de préchauffage d’défectueuses

IV-4- Méthodes d’analyse prévisionnelle « ABC (Pareto)»:

Tableau IV. 3. calcul l’analyse ABC (Pareto)

N°	Panne	TTR (h)	Cumul TTR	TTR %	Nombre de panne	Cumulées des pannes	Cumulées de pannes %
1	- Bruit de fonctionnement	20	20	30.30	01	01	14.28
2	- Le moteur ne d’ démarre pas	18	38	27.27	02	03	42.85
3	- Le moteur chauffe	12	50	75.75	01	04	57.14
4	- le moteur émet de la fumée blanche	10	60	90.90	01	05	71.42
5	- Pâté du moteur (marche irrégulière)	04	64	96.96	02	06	85.71
6	- Manque de puissance de moteur	02	66	100	01	07	100



IV-4-1 La courbe d’analyse ABC :

Figure IV. 4. La courbe d’ABC

Interprétation des résultats : Zone
<p>"A": Dans cette zone, on constate que environ 14.28% des panne représente % des heures de réparation, ceci constitue la zone A, (Bruit de fonctionnement).30.30</p> <p>Zone "B": Dans cette tranche les 42.86% des panne représentent 45.45% supplémentaire (Le moteur ne d’ démarre pas, Le moteur chauffe).</p> <p>Zone "C": Dans cette zone les 42.86 % des panne restantes ne représentent qu'ont 24.25% des heures de réparation (le moteur émet de la fumée blanche, Pâté du moteur (marche irrégulière), Manque de puissance de moteur.</p>

IV-4-2-Plan maintenance :

Zone "A":

-Bruit de fonctionnement.

Proposition les action suivantes :

-Réparé injecteur.

Zone "B":

- Le moteur ne démarre pas.

- Le moteur chauffe.

Proposition les action suivantes :

-Échanger Pompe à eau. -

Échanger Bougies de préchauffage.

Zone "C":

- le moteur émet de la fumée blanche.

- Pâté du moteur (marche irrégulière).

- Manque de puissance de moteur.

Proposition les action suivantes : -

-Échanger Joint de culasse défectueux.

-Échange du filtre.

- Nettoyer le filtre à air.

IV-5-1 Application de l’AMDEC au Moteur Thermique

L’AMDEC permet de faire une analyse inductive pour déterminer les causes d’une défaillance susceptible d’affecter un système ou un composant de système.

Dans cette partie, on s’intéresse à appliquer la méthode AMDEC, au Moteur thermique

. Les tableaux ci-dessous représentent l’analyse détaillée de notre exemple.

Tableau 1 : AMDEC sur MOTEUR THERMIQUE										
AMDEC –Moyen de production										
Système : MOTEUR THERMIQUE			Rédacteur Service : maintenance Date :			Criticité Indices nominaux				Actions corrections
composant	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effets	Détection	F	G	N	C	Actions
Moteur thermique	- Mélangé air carburant	- Bruit de fonctionnement	-Injecteur défectueux	- Dysfonctionnement du moteur	-Examen Par diagnostique	3	1	3	9	-Changement les injecteurs défectueux
	- Moteur en état normal	- Le moteur ne démarre pas	Problème de démarrage	- Moteur sur chauffe	-Examen Par diagnostique	3	3	3	27	-Nettoyage -Changement les pièces défectueux
	- Moteur en état normal	- Le moteur chauffe	-Pompe à eau défectueuse	-fuite d’eau	-Examen visuel	4	3	2	24	-Changement de joint et pompe a eau
	- Fumée normal	- le moteur émet de la fumée blanche	-Joint de culasse défectueux	-Moteur sur chauffe	-Mesure de la température	2	3	3	18	-Changement le joint de cilasse.
	- Puissance normal	- Manque de puissance moteur	- Filtre à air encrassé	- Tirage faible du moteur	- Détection importable	3	3	3	18	-Localiser et changements les pièces défectueuses

IV-5-2 Tableau 1 : AMDEC sur MOTEUR THERMIQUE

Seuil18 donc faire le plan d’action sur les pannes qui criticité ≥ 18

IV-5-3 Plan d’actions

Un plan d’action a été proposé permettant de montrer pour chaque mode de défaillance l’action qui doit être faite, le personnel qui peut le faire, l’instant convenable pour la faire et la procédure qui doit être suivie pour la faire.

N°	Mode de défaillance	criticité	Action	Qui	Quant	Comment
1	- Le moteur ne démarre pas	27	- changement de bougies -Chargée les batteries - changement des filltres gazoil , pris d’aire	Technicien de maintenance	Suite à une panne	-la batterie qui alimente les circuits électriques n'est pas suffisamment chargée -le système d'alimentation en carburant - Des bougies de préchauffage. -default Gazoil
2	- Le moteur chauffe	24	-Nettoyage rediateur -Changement d’eau -Changement thermosta -crois déchirant	technicien de maintenance	Suite à une panne	-Manque de liquide radiateur obstrué ou sale, -Problème de thermostat -Problème de pompe à eau, -Baisse du niveau d'huile
3	- le moteur émet de la fumée blanche	18	-Revision moteur - revision injecteur	technicien de maintenance	Suite à une panne	-Jeux segement -Panne turbo
4	Manque de puissance de moteur	18	-Changement injecteur ou changement turbo	technicien de maintenance	Suite à une panne	-Turbo faible -Injecteur faible -Chemise et piston faible

Conclusion :

Dans la première partie de ce chapitre nous avons utilisé l’analyse fonctionnelle de la moteur, nous avons identifié l’objectif principale de la moteur, qui consiste à obtenir l’énergie mécanique (mouvement de rotation).

Dans la deuxième partie, à l’aide de l’historique de pannes de la moteur .Nous avons étudié le graphique Pareto.

La troisieme partie faire une tableau de AMDEC et plan d’action des panne mecanique

Conclusion générale

En conclusion générale, cette étude porte sur le problème de la maintenance des moteurs diesel. Pour aborder ce problème, il a été nécessaire de réaliser une modélisation physique préliminaire du moteur en question, suivie d'une étude approfondie des processus et types de maintenance industrielle.

Par la suite, nous avons examiné en détail les problèmes mécaniques récurrents susceptibles de survenir sur le moteur diesel, ainsi que leurs symptômes, et nous avons identifié les tests nécessaires pour détecter les sources de problèmes.

Enfin, dans le cadre de cette étude, nous nous sommes concentrés sur la partie expérimentale. Nous avons choisi d'analyser les pannes du moteur diesel 1.9 D afin de recueillir des informations sur les pannes actuelles et de développer un plan de maintenance spécifique à ce moteur. Cela constitue l'objectif du dernier chapitre, où nous avons tenté d'utiliser l'historique des pannes du moteur pour mener une étude pilote d'analyse fonctionnelle.

En résumé, cette étude vise à mieux comprendre les problèmes de maintenance des moteurs diesel et à proposer des solutions adaptées pour assurer leur bon fonctionnement.

Références bibliographiques

- [1] Christophe Des voies, « L'injection Diesel " Common Rail" Delphi », mémoire professionnel, Génie Mécanique Session 2003.
- [2] Guy Fillettaz, « classification des moteurs Diesel ».Document de la société Delphi 2002.
- [3] Serge Picard, « L'injection Diesel haute pression à rampe commune», dossier technique A.N.F.A « Association Nationale pour la Formation Automobile » édition 2001.
- [4] Gérard Delville, « Common rail», étude de conception dans La revue auto concept 2002.
- [5] <http://www.motorlegend.com>.
- [6] Moteurs à combustion description, Constructive, Bruxelles, 2012.
- [7] <http://www.techautoalgerie.wordpress.com>.
- [8] Les organes de moteur, Technologie automobile, Académie de Nancy-Metz, 2008.
- [9] <http://moteur-a-explosion.e-monsite.com/pages/le-moteur-essence-et-le-moteur-diesel.html>
- [10] Deghboudj Samir ; Université de Tébessa Maintenance des Moteurs Diesel ; May 2006
- [11] L ES MOTEUR DIESEL-M.RIVERE- institut polytechnique des sciences avancées 2003.
- [12]<http://formameca.free.fr/formation/national/moteur/RES/Moteur%2520thermique.pdf>
- [13] <http://www.ac-nancy-metz.fr/enseigne/Auto-comp%C3%A9tences/2-ressources-p%C3%A9dagogiques/1-motorisation/stockage-le%E7ons-technologie/organes-du-moteur.pdf>
- [14]<https://www.ms-motorservice.com/fr/technipedia/post/dommages-sur-les-pistons-et-leurs-causes/>
- [15] Creative's Commons Attribution-Share-Alike 3.0 Unported
[//creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/](http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/)
- [16] <https://entretien-voiture.ooreka.fr/astuce/voir/639025/couler-une-bielle>.
- [17] <https://fr.scribd.com/document/376198773/Dommages-du-vilebrequin-leurs-causes-et-comment-les-prevenir-56710-pdf>.
- [18] <https://www.boutiqueobdfacile.fr/blog/volant-moteur-p42.html>.
- [19] David LENABOUR, Moteur 6 cylindres en V 3.0 L 12 soupapes Alfa Romeo. 2012.
- [20]<https://entretien-voiture.ooreka.fr/astuce/voir/274690/joint-de-culasse-utilite-et-pannesles-plus-courantes>.
- [21] Direction de la Défense et de la Sécurité Civiles - Sous-direction des services de secours et des sapeurs-pompiers - DDSC 9 - Mars 1998.
- [22] <https://www.automecanik.com/pi%C3%A7es/carter-d-huile-592.html>.

Table des matières

Introduction générale 1

Chapitre I : Etat de l’art2

 Introduction2

 I -1- Les moteurs diesel :..... 4

 I -2-Rappel historique du moteur Diesel :5

 I-3- Les type de moteur Diesel :5

 I-3-1- Moteurs à injection indirecte :.....6

 I -3-2- Les Moteurs à injection directe :7

 I -3-3- Moteurs à rampe commune et Injecteur Pompe : 10

 I -4- Comment ça marche le moteur Diesel : 11

 I -4-1- Le Principe: 11

 I -4-2- Les temps de la combustion : 12

 I -4-3- Le démarrage d'un moteur Diesel:..... 13

 I -4-4- Le cycle du Diesel : 14

 I-5- Configurations Des Moteurs : 16

 I-5-1 Moteur en ligne :..... 16

 I-5-2- Moteur en V : 17

 I -5-3- Moteur Boxer ou en « I » : 17

 I-5-4- Moteur en W : 18

 I-5-5- Moteurs radiaux / en étoile : 19

 I-5-6- Moteur en U : 19

 I -6- Différence entre moteur diesel et essence : 19

 I -6-1- Avantages du moteur diesel:20

 I -6-2 Inconvénients du moteur diesel:20

 I-7- Conclusion :21

Chapitre II : Généralités Sur La Maintenance22

 Introduction :23

 II-1 Place et définition de la maintenance industrielle :23

 II-1-1 Définition de la maintenance industrielle :23

 II-1-2-Types de maintenance :24

 II-2- La maintenance préventive :25

 II-2-1- Définition :25

 II-2-2- Les objectifs de la maintenance préventive :25

 II-2-3- Les opérations de la maintenance préventive :25

 II-2-3- 1- L’inspection :25

 II-2-3- 2- La visite :25

 II-2-3- 3- Le contrôle :26

 II-2-3- 4- La Révision :26

 II-2-3- 5- Les échanges standard :26

 II-3- La maintenance préventive systématique :26

 II-3-1- Définition :26

II-5- La maintenance préventive conditionnelle :	27
II-6- La maintenance corrective :	28
II-6-1 Définition :	28
II-6-2- Les opérations de la maintenance corrective:	28
II-6-2-1- Le dépannage :	28
II-6-2-2- La réparation :	29
II-7- Autre type de la maintenance :	29
II-7-1- La maintenance d’amélioration :	29
II-7-2- La rénovation :	29
II-7-3- La reconstruction :	30
II-7-4- La modernisation :	30
II-8- Les niveaux de la maintenance :	30
II-9- Conclusion :	33
Chapitre III : Les Pannes Mécaniques	34
Introduction :	35
III -2 - Organes mécaniques	35
III -2-1- Organes mobiles :	35
III-2-1-1- Arbre à cames :	35
III -2-1-2- Soupape :	40
III -2-1-3- Piston :	41
III -2-1-4- Bielle :	46
III -2-1-4-1-Bielle monobloc :	46
III -2-1-4-2- Bielle assemblée :	47
III -2-1-4-3- Bielle fendue :	47
III -2-1-5- Vilebrequin :	49
III -2-1-6- Volant-moteur:.....	52
III -2-2-Organes fixes :	54
III -2-2-1- Resurfaçage des plans de culasse :	54
III -2-2-2- Cylindre et bloc cylindre :	55
III -2-2-3- Carter d’huile :	58
Conclusion:.....	59
Chapitre IV. Etude des cas Sur moteur diesiel	60
Introduction :	61
IV-2- Analyse fonctionnelle :	61
IV-2-1- La Bête à cornes :	61
IV-2-2- La pieuvre:	61
IV-2-3- S.A.D.T: analyse descendante et liens inter-fonctionnelle carburant.....	62
IV-3- L'application Pratique des méthodes d'analyse :	62
IV-4- Méthodes d’analyse prévisionnelle « ABC (Pareto)»:	63
IV-4-1 La courbe d’analyse ABC :	63
IV-4-2-Plan maintenance :	64
IV-5-1 Application de l'AMDEC au Moteur Thermique.....	64

IV-5-2 Tableau 1 : AMDEC sur MOTEUR THERMIQUE.....65

IV-5-3 Plan d’actions.....65

Conclusion :**Erreur ! Signet non défini.**

Conclusion générale..... 67

Références bibliographiques..... 68

