

**UNIVERSITÉ IBN-KHALDOUN DE TIARET**  
**FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES**  
**DÉPARTEMENT DE GÉNIE MÉCANIQUE**

# **MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

Pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences & Technologie

Filière : Électromécaniques

Spécialité : Maintenance industrielle

## **THÈME**

**ÉTUDE ET MAINTENANCE D'UN  
MOTEUR DIESEL  
TYPE : CATERPILLAR 3512A**

➤ *Préparé par* : BEKKARI ABDERRAHMEN

Devant les jurys :

<b>Noms et prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Lieu d'exercice</b>	<b>Qualité</b>
M <sup>elle</sup> SLIMANI H.	MCB	U.I.K.T	Présidente
Mr GUEMMOUR M. B.	MCB	U.I.K.T	Examineur
Mr BOUZOUINI M.	MAA	U.I.K.T	Encadreur



# REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant qui m'a donné le courage, la force et la volonté pour réaliser ce modeste travail.

Mes sincères remerciements aux membres jurys:

Dr. GUEMMOUR MOHAMED BOUTKHIL et Dr. SLIMANI HALIMA, Mon professeur consultant Mr. BOUZOUINI MOHAMMED pour son aide précieuse et ses conseils qui a mis à ma disposition sa compétence et son enthousiasme.

L'ensemble des professeurs de département Génie Mécaniques et surtout Maintenance industrielle par leurs aides et effort pour l'assurance d'une bonne formation.

J'exprime toutes mes profondes reconnaissances à tous les membres de l'équipe satellite nord, en particulier la section de la maintenance de la base 24 février 1971 en Hassi Massoud pour le temps qu'ils ont passé à m'écouter et à me guider tout au long de mon stage.



# Sommaire

Introduction générale .....	2
-----------------------------	---

## Chapitre I : Présentation de la société

I-1-Introduction .....	4
I.2- SONATRACH en quelques lignes .....	4
I-3- Présentation de la région Hassi Messaoud .....	5
I-3-1- Situation géographique .....	5
I-4- Historique .....	6
I-5-Direction régionale .....	6
I-5-1-Différentes installations pétrolières de Hassi Messaoud .....	8
I-6-Département CINA .....	8
I-6-1-Description du complexe CINA.....	9
I-6-2-Présentation du champ satellite nord .....	9
I-6-2-1-OMP53.....	9
I-6-2-2-OMN77.....	9
I-7-Présentation de la direction de maintenance.....	9
I-8-Service de maintenance Satellite nord .....	10

## Chapitre II : Généralités sur les moteurs à combustion interne

II-1-Introduction .....	13
II-2- Principe de fonctionnement du moteur diesel .....	13
II-3-Classification des moteurs à combustion interne .....	14
II-3-1- Mode de fonctionnement .....	14
II-3-2- Mode de remplissage du cylindre .....	14
II-3-3- Type de combustible .....	14
II-3-4- Mode de refroidissement .....	15
II-3-5- Mode d'allumage .....	15
II-3-6- Mode de combustion .....	15
II-3-7- Vitesse du piston .....	15
II-3-8- Suivant le cycle adopté.....	15
II-3-9- Après le mode d'amorçage de combustion.....	15
II-3-10- Disposition du cylindre.....	16

II-3-11- Disposition des soupapes.....	17
II-4- Cycle thermodynamique du moteur Diesel.....	18
II-5- Cycle réel du moteur Diesel.....	20
II-6- Les avantages et les inconvénients du moteur diesel.....	21
II-6--1- Avantages du moteur Diesel.....	22
II-6--2-Inconvénients du moteur Diesel.....	22

### **Chapitre III: Etude du moteur CATERPILLAR 3512**

III-1-Introduction.....	25
III-2-Organes principaux du moteur .....	25
III-2.1-Organes fixes .....	25
III-2-1-1-Bloc moteur .....	25
III-2-1-2 Chemise(Cylindre) .....	26
III-2-1-3-Culasse .....	27
III-2-1-4-Joint de culasse .....	27
III-2-1-4 Carter .....	28
III-2-2-Organes mobiles .....	29
III-2-2-1-Piston .....	29
III-2-2-2-Bielles .....	30
III-2-2-3-Vilebrequin .....	30
III-2-2-4-L'arbre à cames .....	32
III-2-2-5- Soupapes .....	32
III-2-2-6-Culbuteurs .....	33
III-2-2-7-Distribution .....	33
III-3-Accessoires moteur .....	34
III-4-Etude les circuits de systèmes .....	34
III-4-1-Circuit de refroidissement .....	34
III-4-1-1-Fonction des divers organes du circuit de refroidissement .....	35
III-4-1-2-Description du système de refroidissement du moteur CAT3512 ...	36
III-4-2- Circuit d'air (d'admission – échappement) .....	37
III-4-2-1-Admission .....	38
III-4-2-2-Echappement .....	38
III-4-2-3-Turbo compresseur .....	39
III-4-2-4-Dispositif de suralimentation .....	40
III-4-3-Circuit de graissage .....	41

III-4-3-1-Description circulation d'huile dans le moteur CAT3512 .....	41
III-4-3-2-Fonctionnement de circuit de graissage .....	41
III-4-3-3-Respiration des vapeurs d'huile (le reniflard) .....	44
III-4-3-4-L'analyses d'huile elle permet .....	44
III-4-4-Circuit de gas-oil .....	44
III-4-4-1-Description circuit du gas-oil dans le moteur CAT3512.....	45
III-4-4-2-Système d'injection à commande mécanique .....	47
III-4-4-3-Précision de l'injection .....	47

## Chapitre IV : Maintenance du moteur CATERPILLAR 3512

IV-1-Introduction.....	49
IV-2 .Définition de la maintenance.....	49
IV-3- Objectifs de la maintenance .....	49
IV-3-1- Objectifs Financiers .....	49
IV-3-2- Objectifs Opérationnels .....	49
IV-4- Type de maintenance .....	50
IV-4-1- Maintenance Préventive (Maintenance effectuée avant la défaillance).....	51
IV-4-2- Maintenance préventive systématique .....	51
IV-4-3- Maintenance préventive Conditionnelle .....	51
IV-4-4-Maintenance corrective.....	51
IV-5- Opérations de maintenance .....	52
IV-6- Niveaux de maintenance .....	52
IV-7- Ctivités connexes de la maintenance.....	53
IV-8- Entretien.....	53
IV-8-1- Types d'entretien.....	53
IV-8-1-1- Entretien de maintien.....	53
IV-8-1-2- L'entretien d'amélioration.....	54
IV-9-Etude de cas d'un moteur CATERPILLAR 3512 .....	55
IV-9-1-Niveaux de maintenance du moteur.....	55
A/ 1er Niveau de maintenance .....	55
B/ 2 <sup>ème</sup> Niveau de maintenance .....	56
C/ 3 <sup>ème</sup> Niveau de maintenance .....	56
D/ 4 <sup>ème</sup> Niveau de maintenance .....	57

E/ 5 <sup>ème</sup> niveau de maintenance .....	58
<b>IV-10- Organisation d'entretien du moteur .....</b>	<b>58</b>
<b>IV-10-1-Calendarier d'entretien.....</b>	<b>58</b>
<b>IV-10-2- Révision générale.....</b>	<b>61</b>
<b>IV-10-2-1-Les travaux de démontages et le montages.....;</b>	<b>61</b>
<b>IV-10-2-2-Liste des pièces de rechange nécessaire pour la révision générale d'un moteur CAT3512.....</b>	<b>62</b>
<b>IV-11-Sécurité du moteur .....</b>	<b>66</b>
<b>IV-11-1-Faible pression d'huile (au-dessous de 105kpa) .....</b>	<b>66</b>
<b>IV-11-2-Température d'eau élevée (au-dessus de 99°c) .....</b>	<b>66</b>
<b>IV-11-3-Survitesse (surrégimes) .....</b>	<b>67</b>
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>69</b>
<b>Resumé</b>	
<b>Référence bibliographies</b>	

# Liste des Figures

<b>Figure. I -01:</b> Position géographique du champ de Hassi Messaoud .....	5
<b>Figure. I -02 :</b> Organigramme de la direction régionale de Hassi-Messaoud.....	7
<b>Figure. I -03:</b> L'organigramme de département CINA .....	8
<b>Figure. I -04:</b> L'organigramme de la direction maintenance /SH/DP/HMD .....	10
<b>Figure. I -05:</b> L'organigramme du service satellite nord .....	11
<b>Figure. II -01:</b> Principe de fonctionnement du moteur Diesel .....	15
<b>Figure. II -02 :</b> disposition du cylindre .....	17
<b>Figure. II -03 :</b> disposition des soupapes .....	18
<b>Figure. II -04 :</b> Cycle thermodynamique .....	19
<b>Figure. II -05 :</b> les quatre temps du moteur Diesel .....	20
<b>Figure. II -06 :</b> cycle réel à 360°.....	21
<b>Figure. II -07 :</b> cycle réel .....	22
<b>Figure. III-01 :</b> Bloc moteur CAT3512A .....	25
<b>Figure. III-02 :</b> Chemise .....	26
<b>Figure. III-03 :</b> Culasse .....	27
<b>Figure. III-04 :</b> Joint du Culasse .....	28
<b>Figure. III-05 :</b> Carter .....	28
<b>Figure. III-06 :</b> Les pistons .....	29
<b>Figure. III-07 :</b> Bielle .....	30
<b>Figure. III-08 :</b> Vilebrequin .....	31
<b>Figure. III-09 :</b> Arbre à came .....	32
<b>Figure. III-10 :</b> soupapes & culbuteurs .....	33
<b>Figure. III-11 :</b> La distribution .....	33
<b>Figure. III-12 :</b> Description Circuit de refroidissement .....	35
<b>Figure. III-13 :</b> les Canales de circuit de refroidissement .....	37
<b>Figure. III-14 :</b> Circuit d'air .....	38
<b>Figure. III-15:</b> réfrigérant d'air de suralimentation .....	39
<b>Figure. III-16 :</b> Turbocompresseur .....	40
<b>Figure. III-17 :</b> Circuit de graissage .....	43

<b>Figure. III-18 : Reniflard .....</b>	<b>44</b>
<b>Figure. III-19 : Circuit de Gas-oil .....</b>	<b>46</b>
<b>Figure. III-20 : Système d'injection à commande mécanique.....</b>	<b>47</b>
<b>Figure. IV-01 : les Types des maintenances .....</b>	<b>50</b>
<b>Figure. IV-02: Les Types d'entretiens .....</b>	<b>54</b>

# Liste des tableaux

<b>Tableau IV-01 : Pièces de rechange du CAT3512A .....</b>	<b>66</b>
---	-----------

# **Introduction**

## **Générale**

### **Introduction Générale:**

Parmi les équipements utilisés dans les installations pétrolières de SONATRACH dans la région de Hassi Messaoud , le moteur diesel CATERPILLAR 3512 qui est exploités comme étant un groupe de forces ou bien comme un groupe électrogène qui entraîne un alternateur pour produire de l'énergie électrique; alimenter les équipements de forage et de production ainsi pour assurer l'éclairage et la surveillance dans la plate-forme pétrolière, les camps et les bases de vie. Donc ce moteur est Joue un rôle important dans les industries pétrolières dans cette région considérée comme aride.

Ce présent mémoire consiste à étudier un type des moteurs de la famille CATERPILLAR de type « 3512A » Après avoir répertorié l'histoire de SONATRACH et la situation géographique de la région de Hassi Messaoud On a commencé par l'étude générale du moteur diesel ensuite la description du moteur Caterpillar en faisant le tour d'horizon sur différents organes et circuits de système et la maintenance de ce moteur. Enfin on termine par une conclusion générale donnant la valeur de ce travail.

# Chapitre I

Présentation de la société

**I-1-Introduction**

La division production (DP) est l'une des importantes structures de la SONATRACH. Elle opère sur tous les champs de pétrole et de gaz. La direction régionale de Hassi Messaoud est l'une des structures de la DP, qui réalise l'exploitation et le traitement du brut et du gaz des champs pétroliers.

Dans ce chapitre on va présenter la région Hassi Messaoud du point de vue géographique et historique et les structures organisationnelles de la division production (DP) de SONATRACH.

**I-2- SONATRACH en quelques lignes [1]**

SONATRACH (acronyme de « Société nationale pour la recherche, la production, le transport, la transformation, et la commercialisation des hydrocarbures ») est une entreprise publique algérienne créée le 31 décembre 1963. C'est un acteur majeur de l'industrie pétrolière africaine, arabe et même mondiale.

Depuis l'indépendance, SONATRACH joue pleinement son rôle de locomotive de l'économie nationale. Elle a pour mission de valoriser les importantes réserves en hydrocarbures de l'Algérie. Cet acteur majeur de l'industrie pétrolière, surnommé la major africaine, tire sa force de sa capacité à être un groupe entièrement intégré sur toute la chaîne de valeur des hydrocarbures.

Dans l'Amont, SONATRACH opère, en effort propre ou en partenariat avec des compagnies pétrolières étrangères, des gisements parmi les plus importants du monde dans différentes régions du Sahara algérien notamment la région la plus importante: région de Hassi Massoud.

SONATRACH emploie sur le territoire national près de 50 000 employés permanents et plus de 130.000 personnes à l'échelle du Groupe.

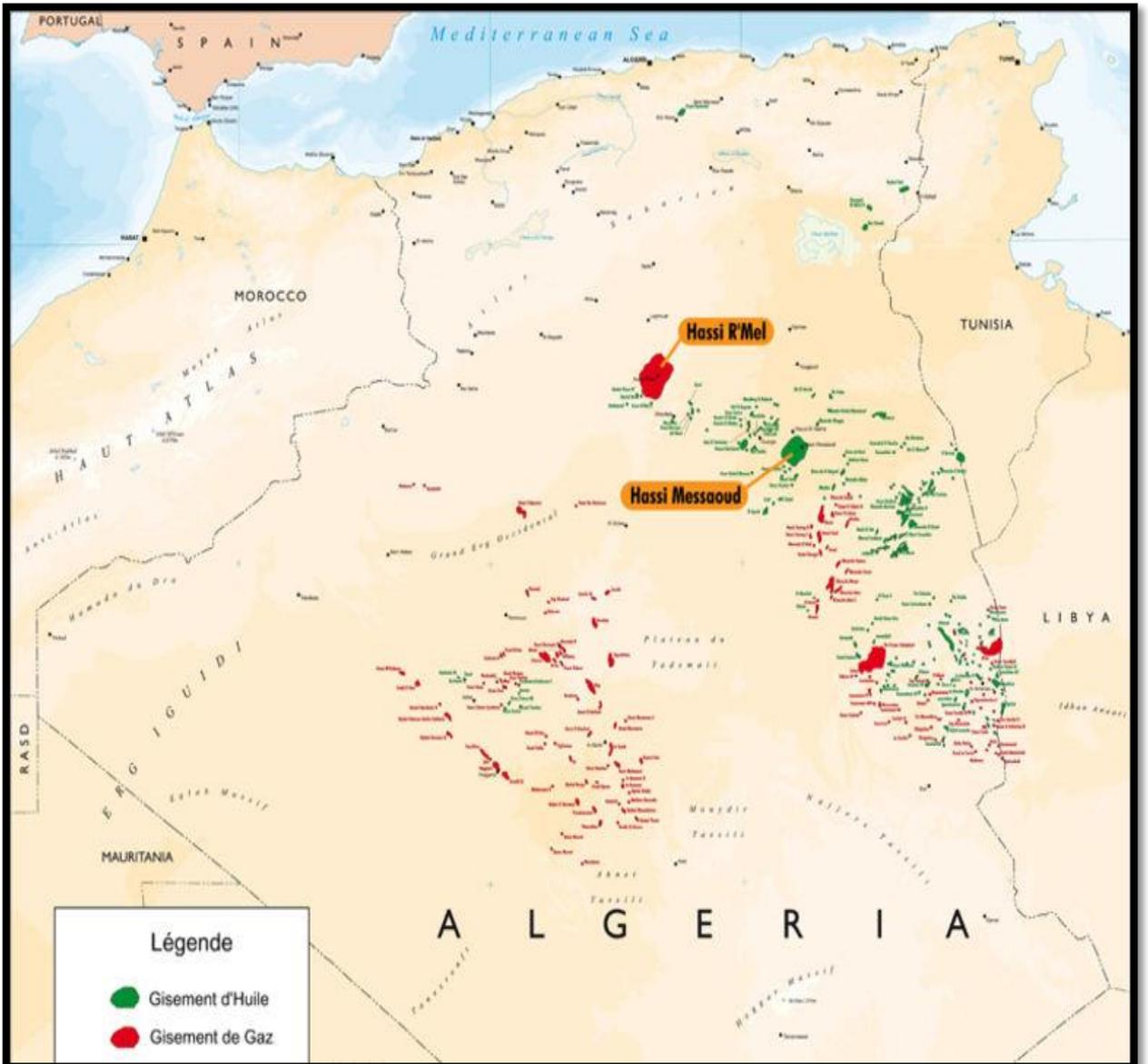
Le Groupe compte 154 filiales et participations dont une quinzaine détenues à 100 % et œuvrant au quotidien à la valorisation de la chaîne de valeur pétrolière et gazière du pays. Parmi celles-ci, figurent notamment l'Entreprise Nationale de Géophysique « ENAGEO », l'Entreprise Nationale de Forage « ENAFOR », l'Entreprise Nationale de Grands Travaux Pétroliers « ENGTP », ou la société nationale de commercialisation et de distribution des produits pétroliers « NAFTAL ».

**I-3- Présentation de la région Hassi Messaoud**

**I-3-1- Situation géographique**

Les champs de HASSI MESSAOUD sont situés au milieu du Sahara algérien à 800 km.

Sud-est de la capitale et à 350 km de la frontière Algéro-Tunisienne.



**Figure. I -01:** Position géographique du champ de Hassi Messaoud.

**I-4- Historique [2]**

Le gisement pétrolier de Hassi Messaoud à une superficie de 2500 Km<sup>2</sup> subdivisé géographiquement en deux zones nord et sud.

Cette répartition remonte à 1956 lors de la découverte et l'exploitation du champ par les deux compagnies françaises CFPA au nord et la SNREPAL au sud, a engendré la création de deux centres de production.

Au départ ces centres regroupaient uniquement des installations de séparation, de traitement, de stockage et d'expédition du pétrole brut, par la suite, d'autres unités de traitement de gaz, de réinjection du gaz sont construites.

L'activité de raffinage s'est également développée par la construction de deux raffineries dont le rôle est l'approvisionnement en carburants du marché local.

Actuellement, l'ensemble de ces unités nombreuses forme deux complexes industriels (CIS & CINA).

Les deux complexes CIS et CINA ont pour fonction de traiter le brut et le gaz provenant des puits producteurs.

Parmi les fonctions des deux complexes:

- Le traitement de l'huile : séparation huile- eau- gaz, dessalage, et stabilisation.
- Le traitement des gaz associés pour la production des GPL et condensat.
- Le raffinage d'une partie du brut pour la production des carburants.
- La réinjection des gaz résiduels pour le maintien de la pression du gisement.

**I-5-Direction régionale**

La direction régionale de production de HASSI MESSAOUD fait partie de la division de production de l'entreprise nationale SONATRACH .elle se charge de la production du pétrole et du gaz du champ de HASSI MESSAOUD et de la gestion de toutes les divisions affiliées.

L'organigramme de la direction régionale est comme suit :

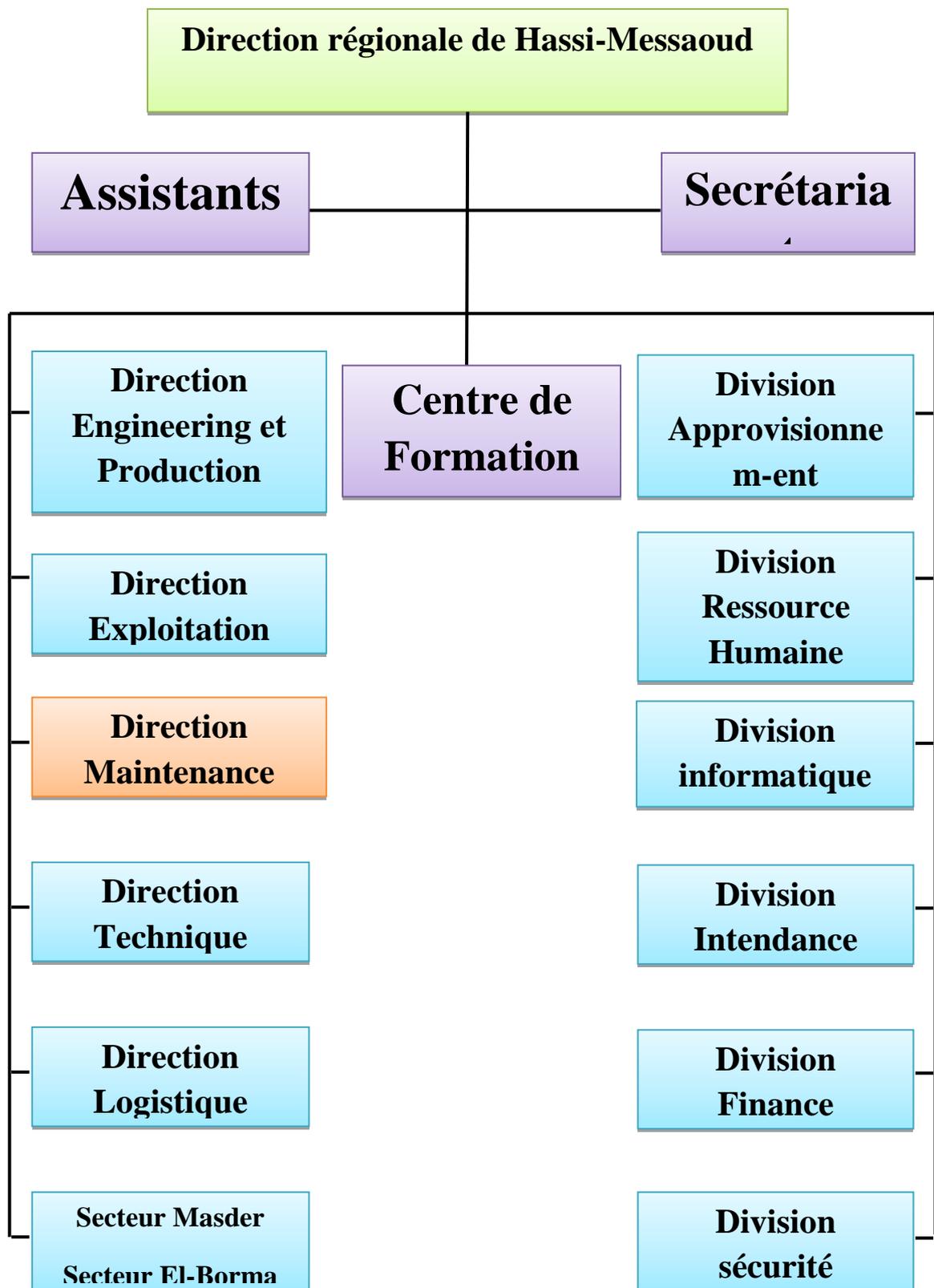


Figure. I -02 : Organigramme de la direction régionale de Hassi-Messaoud [3]

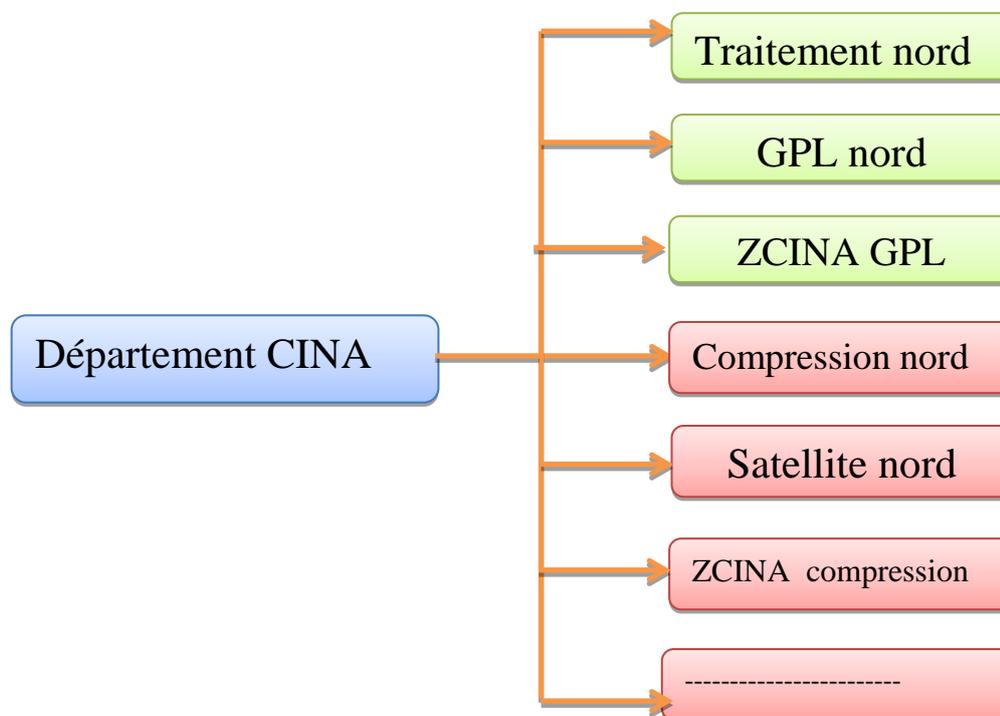
**I-5-1-Différentes installations pétrolières de Hassi Messaoud [2]**

- **Complexe industriel sud CIS**
  - COMPRESSION, GPL1, GPL2.
  - TRAITEMENT (RGA, LDBP1, LDBP2, POMPERIE.....etc.)
  - UTBS, RAFFINERIE
  - 05 Champs Satellites sud (E1C-E2A-S1A-W2C-W2A).
  
- **complexe industriel NAILI Abdelhalim CINA**
  - Compression.
  - TRAITEMENT, GPL nord, ZCINA.
  - 09 champs Satellites de nord (OMP53, OMP73, ONM13, OMP57, OML75) à l'est et (OMN77, OMJ82, OMO35, OMO13) à l'ouest.

**I-6-Département CINA**

Le département CINA est chargé d'assurer la maintenance des équipements d'exploitation du centre industriel nord et des champs satellites Nord.

L'organigramme du département CINA il est comme suit :



**Figure. I -03:** L'organigramme de département CINA. [3]

**I-6-1-Description du complexe CINA**

Le complexe industriel CINA situé au nord du champ Hassi Messaoud, reçoit la production totale en huile et gaz des unités satellites et des séparateurs sur champs et directement des puits en LDHP (ligne directe haute pression), et en LDMP (ligne directe moyenne pression).

**I-6-2-Présentation du champ satellite nord [2]**

Le satellite nord se compose de 02 unités OMP 53, OMN 77 et plusieurs champs de Séparation.

**I-6-2-1-OMP53**

L'Unité OMP53 se compose principalement de :

- 01 unité de séparation et expédition.
- 02 unités de compression de gaz R200 et R2000.
- 01 unité d'injection d'eau (turbo pompe).

**I-6-2-2-OMN77**

L'Unité OMN77 se compose principalement de :

- 01 unité de séparation et d'expédition.
- 01 unité d'injection d'eau (turbo pompe).
- 01 unité d'injection d'eau (motopompe).

**I-7-Présentation de la direction de maintenance**

La Direction de maintenance est une structures de SONATRACH a pour objectif de maintenir les équipements d'exploitation des unités de production des deux complexes industriels ( **CINA** et **CIS** ) et des champs satellites en état de marche en assurant un entretien organisé pour le bon fonctionnement des équipements.

L'organigramme de la direction maintenance il est comme suit :

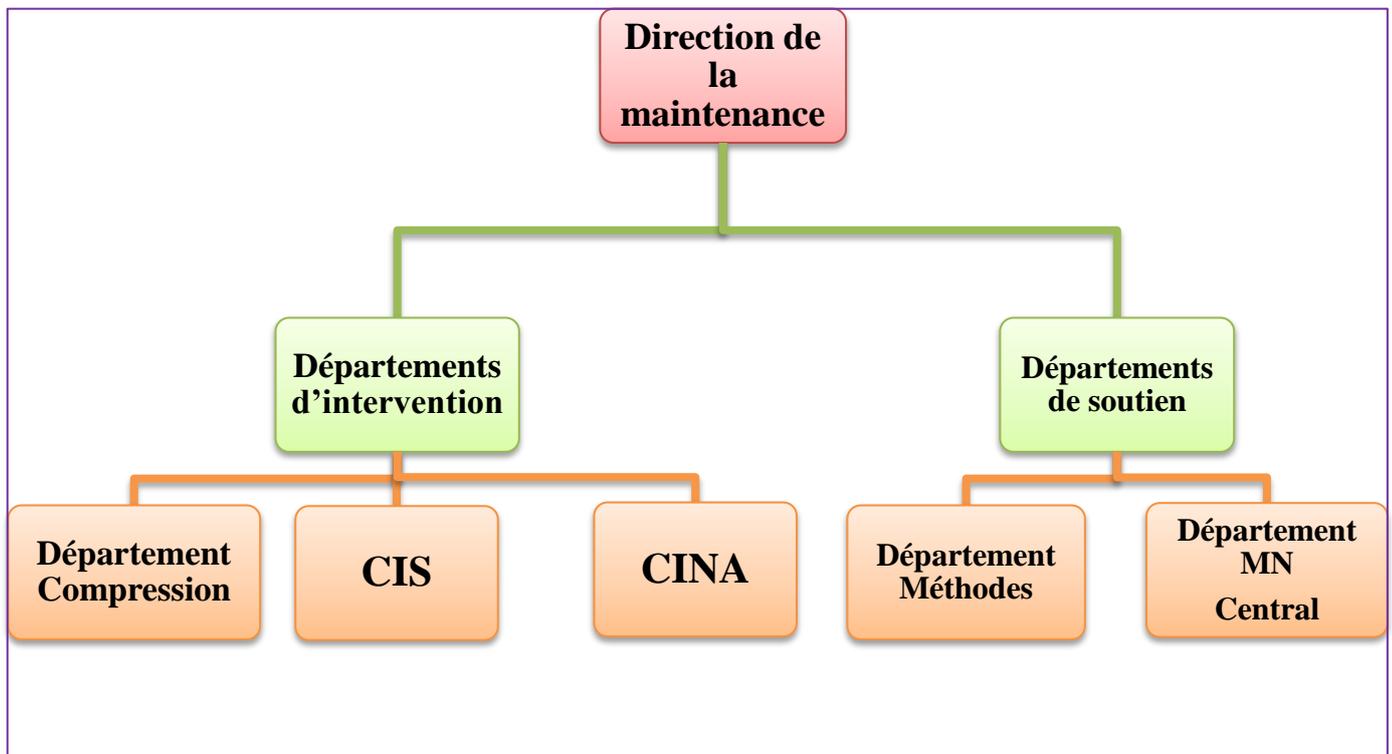


Figure. I -04: L'organigramme de la direction maintenance /SH/DP/HMD. [3]

### I-8-Service de maintenance Satellite nord

Le service SAT/nord a pour mission la maintenance des unités satellite du champ nord de Hassi Messaoud, ces unités sont composées de :

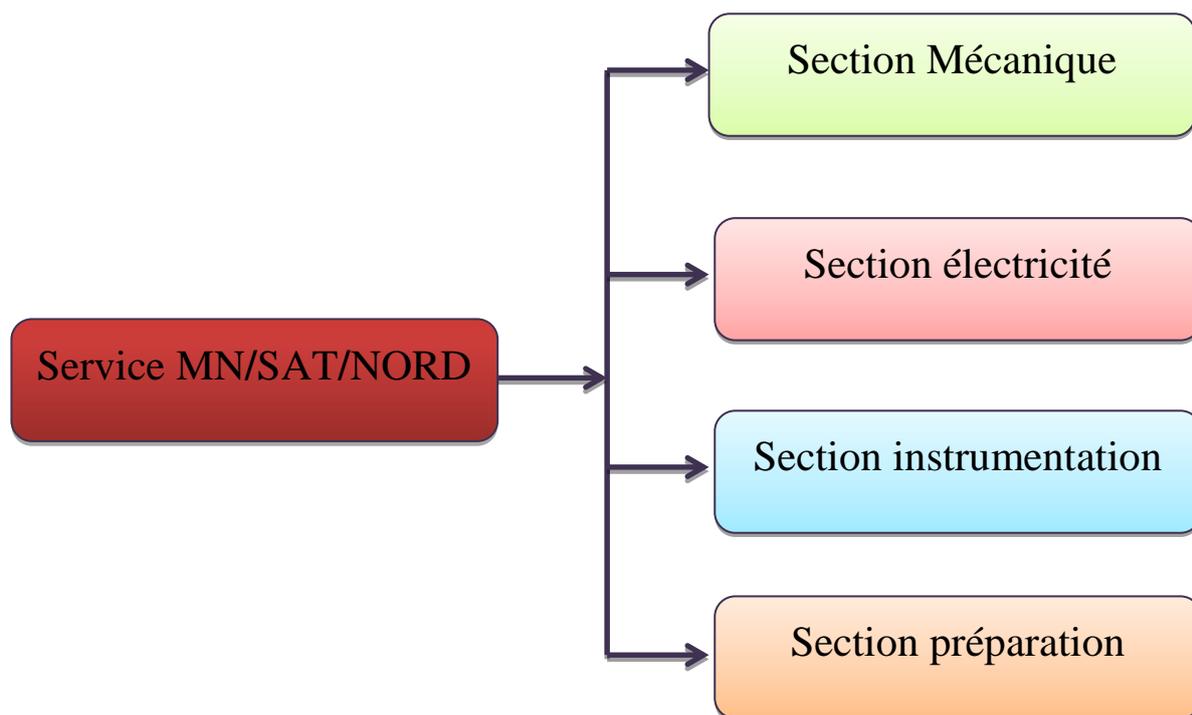
- 02 unités injection d'eau OMN77 et OMP53 implantées dans la partie nord du champ de Hassi Messaoud et 01 unité d'injection d'eau E2A cette dernière se trouvant dans la partie sud du champ pétrolier.
- 02 unités de compression basse pression R200 et R2000 et de 09 unités de séparation.

Ces différentes unités se composent de différentes générations d'équipements. Cette variation d'équipements implique différentes technologies qui rendent l'intervention très riche et particulière.

Le service SAT/nord a principalement une vocation d'intervention sur des groupes motopompe et moto compresseur. Il est composé de trois sections :

- Section électricité.
- Section instrumentation.
- Section mécanique.

Une section préparation chapote toute la gestion de la maintenance et en coordination avec le département méthode.



**Figure. I -05:** L'organigramme du service satellite nord. [3]

# Chapitre II

Généralités sur  
les moteurs à combustion  
Interne

**II-1-Introduction**

Dans ce chapitre on va présenter les moteurs thermiques à combustion interne sous forme générale tel que le principe de fonctionnement du moteur Diesel, la classification, en suite le cycle thermodynamique du moteur diesel et enfin on définit les avantages et les inconvénients de ce type de moteur.

**II-2- Principe de fonctionnement du moteur Diesel**

Le moteur Diesel est un moteur à combustion interne dans le combustible est injecté et s'allume sous l'action de la chaleur de l'air porté à haute pression si l'on comprime de l'air, le travail de la compression est transformé en chaleur ce qui conduit à une élévation de sa température, il faut donc que dans ce moteur la compression soit d'une valeur suffisante pour obtenir une température nécessaire à l'allumage de la charge de combustible injecté.

Le fonctionnement peut être décrit de la façon suivante :

Au début, le cylindre est rempli d'air aspiré par le piston. Cette charge est comprimée jusqu'à une certaine position.

Lorsque la température de l'air est suffisamment élevée on injecte le combustible dans le cylindre où se forme le mélange gazeux.

Grâce à la haute température, ce mélange gazeux brûle en provoquant une brusque augmentation de température ceci descend le piston et le vilebrequin tourne par l'intermédiaire de système bielle manivelle et le moteur donne une énergie mécanique (rotation volant moteur).

En fin et sous l'effet des forces d'inerties, le piston refoule les gaz brûlés dans l'atmosphère à travers les collecteurs d'échappements.

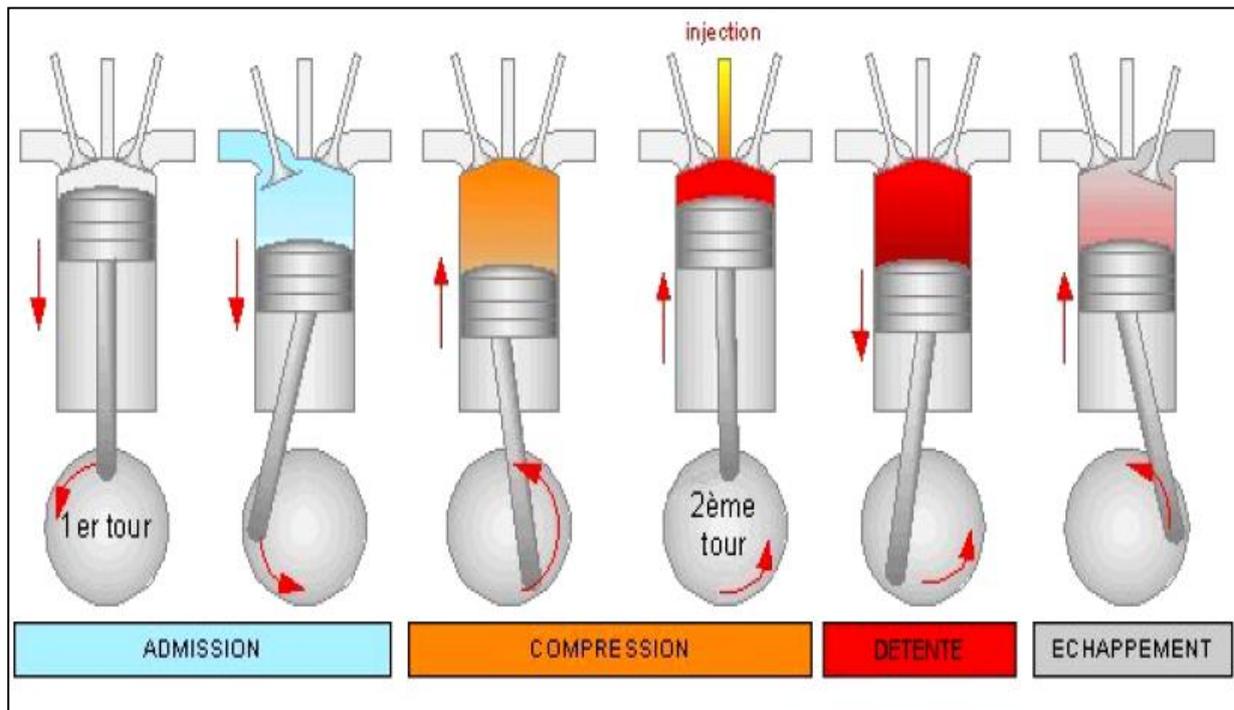


Figure. II -01: Principe de fonctionnement du moteur Diesel.

### II-3-Classification des moteurs à combustion interne [3]

En peut classes les moteurs suivant :

#### II-3-1- Mode de fonctionnement

- ✓ Moteur à piston alternatif.
- ✓ Moteur à piston rotatif.
- ✓ Moteur à turbine.
- ✓ Moteur à mixte.

#### II-3-2- Mode de remplissage du cylindre

- ✓ Moteur alimenté sans turbo.
- ✓ Moteur suralimenté avec turbo.

#### II-3-3- Type de combustible

- ✓ Moteur à combustion légère (essence).
- ✓ Moteur à combustion lourde (gas-oil).
- ✓ Moteur à gaz (GPL).

**II-3-4- Mode de refroidissement**

- ✓ Par eau.
- ✓ Par huile
- ✓ Par air.

**II-3-5- Mode d'allumage**

- ✓ Moteur à allumage par compression.
- ✓ Moteur à allumage par étincelle électrique.

**II-3-6- Mode de combustion**

- ✓ Volume constant (moteur à explosion).
- ✓ Pression constante (moteur Diesel).
- ✓ Partie à volume constant et partie à pression constante (mixte).

**II-3-7- La vitesse du piston**

- ✓ Moteurs lents à 2temps..... $n \approx (90 \div 170) \text{tr/min.}$
- ✓ Moteurs semis rapide à 4temps..... $n \approx (300 \div 800) \text{tr/min.}$
- ✓ Moteurs rapide ..... $n > (800) \text{tr/min.}$

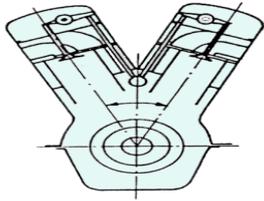
**II-3-8- Suivant le cycle adopté**

- ✓ Moteur à quatre temps.
- ✓ Moteur à deux temps.

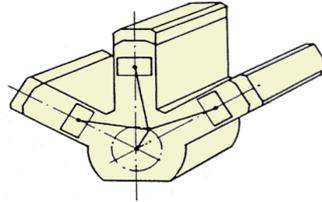
**II-3-9- Après le mode d'amorçage de combustion**

- ✓ Les moteurs à allumage par compression d'air est auto-allumage (Moteur Diesel).
- ✓ Les moteurs à allumage commandé par étincelle électriques (Moteurs à explosion).

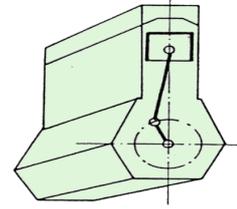
II-3-10- La disposition du cylindre



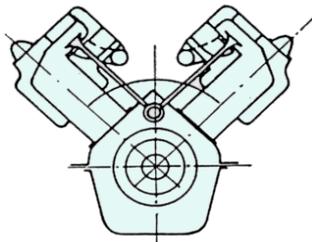
Moteur V16 à 45°



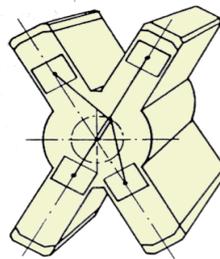
Moteur en W



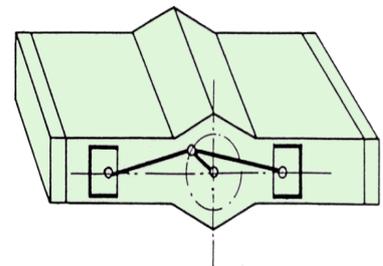
Moteur en ligne



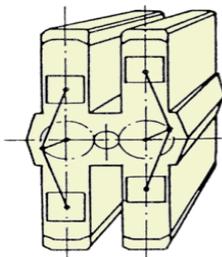
Moteur V8 à 90°



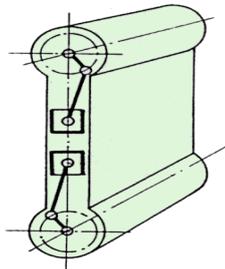
Moteur en X



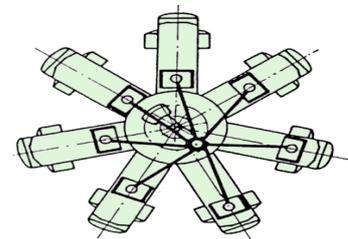
Moteur à plat



Moteur en H



Moteur à piston opposé



Moteur en étoile

---

Figure. II -02 : disposition du cylindre.

II-3-11- La disposition des soupapes

- ✓ Arbre à cames en tête et soupapes en tête.
- ✓ Arbre à cames latéral et soupapes culbutées.
- ✓ Arbre à cames latéral et soupapes latérales.

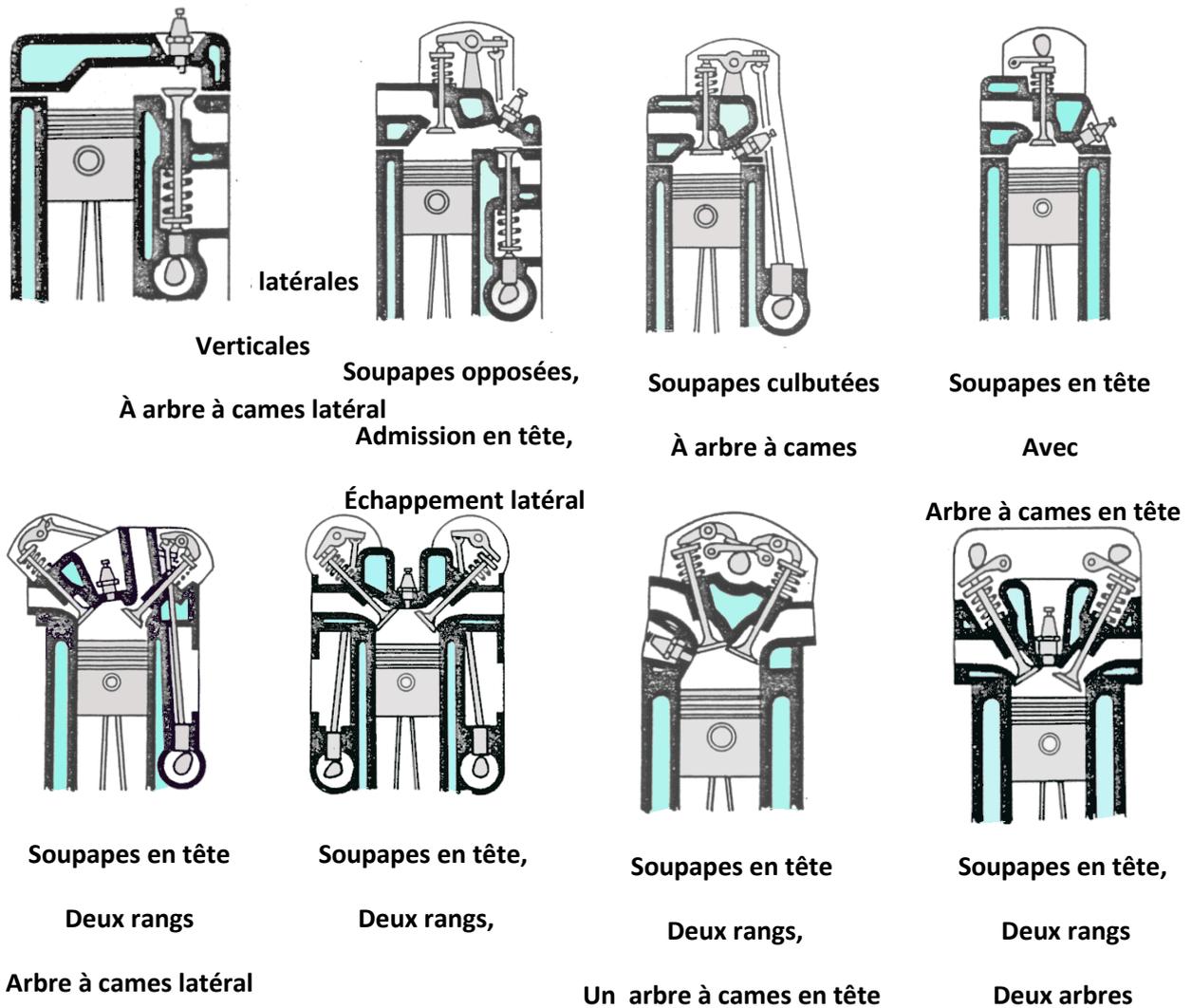
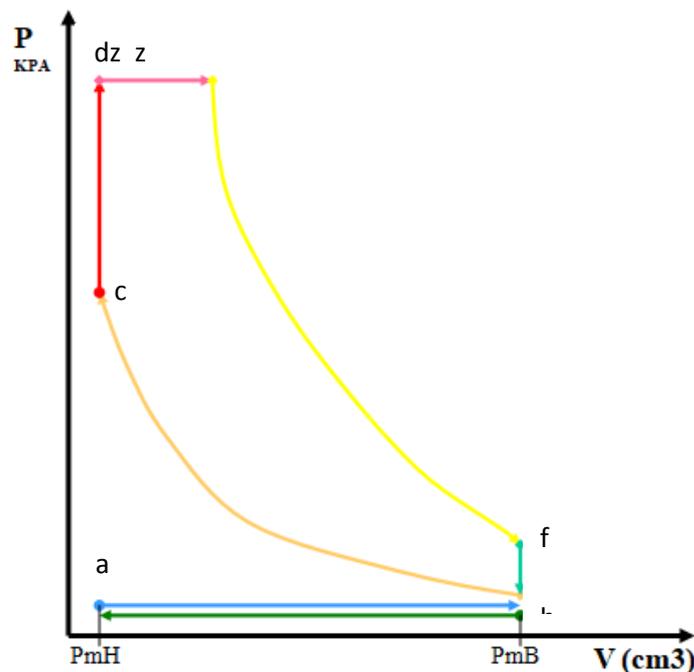


Figure. II -03 : disposition des soupapes.

### II-4- Cycle thermodynamique du moteur Diesel [3]

On appelle cycle, l'ensemble des évolutions que subit une même masse de mélange depuis son entrée dans le cylindre jusqu'à sa sortie dans l'atmosphère, avec variation de volume, de pression et de température.



**Figure. II -04 :** Cycle thermodynamique.

Le cycle débute au PMH du piston, il comprend, quatre courses successives, ce qui nécessite deux tours du vilebrequin (correspondant à une rotation de  $2 \times 360^\circ$ ), les quatre temps correspondant aux quatre courses du piston sont :

#### 1<sup>er</sup> temps : ADMISSION

- Le piston descend du PMH au PMB et la soupape d'admissions s'ouvre.
- L'air frais s'engouffre dans le cylindre (aspiration d'air pur).

#### 2<sup>ème</sup> temps : COMPRESSION

- Soupape admission fermée - soupape échappement fermée et le piston remonte du PMB au PMH.
- L'air est comprimé et s'échauffe fortement  $500^\circ$ - $750^\circ$ .

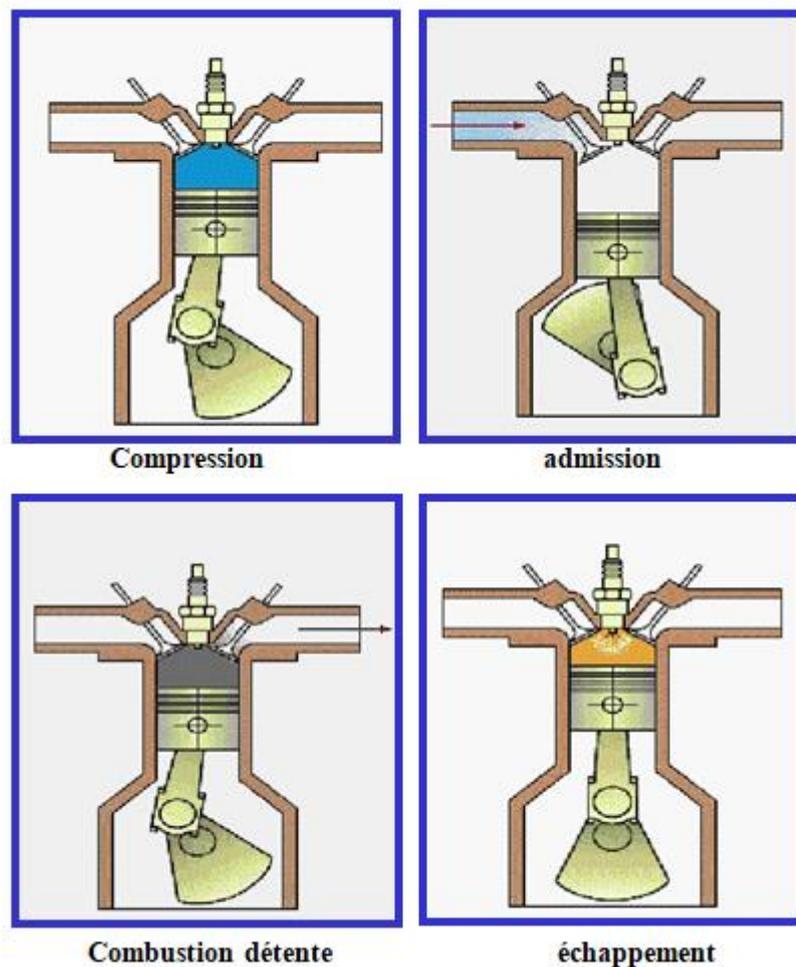
**3ème temps : COMBUSTION DETENTE**

On injecte le carburant dans l'air porté à haute température et celui-ci s'enflamme à son contact. L'augmentation de pression qui en résulte provoque le refoulement du piston (descend du PMH au PMB). La pression des gaz atteint 50 à 100 bars ; la température à 1800 à 2000 °C. On peut dire c'est le temps MOTEUR.

**4ème temps : ECHAPPEMENT**

Le piston remonté du PMB au PMH Soupape admission fermée - soupape échappement ouverte, les gaz brûlés sont chassés à l'extérieur la température tombée à 500°C.

Les soupapes d'admission s'ouvrent et le cycle recommence.



**Figure. II -05 :** les quatre temps du moteur Diesel.

II-5- Cycle réel du moteur Diesel

Pour un bon fonctionnement du moteur Diesel, des modifications ont été apportées au cycle théorique et qui sont :

✓ **Avance ouverture admission (AOA)**

Pour permettre une meilleure évacuation des gaz brûlés, on a l'avance à l'ouverture des soupapes d'admission de façon que l'air aspire dans le cylindre chasse les gaz brûlés, et pour avoir un bon remplissage à l'admission.

✓ **Retard fermeture admission (RFA)**

Pour obtenir un meilleur remplissage de cylindre en air frais. L'air ayant acquis une certaine vitesse durant la course descendant du piston continue de pénétrer dans le cylindre pendant le temps mort du piston au (PMB).

✓ **avance ouverture échappement (AOE)**

Il est bon d'avoir de l'avance de l'ouverture de la soupape d'échappement à la fin cycle de détente pour permettre une meilleure évacuation des gaz brûlés.

✓ **retard fermeture échappement (RFE)**

Retard correspond à l'avance de l'ouverture de la soupape d'admission car les gaz frais pénétrant dans le cylindre chassent les gaz brûlés.

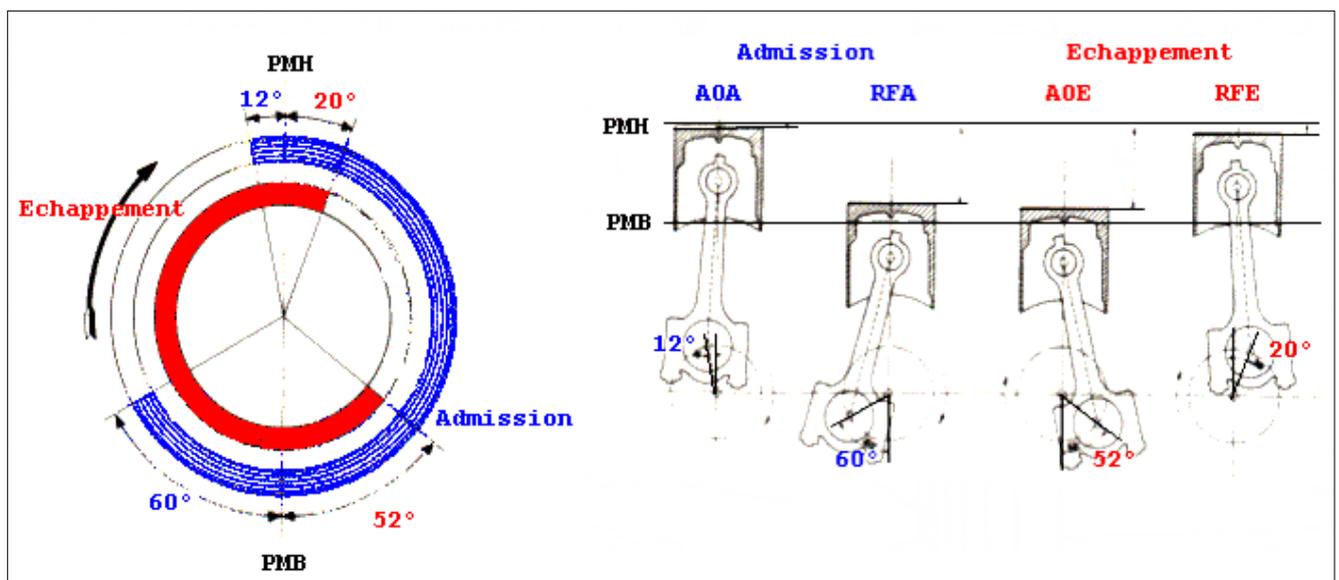


Figure. II -06 : cycle réel à 360°

✓ Avance à l'injection. (AI) [4]

Un certain temps s'écoule entre le début de l'injection et le début de la combustion, représente par l'angle environ  $8^\circ$ , le but de cette avance est de coincer le début de la combustion avec la position du piston au PMH, c'est pour cette raison que durant la combustion qu'on injecte le combustible avant que le piston soit exactement au PMH.

La comparaison avec le diagramme théorique fait ressortir un certain nombre de différences provenant de l'énergie de l'air qui diminue le remplissage, du délai d'allumage et des contre-pressions à l'échappement.

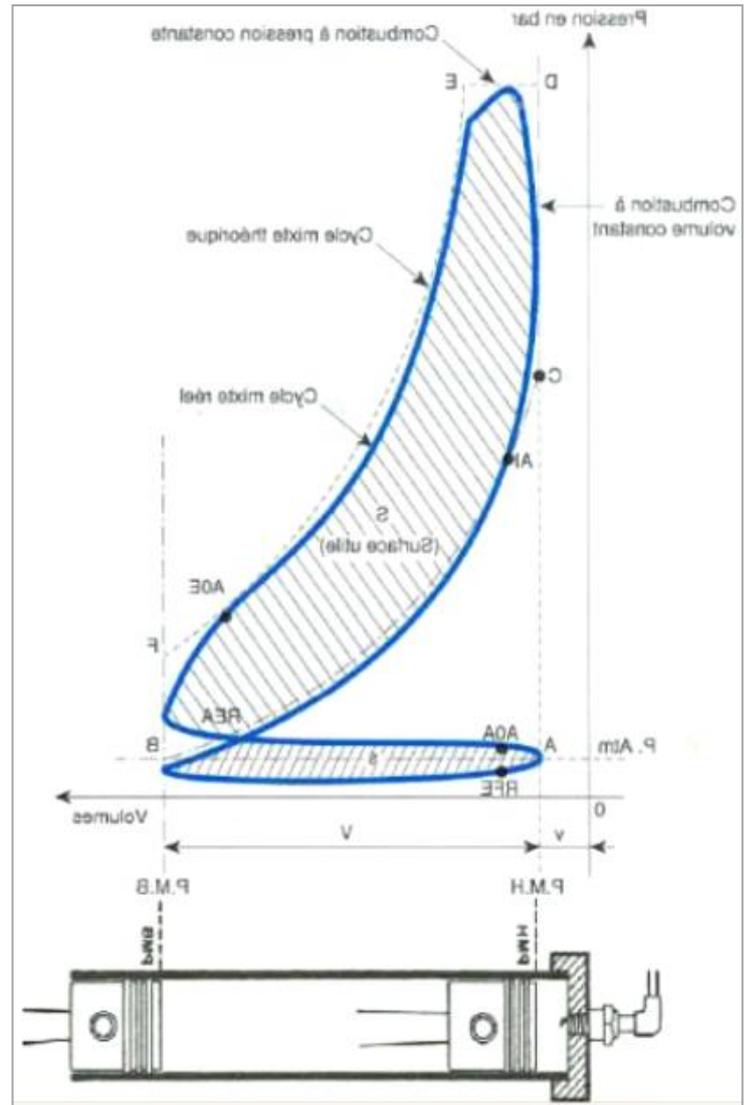


Figure. II -07 : cycle réel.

On a donc été ramène, sur le moteur diesel, à opérer comme sur le moteur à explosion un réglage de la distribution (AOA-RFA-AOE-RFE et AI).

On obtient ainsi le diagramme de la figure.

- a) l'aspiration et l'échappement ne s'effectuent pas à la pression atmosphérique en raison des pertes de charge.
- b) la compression et la détente ne sont pas adiabatiques mais poly tropiques.
- c) la combustion n'est pas instantanée, ne commence pas au début du 3<sup>ème</sup> temps pour remédier à cet état de choses on réalise une avance à l'injection (AI).

**II-6- Les avantages et les inconvénients du moteur Diesel****II-6--1- Les avantages du moteur Diesel**

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

- ✓ Le rendement est élevé. La consommation moyenne en combustible est voisine de 190 g/cv/h;
- ✓ Le combustible employé par les moteurs diesel est relativement bon marché;
- ✓ Les gaz d'échappement sont moins toxiques puisque la teneur en oxyde de carbone est de 0,1% à 2 %;
- ✓ Les dangers d'incendie sont réduits;
- ✓ L'admission est toujours maximale;
- ✓ En effet, le gas-oil ne produit des vapeurs inflammables que chauffés aux environs de 80°C, soit à une température nettement supérieure à celle de l'été.

**II-6--2- Les inconvénients du moteur Diesel**

Cependant le moteur diesel présente les inconvénients suivants :

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

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

En conséquence :

- ✓ Les pièces doivent être largement calculées ;
- ✓ La construction est donc lourde ;

## **Chapitre II                    Généralités sur les moteurs à combustion interne**

---

- ✓ L'étanchéité entre piston et cylindre est difficile à réaliser, d'où obligation de disposer sur les pistons cinq à six segments.

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

- ✓ combustion. Il faut donc prévoir un refroidissement correct du moteur;
- ✓ L'entretien d'organes de précision tels que les injecteurs et la pompe d'injection;
- ✓ nécessite l'intervention des spécialistes qualifiés;
- ✓ Le graissage est délicat en raison des pressions élevées transmises par le piston à tout l'équipage mobile.

# Chapitre III

Description du moteur

CAT3512A

### III-1-Introduction

Le CAT 3512 est un moteur Diesel série 3500, et 12 cylindres en V, est un moteur à quatre temps, dans ce type du moteur Diesel, utilise le système d'injection directe à chambre de combustion, (chaque culasse comporte quatre soupapes, deux pour l'admission et deux pour l'échappement).

Dans l'série 3500 il existe deux classes :

Classe A (" CAT3512A " injection à commande mécanique).

Classe B (" CAT3512B " injection à commande électronique).

Alors dans ce chapitre on va traiter généralement, les organes et les différents circuits du moteur CAT 3512A.

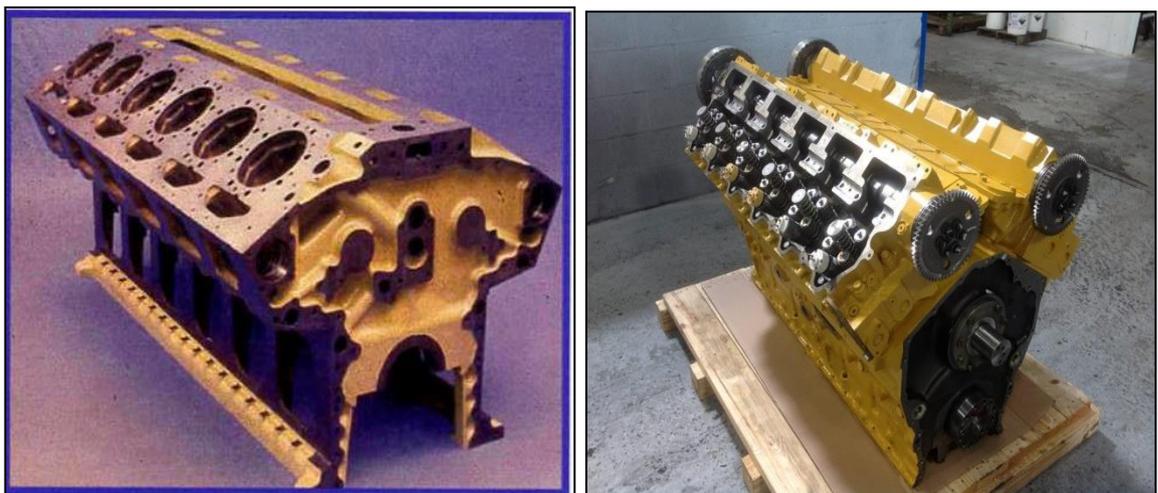
### III-2-Organes principaux du moteur [5]

Comme tous les moteurs Diesel la série 3500 à des organes principaux et des autres accessoires.

#### III-2.1-Organes fixes

##### III-2-1-1-Bloc moteur

C'est la pièce maîtresse de moteur, généralement les moteurs CAT 3500 et 3600 sont réalisé en alliage de fonte d'une seule pièce, Les cylindres peuvent êtres usinés ou évidés pour recevoir les chemises, Les circuits de lubrification et de refroidissement sont intégrés au bloc (Voir Figure. III -1).



**Figure. III-01** : Bloc moteur CAT3512A.

Le bloc moteur doit remplir plusieurs fonctions :

- Résister la pression des gaz, qui tendent à dilater et à repousser la culasse;
- Assurer circulations d'huile de graissage et l'eau de refroidissement à l'intérieur.
- Guider le piston;
- Les blocs des séries CAT 3500 et 3600 comportent des portes de visite qui autorisent l'accès aux embiellages, aux paliers de vilebrequin et aux arbres à cames.

### **III-2-1-2 Chemise(Cylindre)**

Les chemise du moteur CAT est en fonte centrifugée et du type amovible.

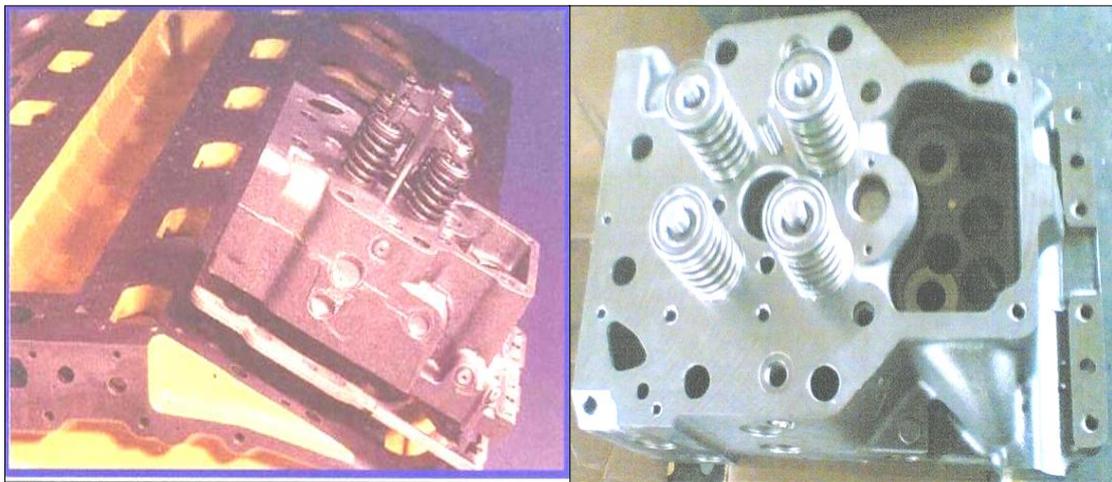
Chaque chemise comporte les placements des trois joints toriques inférieurs et un joint supérieur - -la partie supérieure est fixée par sa collerette serrée entre la culasse et le bloc -La partie inférieure est guidée dans le bloc et l'étanchéité assurée par des joints toriques. -La surface extérieure est revêtue d'un traitement antioxydant. La surface interne est pierrée (Figure. III -2).



**Figure. III-02 : Chemise.**

### III-2-1-3-Culasse

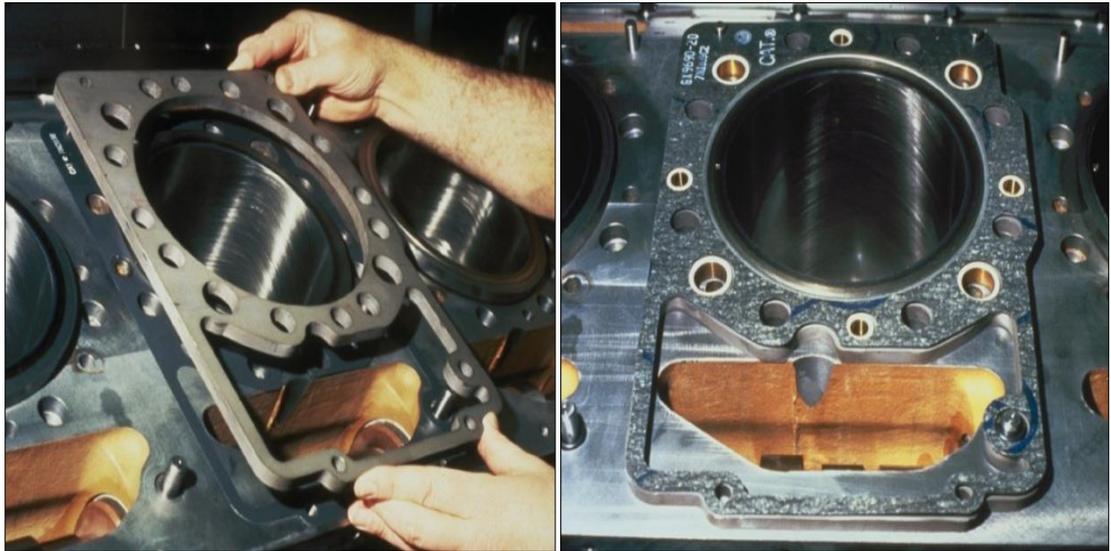
Les culasses CAT sont réalisées en fonte avec ces culasses des séries 3500 sont du type individuel et reçoivent quatre soupapes par chaque cylindre, Disposé à l'extrémité supérieure du cylindre, elle ferme le cylindre et constitue la chambre de combustion. Elle comporte les éléments de distribution, l'injecteur, les conduits d'admission et d'échappement. Très fortement sollicitée de point de vue thermique, des chambres d'eau sont nécessaires à son refroidissement.



**Figure. III-03 :** Culasse.

### III-2-1-4. Joint de culasse

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



**Figure. III-04 :**Joint du Culasse.

#### III-2-1-4 Carter

Il sert de réserve pour l'huile de graissage et participe à son refroidissement. Moulés en alliage léger. Ils constituent des caches ou des couvercles qui ferment les différentes faces du moteur.



**Figure. III-05 :** Carter.

### III-2-2-Organes mobiles

La transmission de couple moteur est assurée par un système dynamique comportant trois éléments principaux : le piston, la bielle et le vilebrequin.

#### III-2-2-1 Piston

Animé d'un mouvement rectiligne alternatif, le piston est réalisé en fonte alliée. La tête de piston forme une partie de la chambre de combustion. A ce titre, elle est quelque fois creusée de cavités destinées à créer une turbulence favorable à la combustion.

Segments sont logés dans la partie haute du piston, la tête, assurent l'étanchéité de la chambre de combustion.

On distingue Trois segment :

- Segment du coup de feu;
- segment de l'étanchéité;
- segment racleurs.

Dont l'un est souvent disposé plus bas que l'axe de piston. Le segment de feu est le plus souvent chromé. Il est disposé assez loin du bord de piston afin d'éviter qu'il soit soumis directement à la chaleur dégagée lors de la combustion.

Le refroidissement de piston assuré par jet d'huile.

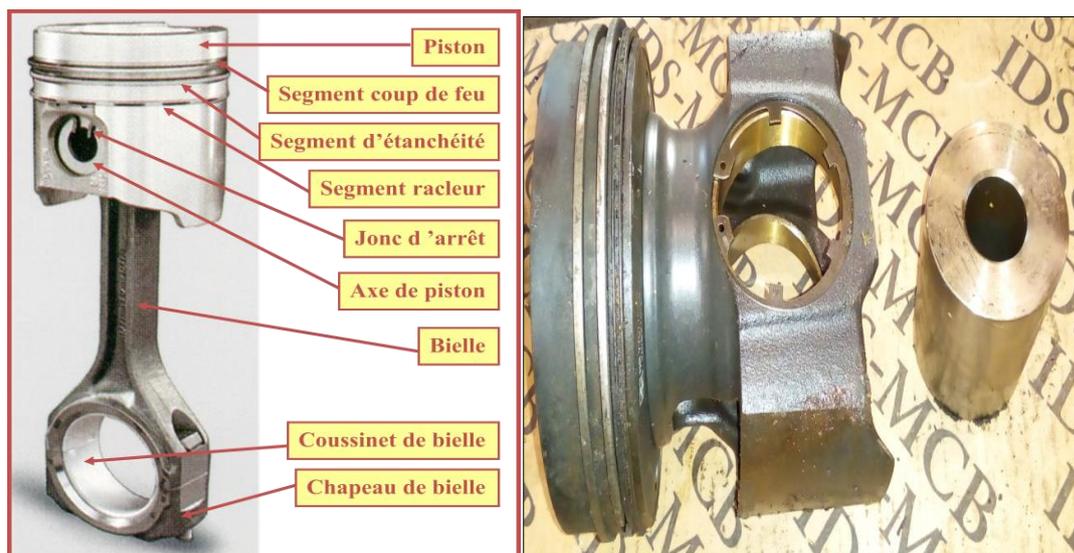


Figure. III-06 : Les pistons.

**III-2-2-2-Bielles**

La bielle assure la liaison mécanique entre le piston animé d'un mouvement rectiligne, et le vilebrequin doté d'un mouvement de rotation. Réalisée en acier, elle doit pouvoir résister à des efforts de compression très élevés.

A ce titre les constructeurs ont généralement adoptés une section de profil H en acier forgé, comporte des coussinets lisses en alésage d'aluminium.

Le plan de coupe de la tête de bielle est souvent oblique afin de faciliter la dépose de l'ensemble bielle piston par le haut de cylindre .la bielle comporte trois parties essentielles :

- Le pied articulé sur l'axe de piston ;
- La tête articulée sur le maneton du vilebrequin ;
- Le corps qui transmet les efforts entre les articulations.



**Figure. III-07 : Bielle.**

**III-2-2-3-Vilebrequin**

Constitué du vilebrequin et de volant moteur, il transmet sous la forme d'un couple l'énergie développée lors de la combustion. Il reçoit l'effort transmis par la bielle et fournit un mouvement circulaire à la sortie du moteur. La régularisation du

fonctionnement du moteur l'équilibrage de la rotation du vilebrequin est réalisé par le volant moteur.

Les vilebrequins CAT3512A sont en acier forgé à haut teneur en carbone. Les congés et portées sont durcis par traitement thermique. Les contrepoids d'équilibrage en acier sont vissés. De conduits de graissage permettent de lubrifier les manetons. Le graissage des tourillons est assuré par arrivée d'huile dans le bloc.

Parmi les éléments principaux du vilebrequin on distingue :

- Les tourillons qui permettent à l'arbre de reposer sur les paliers de bloc moteur;
- Les manetons sur lesquels s'articulent les bielles;
- Plateau support de volant moteur.

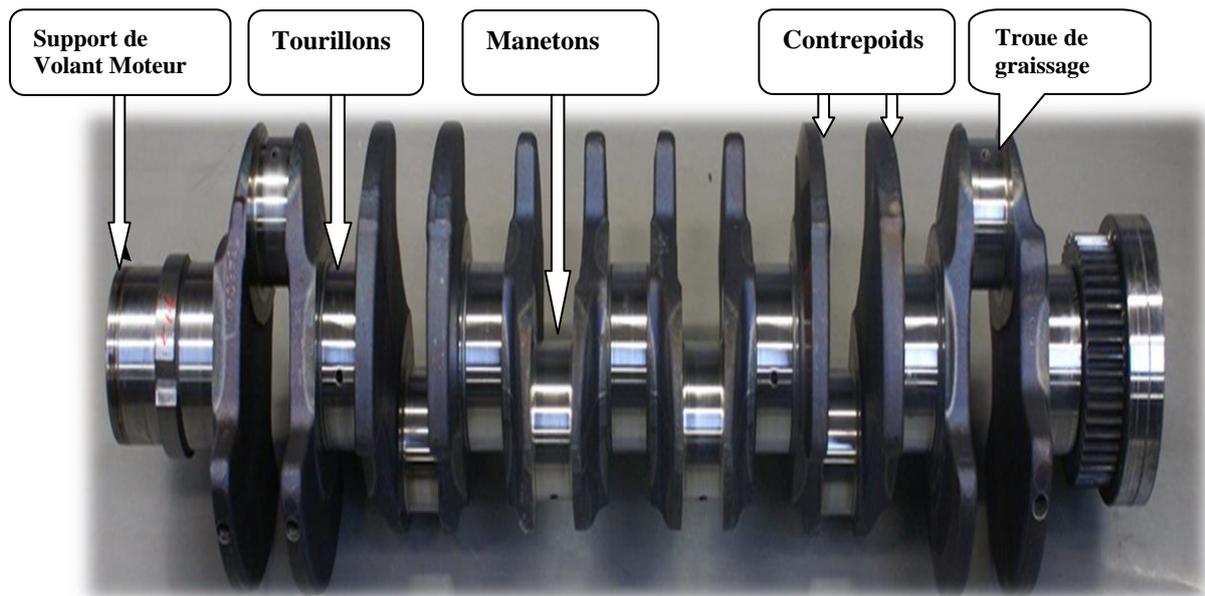


Figure. III-08 : Vilebrequin

### III-2-2-4-L'arbre à cames

Dans les moteurs CAT3512A on trouve deux arbres à cames en acier chaque ligne.

Il est entraîné par le vilebrequin et doté d'autant de cames que des soupapes selon la conception de la distribution, son emplacement au sein du moteur varie. La solution la plus répandue sur les moteurs de grandes puissances est la distribution culbutée.

L'arbre à came se situe dans le bloc et son entraînement est assuré par un ensemble de pignons dont le rapport de multiplication est d'un demi (1/2). La liaison arbre à cames soupapes est assurée par un ensemble de poussoirs, de tiges de culbuteurs et culbuteurs. Des ressorts hélicoïdaux, logés autour des soupapes, referment automatiquement celles-ci, quand la pression communiquée par les cames de l'arbre à cames cesse.



**Figure. III-09 :** Arbre à came.

### III-2-2-5-Soupapes

Selon la conception, la puissance du moteur, le nombre de soupapes par cylindre varie généralement au nombre de deux, une d'admission, l'autre d'échappement. Certains moteurs, en vue d'améliorer le remplissage du cylindre, peuvent être dotés de trois voire quatre soupapes par cylindre. Chaque soupape se compose d'une tête munie d'une portée conique et d'une queue, permettant le guidage.

On distingue deux sortes de soupapes :

- 1- Les soupapes d'admission ;
- 2- Les soupapes d'échappement.



**Figure. III-10** : soupapes & culbuteurs.

### III-2-2-6-Culbuteurs

Quelque fois appelée aussi basculeurs, les culbuteurs transmettent le mouvement des cames aux soupapes par l'intermédiaire des tiges de culbuteur. L'extrémité en contact avec la tige de culbuteur est munie d'un système vis écrou permettant le réglage du jeu aux culbuteurs. (Figure. III -10)

### III-2-2-7-Distribution

Elle gère l'ouverture et la fermeture des soupapes donc l'entrée et la sortie de gaz.



**Figure. III-11** : La distribution.

**III-3-Accessoires moteur**

- deux turbocompresseurs;
- reniflard;
- démarreur;
- Réfrigérants d'huile et d'air;
- Radiateur;
- chut-off.

**III-4-Etude les circuits de systèmes [6]****III-4-1-Circuit de refroidissement**

Généralement les moteurs CAT3512 est contient une grande quantité de chaleur, qui doit être évacuée sous peine de surchauffe et de grippage des pièces en mouvement. Tous les moteurs sont refroidis par un système de refroidissement à l'intérieur du bloc moteur.

Ce système de refroidissement doit être suffisant pour maintenir le bloc-cylindres à la température optimale.

Le système de refroidissement est un système fermé, avec circulation d'eau forcée.

La pompe à eau aspire l'eau du radiateur à travers une conduite. Le débit d'eau de refroidissement est divisé à la sortie de la pompe à eau en deux parties. Une partie de 40 % est envoyée vers le refroidissement d'air d'admission, et l'autre de 60% est envoyé vers le refroidisseur d'huile de lubrification, après l'eau circule autour les chemises de piston, ensuite remonte dans les culasses pour refroidir les conduites d'échappement, puis s'écoule dans les tuyaux coudés dans la tubulaire de retour.

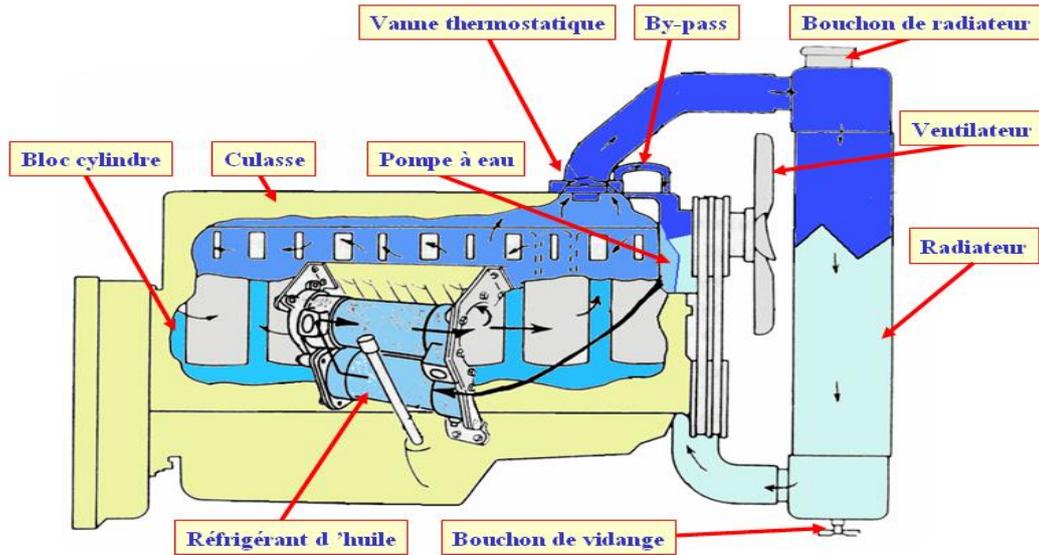


Figure. III-12 : Description Circuit de refroidissement.

#### III-4-1-1-Fonction des divers organes du circuit de refroidissement

- **Pompe à eau** : C'est une pompe centrifuge entraînée par le vilebrequin. Elle est destinée à réaliser l'écoulement de l'eau dans les tuyauteries de refroidissement.
- **Thermostat** : Contrôle la température maximale régnante dans le circuit. Il met le circuit à l'abri de forts écarts de température qui provoquent les changements de régime du moteur. Dès que la température requise est atteinte cet appareil actionne une vanne qui oriente l'eau de refroidissement vers le haut du radiateur.
- **Radiateur** : C'est un élément essentiel, dissipe l'excès de chaleur du moteur. Il compose d'un réservoir supérieur et inférieur relié entre eux par un faisceau à fines lamelles où s'opère le transfert de calories de l'eau à l'air. La communication avec le moteur s'effectue au moyen des tuyauteries en caoutchouc.

- **Ventilateur** : Chasse l'air à travers le faisceau du radiateur. Il est entraîné par le vilebrequin au moyen des courroies. Il assure la vitesse de circulation d'air à travers le radiateur.

### **III-4-1-2-Description du système de refroidissement du moteur CAT3512**

La pompe à eau «1» aspire de l'eau du radiateur à travers la conduite reliant le radiateur allant jusqu'au centre de la pompe à eau.

La pompe à eau fournit un débit de 1520 l/mn sous pression de 2.55bars environ. Le débit d'eau de refroidissement est divisé à la sortie de la pompe en deux parties différentes.

Une partie du débit de 570 l/mn est envoyée vers le réfrigérant d'air «7» et l'autre partie de 950 l/mn est envoyée vers le réfrigérant d'huile «3», L'eau traverse le réfrigérant d'huile et sort à travers un coude qui est relié à l'arrière du bloc-moteur tout près du vé du moteur.

Ces deux parties de liquides (60% et 40%) se mélangent et vont ensemble à travers la tubulure principale de distribution pour alimenter les chambres des chemises.

L'eau entre par le bas, et circule autour des chemises du bas vers le haut. L'eau du haut des chemises entre dans la culasse, circule d'abord autour des endroits les plus chauds, puis s'écoule par ces tuyaux coudés dans la tubulure de retour «6». L'eau se dirige vers le boîtier des thermostats «8».

Si l'eau est encore froide alors elle est envoyée à la conduite by-pass «10» vers la pompe à eau. Au fur et à mesure, que l'eau s'échauffe et dès qu'elle atteint 82°C, les thermostats commencent à s'ouvrir pour laisser l'eau passée par le passage supérieur «9» vers le radiateur, qui est chargé d'évacuer la chaleur d'eau à l'aide l'air ventilé.

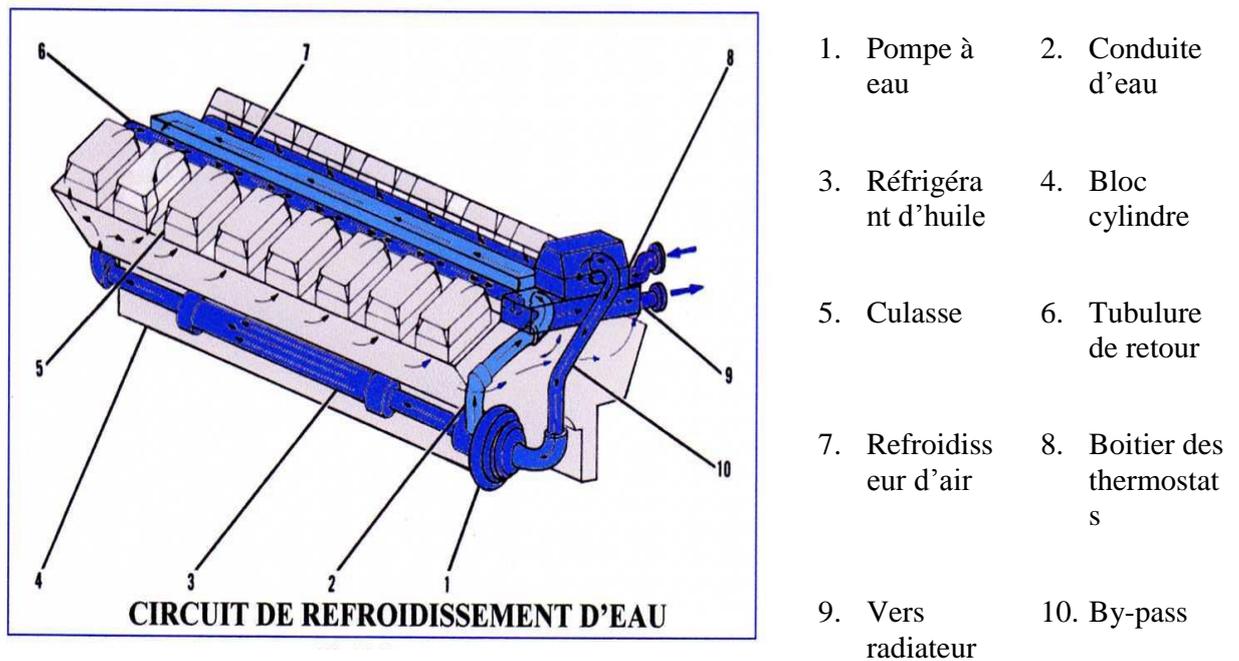


Figure. III-13 : les Canales de circuit de refroidissement.

### III-4-2- Circuit d'air (d'admission – échappement)

Le rôle essentiel du circuit d'admission est donc de purifier cet air aspiré, afin d'éviter l'introduction des poussières qui sont l'une des causes d'usure des organes mécaniques.

En application groupe électrogène, les filtres sont de type papier avec un seuil de filtration de l'ordre 10  $\mu\text{m}$ . La tuyauterie d'admission est intercalée entre le turbocompresseur et les différentes chambres de combustion. (Voir Figure. II-14)

Ces circuits comprennent :

- Un refroidisseur d'air;
- Deux filtres à air;
- Deux turbos chargeurs;
- Deux collecteurs d'échappement;
- Deux soupapes d'admission par cylindres;
- Deux pipes d'admission d'air;
- Deux soupapes d'échappement par cylindre;
- Une chambre de combustion par cylindre.

### III-4-2-1-Admission

L'air aspiré par les deux turbo-chargeurs passe d'abord à travers les filtres à air sur la turbine d'admission de chaque turbo-chargeur ; l'air est ensuite refoulé vers le refroidisseur d'air à une température de 93°C environ et avec une pression plus importante. L'air traverse le refroidisseur d'air et entre dans la chambre centrale du vé de moteur. Cette action fera abaisser la température d'air à 38°C environ.

L'air frais se trouvant dans la chambre centrale passe dans les coudes en aluminium communiquant avec les soupapes d'admission. Dès que les soupapes d'admission s'ouvrent, l'air entre en quantité suffisante dans la chambre de combustion.

Quand l'injection de fuel aura lieu dans la chambre de combustion, le mélange air+fuel s'enflamme spontanément au contact de l'air surchauffé. (Couleur bleu : voir Figure. III-14)

### III-4-2-2-Echappement

Les gaz brûlés sortent par l'intermédiaire des soupapes d'échappement ouvertes, puis par les collecteurs d'échappement. Ces gaz se détendent sur les turbines des turbo-chargeurs et enfin s'échappent dans l'atmosphère par l'intermédiaire du silencieux d'échappement.

(Couleur rouge : voir figure. III -14).

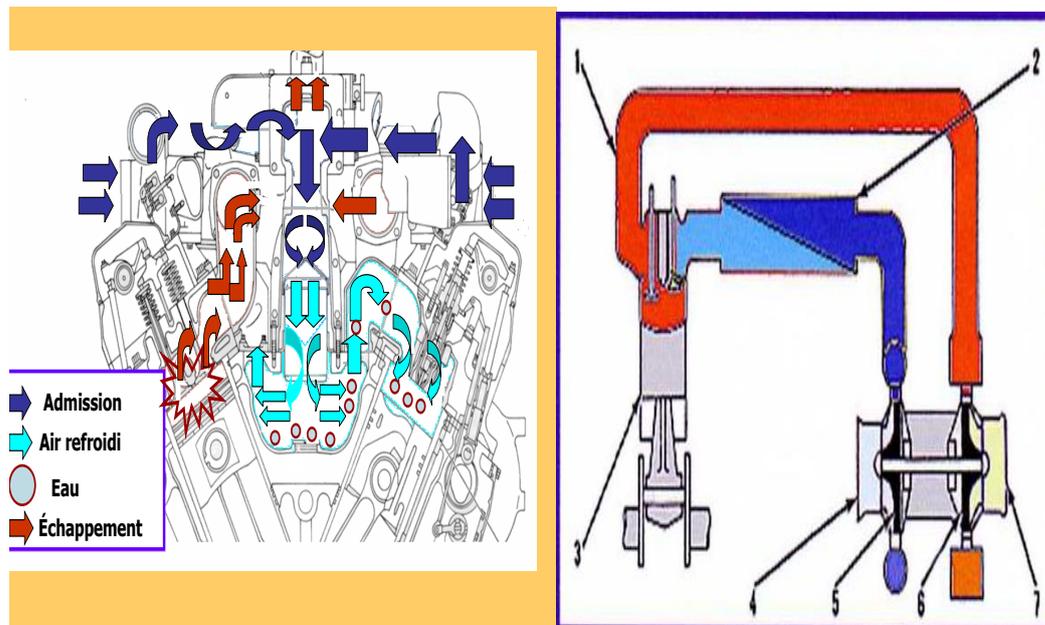


Figure. III-14 : Circuit d'air.

- 1). collecteur d'échappement
- 2). réfrigérant d'air de suralimentation ;
- 3). unité cylindre ;
- 4). aspiration d'air compresseur ;
- 5). Roue de compresseur ;
- 6).Roue de turbine ;
- 7).Sortie des gaz turbine ;
- 8). Turbo chargeur ;

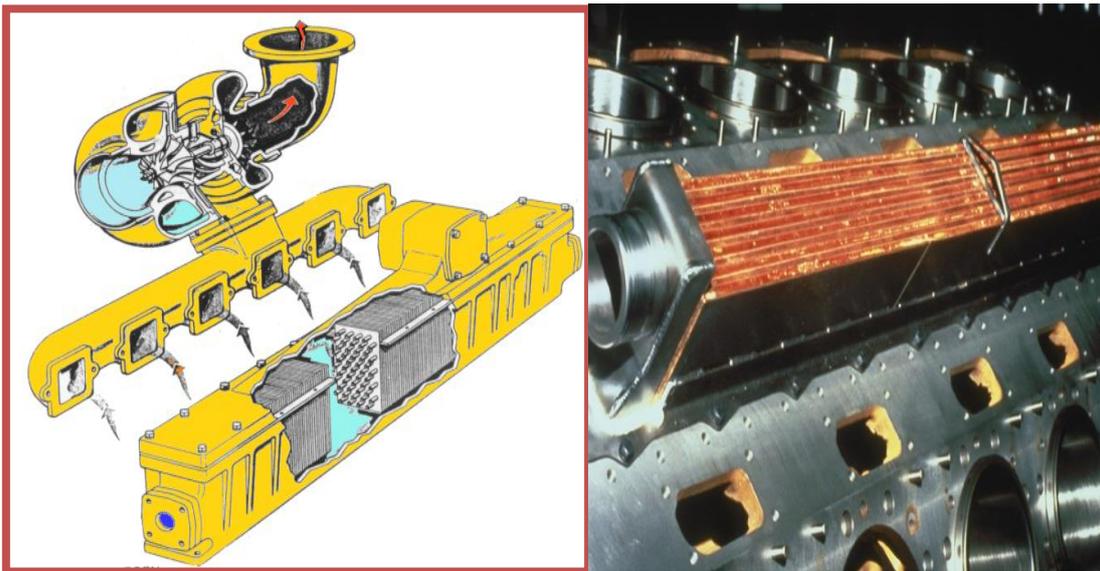
### III-4-2-3-Turbo compresseur

Un moteur à aspiration naturelle ne peut aspirer que 80% de sa cylindrée en air, ce qui limite la masse d'air introduite.

Sachant que la puissance est fonction de la quantité de combustible injecté et que cette quantité est limitée par la masse d'air introduite, la suralimentation et le refroidissement de cet air permettront d'augmenter la puissance.

Les moteurs CAT 3512 sont équipés de turbocompresseurs à palliés lisses graissés par l'huile du moteur. Les deux turbocompresseurs situés à l'arrière du moteur, sur les tubes transversaux des deux collecteurs d'échappement.

Le refroidissement de l'air comprimé est assuré par des échangeurs air/eau.



**Figure. III-15:**réfrigérant d'air de suralimentation.

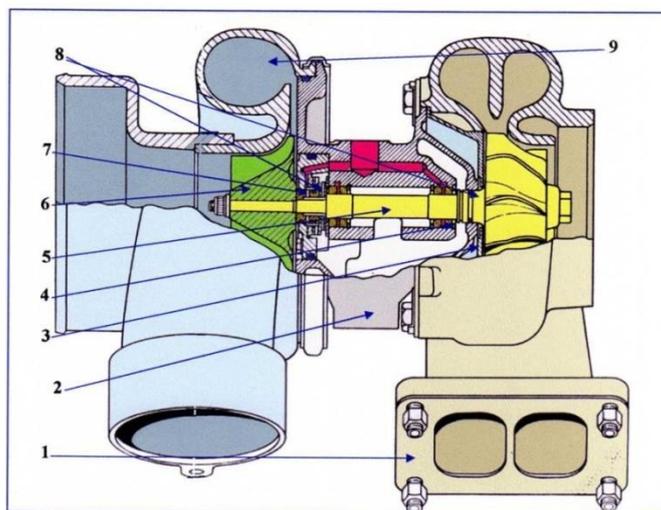
### III-4-2-4-Dispositif de suralimentation

Afin d'augmenter le remplissage du cylindre lors de la phase d'admission d'air, certains moteurs sont munis d'un système de suralimentation. Cette suralimentation consiste à augmenter la masse spécifique de l'air en lui faisant subir une compression préalable (c'est le rôle de turbocompresseur).

Cette suralimentation permet :

- Une augmentation de la puissance du moteur;
- Une amélioration des performances du moteur à haut régime et à forte charge.

Le turbocompresseur utilise l'énergie des gaz d'échappements. Ce transfert d'énergie est réalisé par un ensemble de deux turbines. La turbine d'entraînement, actionnée par les gaz d'échappements à leur sortie du moteur entraîne la turbine de suralimentation. Celle-ci aspire l'air de l'extérieur et le refoule en amont de la soupape d'admission. Cet ensemble dont la vitesse de rotation est très élevée 45000 à 60000 tr/mn. Nécessite un graissage sous pression d'huile.



1. Volute de turbine
2. Carter palier
3. Ecran thermique
4. Bague de palier
5. Ensemble arbre turbine
6. Roue de compresseur
7. Bague de butée
8. Segments d'étanchéité
9. Volute de compresseur

Figure. III-16 : Turbocompresseur.

**III-4-3-Circuit de graissage****III-4-3-1-Description circulation d'huile dans le moteur CAT3512**

Le circuit d'huile de moteur est conçu en tant que système à circulation forcée avec carter d'huile. La pompe à aspire l'huile du carter et refoule à travers un tube de liaison menant à l'échangeur de chaleur d'huile.

A partir de l'échangeur de chaleur d'huile moteur. Elle se dirige vers les deux filtres branchés en parallèle. L'huile est refoulée à travers le perçage de vilebrequin, les arbres à came, les injecteurs-pompes, le régulateur du moteur, le train d'engrenages, les turbocompresseurs et les pistons.

L'huile est amenée à chaque palier principal de vilebrequin. A travers les perçages de vilebrequin, elle parvient aux manetons et graisse les paliers de bielle. A partir de la canalisation principale, des perçages amènent l'huile à chaque palier de l'arbre à came qui eux sont reliés par des conduites aux culasses. A cet endroit elle graisse les paliers et les boulons à rotule de culbuteur. L'huile retourne en graissant la tiges-poussoir.

Toujours, à partir de la canalisation principale, des perçages mènent vers le bas au porte – gicleur, qui porte deux gicleurs. ces gicleurs injectent l'huile de refroidissement des pistons dans un perçage prévu dans la jupe de piston. L'huile ressortant librement du piston graisse, l'axe et retourne au carter d'huile.

Lubrification du moteur elle porte sur 5 points clés :

- 1-Les segments;
- 2-Les couronnes des pistons;
- 3-Les chemises;
- 4-La ligne d'arbres;
- 5-Les cames et poussoirs.

**III-4-3-2-Fonctionnement de circuit de graissage**

La pompe à huile aspire de l'huile du carter à travers une crépine «16» et à travers le coude «15». La crépine est équipée d'un tamis pour filtrer l'aspiration d'huile du carter.

La pompe à l'huile refoule de l'huile vers le refroidisseur d'huile «11», cette huile entre et sort vers les filtres à huile «17». L'huile refroidie et filtrée est envoyée vers le coude «09». Cette huile entre dans la tubulure «01» et «02». La tubulure «02» assure la lubrification des tourillons et des bagues de l'arbre à cames gauche.

La tubulure «05» assure la lubrification des tourillons et des bagues de l'arbre à cames droit. L'huile circulant autour des tourillons des arbres à cames monte et passe à travers des tétons creux vers les culasses pour lubrifier la rampe culbutrice et les trois culbuteurs.

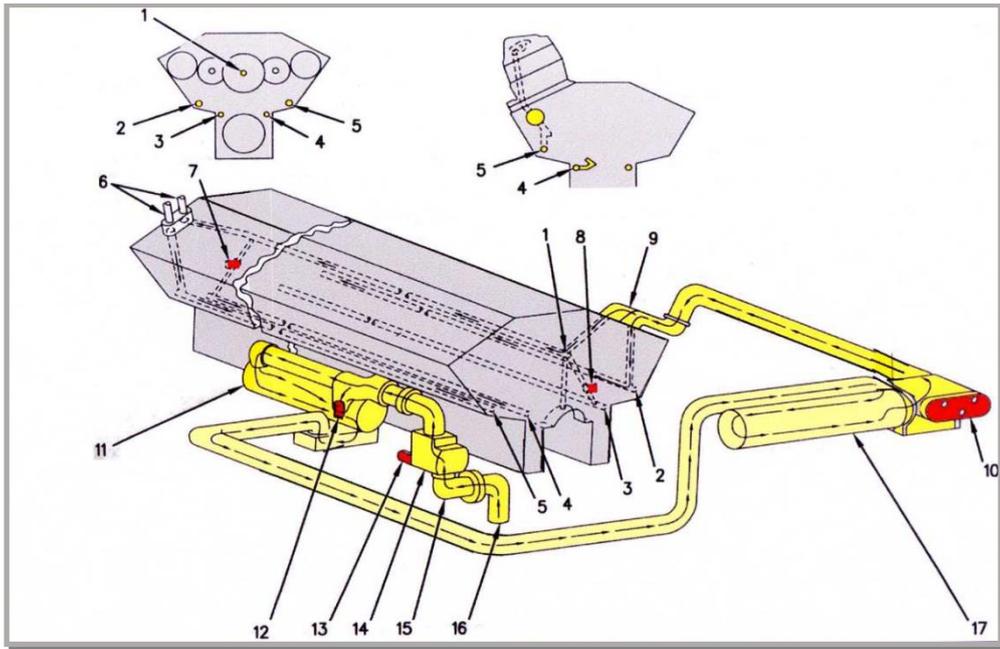
L'huile s'écoulant par les trois extrémités des trois culbuteurs lubrifie les ressorts des soupapes et les ressorts des injecteurs. La tubulure principale «01» qui est située dans le vé du moteur assure la lubrification des coussinets et des tourillons de vilebrequin par l'intermédiaire des perçages verticaux de chaque paliers.

Les manetons et les coussinets de bielles sont lubrifiés à partir des perçages obliques pratiqués sur chaque tourillon du vilebrequin.

Les soupapes des séquences sont alimentées à partir de la tubulure principale «01» pour lubrifier par jet les pistons.

La soupape de séquence «07» est montée à l'arrière du moteur et la soupape de séquence «08» est montée à l'avant du moteur. Les deux tubulures «03» et «04» assurent la lubrification des pistons par jet d'huile. Chaque buse d'huile a deux perçages. Quand l'huile arrive sous pression dans les buses, un jet d'huile est envoyé et dirigé pour lubrifier les segments et l'autre jet est dirigé pour lubrifier le fond du piston, son axe et son palier.

Les soupapes de séquences s'ouvrent à une pression égale ou supérieure à 1,38 bar. Si une pression d'huile descend en dessous ; de 1,38 bars, les soupapes de séquence coupent la lubrification des pistons ; ce but est d'assurer constamment une pression d'huile suffisante pour la lubrification des paliers du vilebrequin.



**Figure. III-17 :** Circuit de graissage.

1. Conduit de lubrification des coussinets, et des tourillons de vilebrequin ;
2. Conduit de lubrification des tourillons, bagues de l'arbre à cames à gauche ;
- 3,4. Conduit de lubrification des pistons par jet d'huile ;
5. Conduit de lubrification des tourillons, bagues de l'arbre à cames à droit ;
6. Conduit pour le graissage de turbo ;
7. Soupape de séquence à l'arrière du moteur ;
8. Soupape de séquence à l'avant du moteur ;
9. Entrée de l'huile au block pour la lubrification des différents organes ;
10. Filtre pour empêcher les parties solides ;
11. Refroidisseur d'huile ;
12. Sorte d'huile de refroidisseur d'huile ;
13. Arbre d'entraînement ;
14. Pompe à huile ;
15. Conduite d'entrée de pompe à huile ;
16. Entrée d'huile dans la pompe ;
17. Filtre à huile.

**III-4-3-3-Respiration des vapeurs d'huile (le reniflard)**

Les règlements, dans le cadre de la lutte antipollution, obligent les constructeurs à ne plus envoyer les vapeurs d'huile dans l'atmosphère. Les moteurs sont donc équipés d'un système de respiration qui permet de brûler ces vapeurs.



**Figure. III-18 :** Reniflard.

**III-4-3-4-L'analyses d'huile elle permet**

- De mettre en évidence des signes d'usure excessive;
- D'intervenir avant qu'une importante défaillance ne se produise;
- D'assurer une meilleure efficacité des programmes d'entretien périodique;
- De réduire les coûts de maintenance.

**III-4-4-Circuit de gas-oil**

Le combustible venant à partir du réservoir est filtré par l'intermédiaire des filtres qui éliminent les impuretés solides existant dans le gasoil. La pompe d'alimentation assure le transport du combustible à la chambre annulaire qui se trouve dans la culasse et communique avec l'orifice d'admission de l'injecteur pompe. Ce dernier comprime le gasoil jusqu'à une pression très élevée et permet son introduction dans la chambre de combustion sous forme pulvérisée. Quand l'injection du gasoil est terminée le reste

dans l'injecteur fait refroidir les pièces internes de celui-ci, puis retourne par la conduite de retour, vers le réservoir.

Ce circuit comprend :

- Un réservoir ou une citerne de fuel ;
- Une pompe d'alimentation (transfert) ;
- Une pompe de gavage (amorçage) ;
- Des filtres à gas-oil ;
- Des tubulures d'alimentation des injecteurs ;
- Des tubulures de retour de gas-oil ;
- Des injecteurs pompes ;
- Un circuit d'alimentation à basse pression (de pompe de gas-oil vers l'injecteur pompe) ;
- Un circuit d'alimentation à haute pression (de l'injecteur pompe vers la chambre de combustion) ;
- Un circuit de purge d'air ;
- Une soupape de maintien de pression de gas-oil.

#### **III-4-4-1-Description circuit du gas-oil dans le moteur CAT3512**

La pompe à gas-oil de transfert «7» aspire du gas-oil de la citerne en passant par un filtre primaire. Puis ce gas-oil est refoulé directement vers le filtre principal «3» et vers les deux tubulures «1» d'alimentation.

Chaque tubulure à deux passages. Le gas-oil circulant à travers le passage supérieur est celui d'admission qui alimente chaque injecteur-pompe par une conduite«14» et par la chambre annulaire «15» se trouvant dans la culasse.

La chambre annulaire pratiquée dans la culasse communique avec l'orifice d'admission de l'injecteur-pompe«4».

Le mouvement de va et vient de l'injecteur-pompe aspire et force le gas-oil jusqu'à la pression d'injection. Quand l'injection de gas-oil est terminée, le restant du gas-oil dans l'injecteur refroidit les pièces internes de l'injecteur, puis retourne par la conduite de retour «13» (conduite de retour inférieur se trouvant juste au-dessous de la tubulure d'alimentation).

Le gas-oil acheminant le retour depuis les injecteurs traverse une soupape régulatrice de pression «5» qui sont montée sur le bout avant de la tubulure de retour droite.

Cette soupape régulatrice maintient une pression entre 4,14 et 4,5 bar. Puis le gas-oil sort et retourne vers la citerne en passant par un refroidisseur à air. Un petit orifice relie l'entrée et la sortie du gas-oil pour créer un siphon au moment du changement des filtres, cela a pour conséquence de réduire le besoin de purge après le remplacement des éléments filtrants. (Figure. III-19).

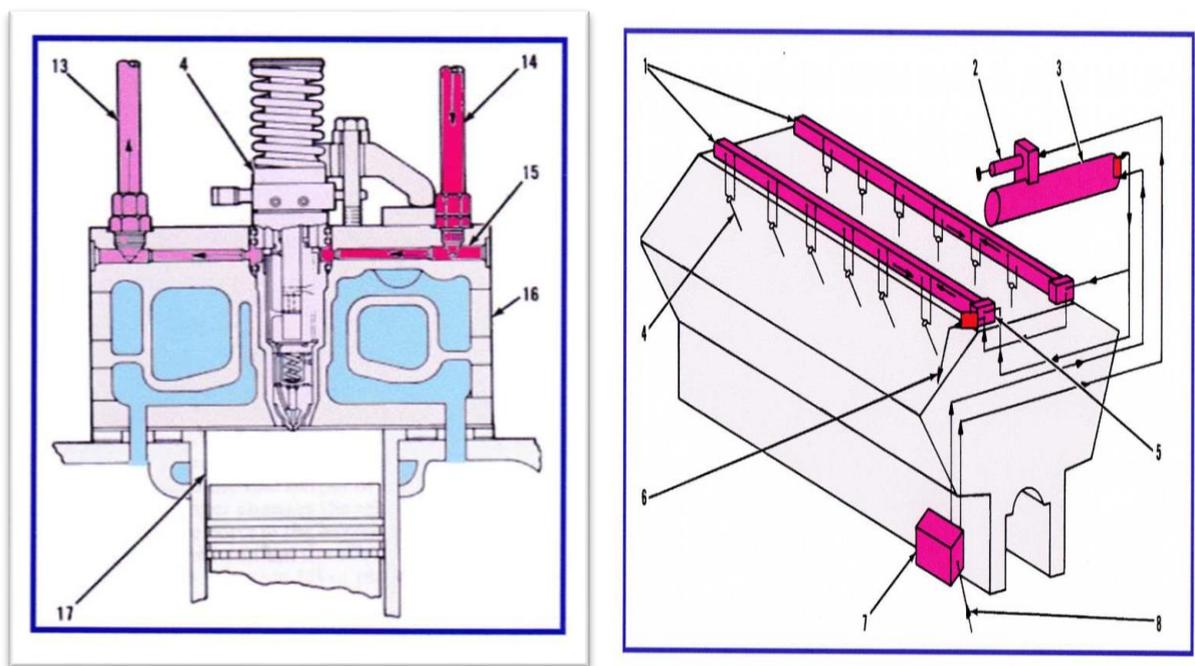


Figure. III-19 : Circuit de Gas-oil.

- |  |   |
|--|---|
| 1- Tubulures d'alimentation                                  | 2- Pompe primaire du gas-oil (amorçage)                         |
| 3- Filtre principale à gas-oil                               | 4- Injecteur pompe  |
| 5- Soupape régulatrice de pression                           | 6- Retour du gas-oil au réservoir                               |
| 7- Pompe à gas-oil   | 8- L'arrivée du gas-oil de réservoir vers<br>la pompe à gas-oil |
| 9- Deux conduites gas-oil vers filtre et pompe<br>d'amorçage | 10- Bloc moteur   |
| 11- Piston   | 12- Les segments  |
| 13- Tubulure de sortie du gas-oil                            | 14- Tubulure d'entre du gas-oil                                 |
| 15- Chambre annulaire  | 16- Culasse   |
| 17- Cylindre   |   |

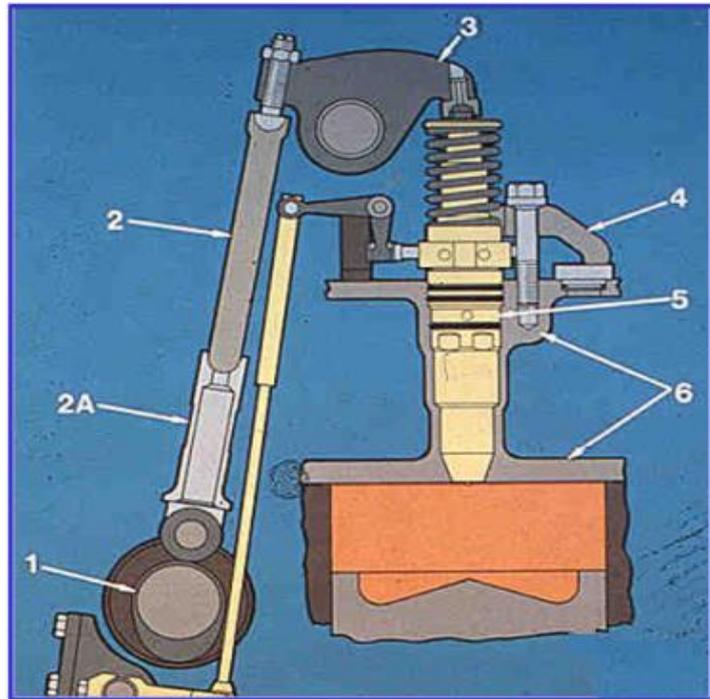
#### **III-4-4-2-Système d'injection à commande mécanique**

Dans les moteurs CAT 3512A Le régulateur du moteur est de type centrifuge avec deux masselottes, il est entraîné par le moteur à l'aide d'une transmission, il est placé côte droit à l'avant du moteur.

#### **III-4-4-3-Précision de l'injection**

- **Le temps** : Le temps d'injection est régulé à partir du calage moteur.
- **La quantité** : La quantité de gasoil est régulée avec un régulateur hydraulique. Ce dernier est relié avec toutes les crémaillères d'injecteurs par l'intermédiaire des tringleries de vitesse.

- 1 - Arbre à came;
- 2A- Poussoir à galet;
- 2- Tige de culbuteur;
- 3- Culbuteur;
- 4- Trianguleries de commande;
- 5- Injecteur pompe;
- 6- Culasse.



**Figure. III-20** : Système d'injection à commande mécanique.

# Chapitre IV

Maintenance du moteur

CAT3512A

**IV-1- Introduction**

Il est admis de nos jours par tout le monde que le problème de la production dans les entreprises est en relation directe avec la maintenance.

La préoccupation principale de toute l'entreprise consiste à réduire les coûts de production en minimisant les périodes d'immobilisation des installations.

L'existence d'un service de maintenance se justifie par la nécessité d'assurer la disponibilité permanente des équipements, pour que le service puisse accomplir sa tâche en obtenant le rendement optimal. Son coût constitue une partie de plus en plus grand de coût total de fabrication à tel point que le service de maintenance est devenu un organe capital dans les entreprises.

**IV-2- Définition de la maintenance**

D'après AFNOR (NF X60-010) : la maintenance est l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé.

« Maintenir » : contient la notion de prévention sur un système en fonctionnement.

« Rétablir » : contient la notion de correction consécutive à une perte de fonction.

La maintenance consiste à des opérations de dépannage, graissage ou amélioration qui permettent de conserver le potentiel du matériel pour assurer la continuité et la production.

On qualifie la maintenance de la bonne, quand on assure cette opération en coût global optimum.

**IV-3- Objectifs de la maintenance**

Les objectifs de la maintenance peuvent être classés en deux types :

**IV-3-1- Objectifs Financiers**

- ✓ réduire au minimum les dépenses de maintenance ;
- ✓ assurer le service de maintenance dans les limites d'un budget.

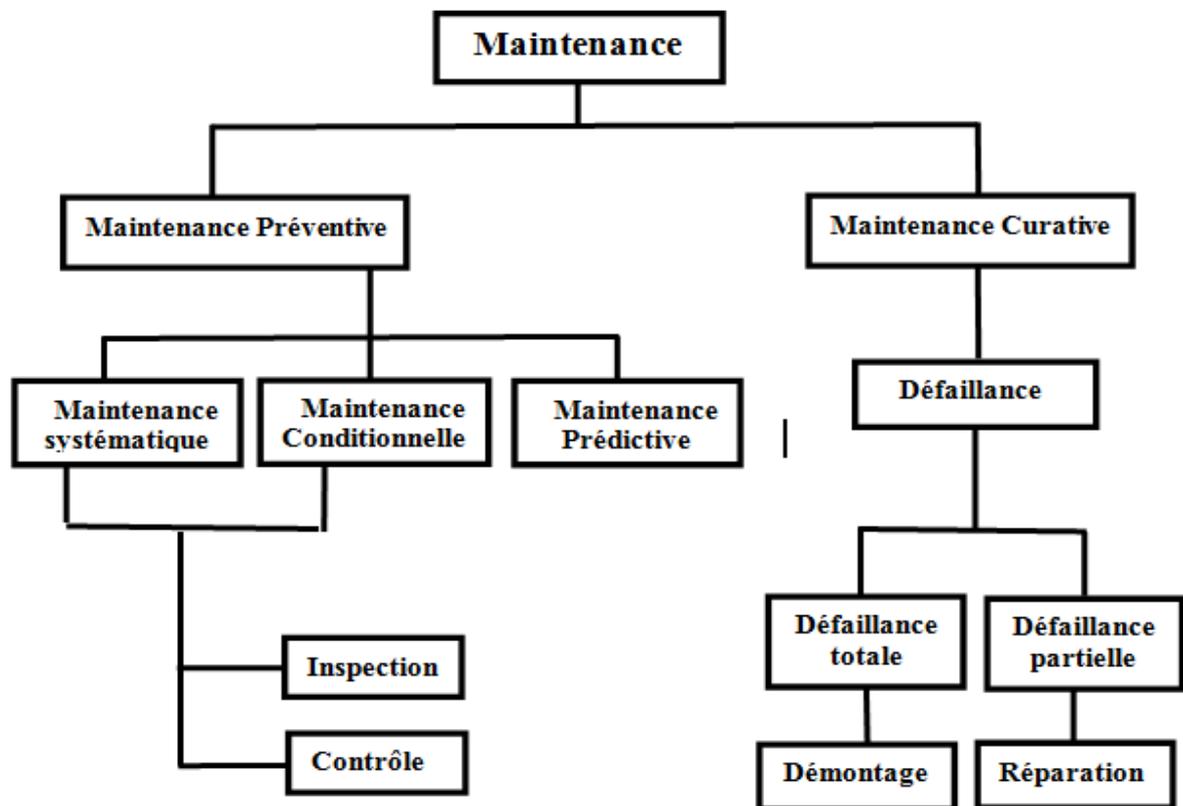
**IV-3-2- Objectifs Opérationnels**

- ✓ maintenir l'équipement dans les meilleures conditions possibles ;
- ✓ assurer la disponibilité maximale de l'équipement à un prix minimum ;

- ✓ augmenter la durée de vie des équipements ;
- ✓ entretenir les installations avec le minimum d'économie et les remplacer à des périodes prédéterminées ;
- ✓ assurer un fonctionnement sûr et efficace à tout moment ;
- ✓ augmenter le rendement des équipements.

**IV-4- Type de maintenance**

Pendant l'exploitation des équipements du compresseur centrifuge, certains organes sont sujets à diverses usures et détériorations, ce qui nécessite un contrôle régulier, avec l'application des différents types de maintenance .



**Figure. IV-01 : les Types des maintenances.**

**IV-4-1- Maintenance Préventive (Maintenance effectuée avant la défaillance)**

Selon AFNOR : la maintenance préventive est la maintenance effectuée dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou d'un service rendu.

La maintenance est préventive lorsque l'intervention sur l'équipement se fait avant l'apparition de défaillance. Elle vise à augmenter la probabilité de bon fonctionnement d'un système. Elle comprend la maintenance systématique et la maintenance conditionnelle.

**IV-4-2- Maintenance préventive systématique**

Cette maintenance consiste à changer des éléments jugés trop usagés ainsi qu'à effectuer des opérations obligatoires à temps voulues comme le graissage des éléments de la machine. Le changement de l'huile de lubrification, des joints, ... ex suivant un planning établi.

**IV-4-3- Maintenance préventive Conditionnelle**

Elle consiste à surveiller et à analyser de façon continue l'état de fonctionnement d'un équipement et son comportement avec le temps.

Elle concerne généralement les équipements vitaux dont l'arrêt imprévu peut provoquer des pertes de production considérables. Parmi ces opérations citons les relevés des températures, les mesures des vibrations, et les relevés des pressions, l'analyse des huiles et des produits véhiculés, les mesures des épaisseurs. Ce dernier type de maintenance présente un aspect prédictif.

**IV-4-4- Maintenance corrective**

Selon AFNOR : la maintenance corrective est la maintenance effectuée après défaillance.

La maintenance corrective parfois appelée curative (application non normalisée) a pour objet de redonner au matériel des qualités perdues nécessaire à son utilisation.

Elle n'est appliquée qu'après l'apparition de la panne ou de la défaillance. Elle permet donc la remise en état de marche de l'appareil dans les meilleures conditions en effectuant la réparation nécessaire.

**IV-5- Les opérations de maintenance**

- **Le dépannage :** Action sur un bien en panne en vue de le remettre provisoirement en état de fonctionnement avant réparation.
- **La réparation :** C'est une intervention définitive et limitée de maintenance corrective après panne ou défaillance. L'équipement réparé doit assurer les performances pour lesquels il a été conçu.
- **Les inspections :** Ce sont des activités de surveillance consistant à relever périodiquement des anomalies et exécuter des réglages simples ne nécessitant pas d'outillages spécifiques ni l'arrêt de l'outil de production.
- **Les visites :** Ce sont des opérations de surveillance qui entrent dans le cadre de la maintenance préventive systématique, elles s'opèrent selon une périodicité prédéterminée. Ces opérations définies au préalable peuvent entraîner des démontages d'organes et une immobilisation des matériels.
- **Les contrôles :** Ils correspondent à des vérifications de conformité par rapport à des données préétablies suivies d'un jugement.
- **Les révisions :** C'est l'ensemble des actions d'examen de contrôle et des interventions effectuées en vue de protéger l'équipement contre toute défaillance majeure. Il y a des révisions partielles et des révisions générales et dans les deux cas il y a une nécessité de la dépose de différents sous-ensembles d'un matériel.

**IV-6- Les niveaux de maintenance**

- **1<sup>er</sup> niveau :** Réglages simples au moyen d'éléments accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement, ou échanges d'éléments consommables accessibles en toute sécurité (voyants, fusibles...).
- **2<sup>ème</sup> niveau :** Dépannages par échange standard des éléments prévus à cet effet et opérations mineures de maintenance préventive telles que les graissages ou contrôles de bon fonctionnement (rondes).
- **3<sup>ème</sup> niveau :** Identification et diagnostic des pannes réparations par échange de composants ou d'éléments fonctionnels, réparations mécaniques mineures et toutes opérations courantes de maintenance préventive telles que réglage général ou réalignement des appareils de mesure.

- **4<sup>ème</sup> niveau** : Tous les travaux de maintenance corrective ou préventive sauf rénovation et reconstruction. Avec réglages des appareils de mesure utilisés. Au besoin vérification des étalons de mesure par des organismes spécialisés.
- **5<sup>ème</sup> niveau** : Rénovation, reconstruction, et toutes les opérations importantes confiées à un atelier central ou à des unités extérieures.

#### **IV-7- Les activités connexes de la maintenance**

- **Rénovation** : Inspection de tous les organes, reprise dimensionnelle complète ou remplacement des pièces déformées, vérification des caractéristiques et éventuellement préparation des pièces, Sous - ensemble défaillantes conservations des bonnes pièces.
- **Reconstruction** : Nécessite le remplacement des pièces vitales par des pièces d'origine ou des pièces neuves équivalentes.

Les modifications apportées peuvent concerner, en plus de la maintenance et de la durabilité, la capacité de production, l'efficacité, la sécurité entre la rénovation et la reconstruction, développe une forme intermédiaire, elle consiste à récupérer sur des matériels rebutés des éléments en bon état.

- **La modernisation** : Remplacement des équipements, accessoires et appareils ou éventuellement des logiciels apportant, grâce à des perfectionnements techniques n'existant pas sur le bien d'origine.

#### **IV-8- Entretien**

L'entretien est l'ensemble des actions qui garantissent le bon fonctionnement et la durée de la machine dans le temps – il s'agit d'une nécessité essentielle de toute implantation industrielle pour que celle – ci puisse produire avec continuité et se maintenir en parfait état de marche dans le temps.

##### **IV-8-1- Types d'entretien**

Il existe deux types:

###### **IV-8-1-1- Entretien de maintien**

Il répare ou prévient la panne autrement dit rétablit le bon fonctionnement initial.

Il Peut être.

- ✓ Accidentel : Répare après la panne.
- ✓ Programmé : un temps d'entretien fixé.
- ✓ D'inspection : Peut s'effectuer dans deux conditions.

### IV-8-1-2- L'entretien d'amélioration

Il s'agit d'une simple amélioration qui permet d'obtenir une meilleure efficacité (le coût d'entretien modification et / ou de remplacement est comparé avec le coût d'entretien) en laissant de côté l'entretien d'amélioration moins intéressant. L'entretien peut être subdivisé en entretien (programmé ou préventif ou accidentel ou d'urgence) ; Le tout peut être schématisé comme suit :

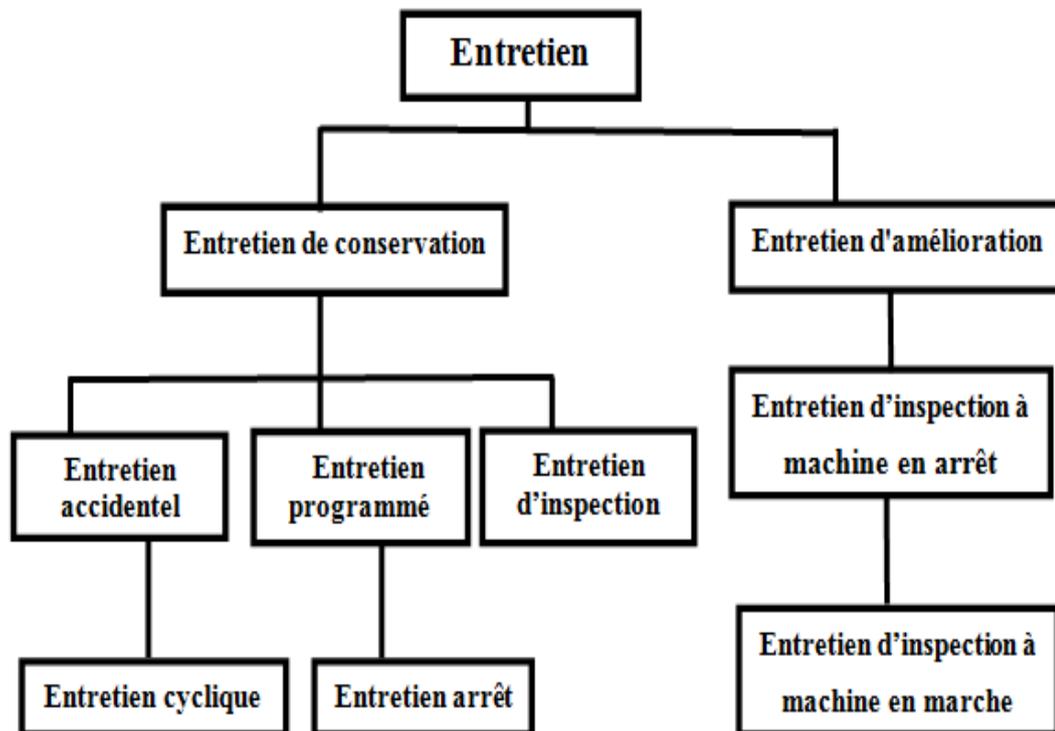


Figure. IV-02: Les Types d'entretiens

**IV-9-Etude de cas d'un moteur CATERPILLAR 3512****IV-9-1-Les niveaux de maintenance**

Les opérations à réaliser sont classées. Selon leur complexité, en cinq les normes NFX 60010 Pour chaque niveau, la liste des opérations précisées est donnée à titre d'illustration.

**A/ 1<sup>er</sup> Niveau de maintenance**

Il s'agit essentiellement de contrôler et de relever des paramètres de fonctionnement des machines ;

- ✓ niveau d'huile moteur ;
- ✓ niveau d'eau indicateur de colmatage ;
- ✓ niveau de la réserve d'huile ;
- ✓ niveau de la réserve de combustible ;
- ✓ régime du moteur ;
- ✓ température de l'eau de refroidissement ;
- ✓ température d'échappement ;
- ✓ test des voyants et indicateurs ;
- ✓ purge de circuit d'échappement ;
- ✓ nettoyage des filtres ;
- ✓ contrôle visuel de l'état des organes ;
- ✓ contrôle auditif des bruits de marche.

Ces contrôles peuvent donner suite à des interventions simples de main ne nécessitant pas de réalisation d'un diagnostic de panne et démontage. Ils peuvent aussi déclencher, notamment sur des anomalies constatées, des opérations de maintenance de niveau supérieurs.

En règle générale les interventions de 1er niveau sont intégrées à la conduite des machines.

**B/ 2<sup>ème</sup> Niveau de maintenance**

Il s'agit des opérations de maintenance préventive qui sont régulièrement effectuées sur les équipements :

- ✓ -remplacement des filtres à gazole;
- ✓ remplacement des filtres à huile moteur;
- ✓ remplacement des filtres à air prélèvement d'huile pour analyse et pré-analyse
- ✓ vidange de l'huile de moteur ;
- ✓ analyse de liquide de refroidissement ;
- ✓ contrôle des points signalés pour le 1- niveau ;
- ✓ graissage de tous les points en fonction de périodicité ;
- ✓ contrôle des batteries.

Ces opérations sont réalisées par un technicien ayant une formation spécifique. Ce dernier suit les instructions de maintenance qui définissent les tâches, la manière et les outillages spéciaux. Les pièces de rechange sont essentiellement du type consommable, filtres, joints huile, liquide de refroidissement.

### **C/ 3<sup>ème</sup> Niveau de maintenance**

Il s'agit des opérations de maintenance préventive, curative, de réglages et de réparations mécaniques ou électrique mineurs. Les opérations réalisées peuvent nécessiter un diagnostic de panne :

- ✓ réglage des jeux de soupapes ;
- ✓ réglage des injecteurs ;
- ✓ contrôle endoscopique des cylindres ;
- ✓ contrôle des sécurités du moteur ;
- ✓ contrôle et réglage des protections électriques ;
- ✓ contrôle du démarreur ;
- ✓ remplacement d'un injecteur ;
- ✓ contrôle et réglage de la carburation ;
- ✓ contrôle et réglage de la régulation de puissance ;
- ✓ contrôle et révision de la pompe ;
- ✓ remplacement d'une résistance de chauffage ;
- ✓ contrôle de l'embellage ;
- ✓ contrôle de l'isolement électrique ;
- ✓ remplacement des sondes et capteurs ;

- ✓ remplacement d'une bobine de commande ;
- ✓ remplacement d'un disjoncteur.

Ces opérations sont réalisées par un technicien spécialisé. Toutes les opérations se font avec l'aide d'instructions de maintenance et d'outils spécifiques tel que les appareils de mesure ou de calibrage. Ces opérations peuvent conduire à des opérations de 4<sup>ème</sup> niveau.

### **D/ 4<sup>ème</sup> Niveau de maintenance**

Il s'agit d'opérations importantes ou complexes à l'exception de la reconstruction de l'équipement ;

-déculassage (révision, rectification) ;

- ✓ - révision de la cylindrée ;
- ✓ - contrôle d'alignement du moteur /alternateur ;
- ✓ -changement des pôles d'un disjoncteur HT ;

Les opérations sont réalisées par des techniciens bénéficiant d'un encadrement technicien très spécialisé, d'un outillage général complet et d'un outillage spécifique, Elles font aussi appel à des ateliers spécialises (rectification. ré usinage)

### **E/ 5<sup>ème</sup> Niveau de maintenance**

Il s'agit d'opérations lourdes de rénovation ou de reconstruction d'un équipement Ces opérations entraînent le démontage de l'équipement est son transport dans un atelier spécialise

Le 5<sup>ème</sup> niveau de maintenance est réservé au constructeur ou reconstruteur. Il nécessite des moyens similaires à ceux utilisés en fabrication.

## **IV-10- Organisation d'entretien du moteur [6]**

Le programme d'entretien et d'inspection régulier peut fournir une évaluation de l'état actuel du matériel et permettre de prédire les problèmes à venir. La fréquence de ce programme d'entretien dépendra des facteurs suivants :

- ✓ Application ;
- ✓ Conditions d'utilisation ;
- ✓ Expérience de l'utilisateur ;
- ✓ Philosophie de l'utilisateur.

Un programme d'entretien régulier est forcément recommandé car il permet de d'assurer au matériel un état satisfaisant, cela augmentera sa fiabilité.

### **IV-10-1-Calendarier d'entretien**

Dans le but de préserver l'équipement en fonctionnement au maximum de sa durée de vie, le constructeur du moteur Caterpillar à planifier les opérations suivant :

#### **A. Chaque jour** : on doit vérifier et contrôler les :

- ✓ Panneau convertisseur, contrôle ;
- ✓ Niveau de circuit de refroidissement
- ✓ Filtre à air, contrôle de l'indicateur de colmatage ;
- ✓ Pré filtre à air du moteur, nettoyage ;
- ✓ Niveau d'huile moteur, contrôle ;
- ✓ Réservoir de carburant, purge de l'eau et des dépôts ;
- ✓ Charge de l'alternateur, contrôle ;
- ✓ Réchauffeur d'eau de chemises contrôle ;

#### **B. Chaque semaine** : on doit vérifier :

- ✓ Chargeur de batterie, contrôle ;
- ✓ Connexions électriques, contrôle ;
- ✓ Alternateur, contrôle ;
- ✓ Résistance de chauffage, contrôle ;
- ✓ Tension et fréquence, contrôle ;
- ✓ Vérifications extérieures.

#### **C. Toutes les 500 heures de service** :

- ✓ Huile de moteur et filtre, vidange/remplacement.
- ✓ Radiateur, nettoyage

**D. Toutes les 1000 heures de service :**

- ✓ Analyse de liquide de refroidissement ;
- ✓ Moteur, nettoyage ;
- ✓ Reniflard du carter moteur, nettoyage ;
- ✓ Dispositifs de protection du moteur, contrôle ;
- ✓ Filtre à carburant primaire, nettoyage/contrôle/remplacement ;
- ✓ Filtre secondaire de circuit de carburant, remplacement.

**E. Toutes les 2000 heures de service :**

- ✓ Graisseur du démarreur pneumatique ;
- ✓ Amortisseur de vibrations du vilebrequin, contrôle ;
- ✓ Support du moteur, contrôle ;
- ✓ Jeu des soupapes du moteur, contrôle/réglage ;
- ✓ Vibration du groupe électrogène, examen ;

**F. Toutes les 3000 heures de service :**

- ✓ Circuit de refroidissement avec liquide de refroidissement classique, renouvellement de la solution ;
- ✓ Liquide de refroidissement de longue durée, adjonction de prolongateur.

**G. Toutes les 6000 heures de service :**

- ✓ Alternateur, contrôle ;
- ✓ Liquide de refroidissement de longue durée, renouvellement ;
- ✓ Circuit de refroidissement, remplacement de thermostat ;
- ✓ Pompe de graissage, contrôle ;
- ✓ Capteur de la vitesse, nettoyage/contrôle ;

**H. Entre 15000 et 18000 heures de service :**

- ✓ Révision du haut du moteur ;
- ✓ Révision générale.

**IV-10-2- Révision générale**

Une révision consiste à remplacer les principales pièces usées du moteur. L'intervalle de révision est un intervalle d'entretien planifié. Certaines pièces usées du moteur sont rénovées ou remplacées par des pièces.

**IV-10-2-1-Les travaux de démontages et de montage**

- ✓ Avant le démontage, on doit vidanger tous les systèmes de graissage, refroidissement et d'alimentation. On doit nettoyer le moteur avec la vapeur d'eau pour enlever les saletés cumulées des graisses, d'huile et de poussières, cela permettre un examen visuel superficiel ;
- ✓ Sans oublier, le nettoyage de l'espace autour du moteur pour permettre un démontage à l'aise.
- ✓ Le démontage, on peut le faire à partir du radiateur, comme on peut le faire à partir du volant moteur ;
- ✓ Démontez les deux filtres à air se trouvant sur les deux côtés du moteur, ainsi que les deux plaques qui supportent les filtres ;
- ✓ Isoler le turbocompresseur, en démontant toutes les conduites de lubrification, d'admission d'air et d'échappement. Desserrer les boulons fixant le turbocompresseur et tirer ce dernier lentement.
- ✓ Isoler le refroidisseur d'air, dévisser les boulons de fixation des refroidisseurs enfin l'enlever ;
- ✓ Fixer le vilebrequin pour qu'il ne tourne pas et desserrer les boulons du volant moteur pour son démontage ;
- ✓ Démontez la cage de la distribution arrière, puis démontez le pignon intermédiaire et le balancier ;
- ✓ A l'avant du moteur, isoler le radiateur des conduites d'arrivée et de sortie d'eau, desserrer tous les boulons de fixation, enfin démontez le radiateur ;
- ✓ Enlever les courroies d'entraînement de ventilateur puis démontez ce dernière, après avoir desserré tous les boulons de fixation ;
- ✓ Démontez la cage de distribution avant du moteur, puis enlever les pignons intermédiaires, pignon de la pompe à eau, celui de la pompe à l'huile et le balancier ;
- ✓ Démontez le réfrigérant d'huile ;

- ✓ Démontez toutes les conduites d'injection du gas-oil, d'admission d'air et celui d'échappement des gaz ;
- ✓ Démontez les couvercles des culasses, puis démontez les culbuteurs et tirez les tiges culbuteurs ;
- ✓ Desserrer tous boulons fixant les culasses au bloc cylindre, puis enlever les culasses ;
- ✓ Démontez les pompes d'injection ;
- ✓ Démontez les couvercles des trappes de visite de bielle du vilebrequin ;
- ✓ Desserrer les boulons de fixation du carter au bloc moteur puis, poser le bloc sur la partie supérieure pour démontez le vilebrequin ;
- ✓ Démontez les paliers inférieurs de vilebrequin et les chapeaux des têtes de billes, enfin enlever le vilebrequin ;
- ✓ Démontez les pipes de lubrification des pistons, ainsi que les portes poussoirs des culbuteurs.

Pour faciliter le montage, il est conseillé de mettre toutes les pièces en ordre de démontage avec leurs boulons de fixation bien nettoyés.

Le procédé de montage se fait dans le sens inverse de démontage, avec le respect de tous serrages des boulons suivant les exigences du constructeur.

**IV-10-2-2-Liste des pièces de rechange nécessaire pour la révision générale d'un moteur CAT3512**

Items	Pièces	Référence	Quantités
1	CORE GP OIL COOLER	4W4980	1
2	OIL PUMP GP	7W0053	1
3	WATER REGULATOR (Réf.7E7933)	614950	4
4	KIT GASKET WATER LINES	1454686	1
5	LIFP CYLINDER (liner)	1106993	12
6	BODY ASSY PISTON	9Y4124	12
7	RING PISTON (top)	8N1233	12
8	KIT GASKET REAR STRUCTURE	2011519	1
9	GASKET KIT SINGLE CYLINDER	1454685	12

10	JEU DE JOINTS	6V9897	12
11	KIT GASKET	8T8188	1
12	KIT GASKET CENTRALE LOWER	1782977	1
13	KIT GASKET OIL COOLER & LINES	1358812	1
14	PLATE THRUST	7C6209	2
15	SEAL GP CRANKSHAFT	6I3809	1
16	SEAL GP CRANKSHAFT	6I3810	1
17	BEARING MAIN STD (Réf.1050253)	149-6031	7
18	BEARING CONNECT. ROD STD	1077330	12
19	BEARING SLEEVE	4P5438	1
20	BEARING SLEEVE	1259750	2
21	WASHER THRUST	4P5091	2
22	WASHER THRUST	7N5246	2
23	BEARING SLEEVE	1275400	4
24	BEARING	1161365	1
25	WASHER THRUST	7C3258	1
26	PIN PISTON	1388506	12
27	PLATE	1106994	12
28	CARTRIDGE	6N7960	2
29	PUMP FUEL PRIMING	1623906	1
30	CORE ASSEM. (Réfrigérant d' air)	7W5456	1
31	WATER PUMP (Réf.1664377)	2128176	1
32	KIT GASKET FRONT STUCTURE	1454923	1
33	KIT GASKET SINGLE CYL. LINER	6V3774	12
34	KIT GASKET MAIFOLD	1468946	1
35	KIT GASKET OIL PUMP	1358813	1
36	VALVE CHECK	7E3921	1
37	COVER	8N-6423	1
38	BEARING CAMSHAFT	7N2048	14
39	FUEL PUMP	268-1900	1
40	SHUT OF GP HYDRO - MEC.	1720257	1

41	CYLINDRE HYDRAULIQUE	5N3089	1
42	VALVE	7E1123	1
43	COUPLING EXHAUST	1245514	2
44	HOSE (durite)	5P0764	1
45	INJECTOR GP FUEL (Ref.7E3381)	4P9075	12
46	RING PISTON (oil)	7W2221	12
47	RING PISTON (inter médiate)	8N7810	12
48	SHAFT	7C3259	1
49	TUBE ASSY (gicleur)	1163254	2
50	VALVE EXHAUST	194-4897	24
51	SPRING VALVE INNER	1944901	24
52	SPRING VALVE OUTER	1944902	24
53	LOCK RETAINER	1977055	48
54	ROTOCOIL AS	1977063	24
55	BRIDGE FLOAT	2303152	12
56	VALVE INLET	2102542	24
57	RESSORT	7N1903	8
58	RESSORT	7N1904	8
59	ROD	4W6682	36
60	LIFTER ASSY	1329439	36
61	BOLT	7N1961	44
62	DOWEL	7N1902	12
63	SEAL	2M9780	6
64	VALVE	7E3921	1
65	SEAL	3K0360	1
66	GASKET	7N4320	1
67	SEAL	3H0107	2
68	TUBE	8N1989	1
69	TUBE	8N6406	1
70	SEAL O'RING	6V2695	4
71	RING	1H9696	1

<b>72</b>	WATER INDICATEUR	4W0511	1
<b>73</b>	INDICATEUR PRESSURE OIL	4W0506	2
<b>74</b>	INDICATEUR AS TEMP. OIL	4W2683	1
<b>75</b>	INDICATEUR AS TEMP. OIL	1W5280	1
<b>76</b>	GASKET FUEL PRIMING PUMP	1P0436	1
<b>77</b>	RADIATOR	13379-102	1
<b>78</b>	FAN BEARING	12268-001	1
<b>79</b>	IDLER BEARING	12268-003	1
<b>80</b>	IDLER SHEAVE	1337900114	1
<b>81</b>	FAN SHEAVE	1337900113	1
<b>82</b>	COUPLING ASSY	3N2451	4
<b>83</b>	ACTUATOR	7W6722	1
<b>84</b>	GASKET	4W5369	1
<b>85</b>	FUT D'HUILE CHELIA	SAE40	2
<b>86</b>	ELEMENT FILTRE GAS OIL	1R0756	5
<b>87</b>	COURROIE	1337900116	1
<b>88</b>	COURROIE	1337900116	3
<b>89</b>	CAMSHAFT LH	7C0674	1
<b>90</b>	CAMSHAFT RH	7C0673	1
<b>91</b>	KIT GASKET single cyl head	2409645	8
<b>92</b>	LIFTER ASSY	9Y9587	24
<b>93</b>	INJECTOR	4P9075	8
<b>94</b>	POMPE A EAU	2128176	1
<b>95</b>	FUEL PUMP	268-1900	1
<b>96</b>	OIL PUMP	7W0053	1
<b>97</b>	O RING	9H0846	2
<b>98</b>	FLECTOR	5N3272	3
<b>99</b>	CAPSCREW	1A8537	12
<b>100</b>	BOULON	0S1589	12
<b>101</b>	WASHER	4D3704	24

**Tableau IV-1 : Pièces de rechange du CAT3512A**

**IV-11-Sécurité du moteur [4]**

Pour la sécurité du moteur, on a mis des dispositifs d'alarme et d'arrêt qui sont commandés électroniquement. Le fonctionnement de ces dispositifs fait appel à des composants qui sont actionnés par un module capteur. Les dispositifs d'alarme et d'arrêt sont réglés pour se déclencher à certaines températures, à certaines pressions, ou à certains régimes de fonctionnement afin de protéger le moteur contre les dégâts.

**IV-11-1-Faible pression d'huile (au-dessous de 105kpa)**

La pression d'huile de moteur baisse en dessous des valeurs de référence de l'arrêt qui sont programmés dans la commande du moteur. Il existe deux limites de pression d'huile admissible. Une valeur utilisée lorsque le moteur est au régime ralenti. L'autre valeur est utilisée lorsque le moteur est au régime nominal. Lorsqu'une anomalie de faible pression d'huile se produit, le témoin de faible pression d'huile clignote et le moteur est arrêté. Le moteur ne peut pas être mis en marche tant que l'anomalie n'a pas été éliminée.

**IV-11-2-Température d'eau élevée (au-dessus de 99°C)**

La température du liquide de refroidissement du moteur monte au-dessus de la valeur de référence de l'arrêt pour cause de température d'eau élevée qui est programmée dans la commande du moteur.

Lorsque l'incident de température d'eau élevée se produit, le témoin de température d'eau élevée clignote, le moteur est coupé et il ne peut pas être mis en marche tant que l'anomalie n'a pas été éliminée.

**IV-11-3-Survitesse (surrégimes)**

Si le régime du moteur est 18% au-dessus du régime nominal. En général un dysfonctionnement du système du gas-oil peut être la cause d'une survitesse. Ce fonctionnement permet à la combustion d'avoir plus de gas-oil que la charge normale. L'excès du gas-oil accélère le moteur au point où le défaut devient la cause d'une survitesse. Lorsque l'incident de survitesse se produit le témoin clignote. Le moteur coupé et il ne peut pas mis en marche tant que l'anomalie n'a pas été éliminée.

# **Conclusion Générale**

### Conclusion Générale

Les moteurs Diesels fournissent une énergie indispensable d'où leur importance dans un installation portier où ils offrent la puissance pour ces équipements au niveau des installations pétrolières.

Afin de maintenir les performances et les caractéristiques du moteur, augmenter sa durée de vie, améliorer son rendement et minimiser ses charges financières, il faut améliorer les conditions d'exploitation, appliquer une bonne politique de maintenance ainsi faire un entretien et un contrôle planifié rigoureux.

Donc; il faut utiliser une bonne politique de maintenance pour augmenter la durée de vie et le rendement du moteur; ce qui minimise les coûts de réparation qui sera bénéfique pour l'entreprise.

Il faut noter aussi que pour atteindre les objectifs précédents, on ne doit jamais négliger le rôle de la sécurité qui est devenue une stratégie importante pour les entreprises afin d'assurer une sécurité maximale pour l'ensemble du personnel et une protection efficace pour les équipements.

---



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Site web de SONATRACH <https://sonatrach.com>.
- [2] NASRI RYAD, Rapport de fin de formation IAP de Technicien Supérieur en électricité à Hassi Messaoud, Promotion avril 2018.
- [3] Figure fournir par SONATRACH division production de HMD.
- [4] ZAHI SABEH, (Application `à un moteur diesel suralimenté à injection directe), Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Lorraine Décembre 2006 à Vandœuvre.
- [5] G.LEMASSON, les machines transformatrices d'énergie tome I et II : turbomachines et machine alternatives.
- [6] Site internet de l'entreprise CATERPILLAR [www.CAT.com](http://www.CAT.com).
- [7] Un CD manuel d'ENTP sur technique et entretien du moteur CATREPILLAR 3512.

## نبذة مختصرة :

يهدف عملنا إلى دراسة أحد محركات الديزال على مستوى المنشآت البترولية ، موضوع هذه الدراسة هو محرك الديزل من نوع CAT 3512 A لسلسلة 3500 ذات 12 اسطوانة على شكل "V" و التي تعمل بنظام الأربع أزمنة مما يدفع المولد لإنتاج الطاقة.

المحرك يتم تغذيته بواسطة توربينات ضاغطة ، فكل رأس اسطوانة يحتوي على صمامي سحب وصمامي تفريغ فيعمل عمود الحدبات ميكانيكيا على تنشيط الروك والصمامات عبر الدوافع فيتم مباشرة حقن خليط من الهواء والوقود ، هذا الخليط يحترق عن طريق ارتفاع الضغط داخل الغرفة فيتسبب في انخفاض المكبس ومن ثم دوران العمود المرفقي وفق نظام عمود الكرنك .

للحفاظ على حالة المحرك الفيزيائية واستمرارية أدائه يتحتم علينا القيام بأعمال الصيانة والمراقبة الدورية له وفق مخطط معتمد و مدروس.

## Résumé :

Notre travail a pour objectif, d'étudier d'un moteur diesel au niveau des installations pétrolières, pour cette étude on a choisi le moteur CAT 3512 de série 3500, 12 cylindres en V à 4 temps qui entraîne un alternateur pour produire l'énergie.

Le moteur Diesel est suralimenté par deux turbocompresseurs, Chaque culasse comporte deux soupapes d'admission et deux soupapes d'échappement. L'arbre à came actionne mécaniquement les culbuteurs et les soupapes par l'intermédiaire de poussoirs. Le mélange air-carburant est injecté directement dans le cylindre. Ce mélange gazeux brûle en provoquant une descente de piston et alors le vilebrequin tourne d'après L'intermédiaire de système bielle manivelle (rotation volant moteur).

Pour Conserver l'état du moteur et Assurer La continuité de ses il est impératif que nous effectuions des travaux d'entretien et de surveillance réguliers selon un plan approuvé.

## Abstract :

Our work aims to study a diesel engine in oil facilities and for this study we choose engine CAT 3512 series 3500, 12 cylinders in V with 4-stroke which drives an alternator to produce energy.

The diesel engine is fed by two turbo compressors, each cylinder head has two intake valves and two exhaust valves. The camshaft mechanically activates the rockers and the valves via pushers. The mixture of air and fuel is injected directly into the cylinder. This mixture burns through high pressure in the chamber causing the piston to decrease drop and the crankshaft rotates according to the crank linkage system (flywheel rotation).

In order to keep the condition of the engine and ensure the continuity of its performance, it is imperative that we perform regular maintenance and monitoring according to an approved plan.