

**République Algérienne Démocratique et  
Populaire**

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

Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE



**Mémoire de fin d'étude**

**Présenté pour l'obtention du diplôme de**

**LICENCE ACADEMIQUE**

**Domaine : Sciences et Technologies**

**Filière : Génie mécanique**

**Spécialité : Maintenance des équipements industriels**

**Thème**

**Etude et Maintenance d'un Moteur Caterpillar 3512**

**Devant le jury composé de :**

..... Président

..... Examineur

..... Examineur

**MEGDOUDE Soufiane Encadreur**

**Présenté par :**

**- GUERRAH Ahmed**

**- DJOUADI Nouredine**

**- CHOUIRFAT Med Salah**

**2014 - 2015**

# **REMERCIEMENTS**

**En premier, je remercie le Tout Puissant ALLAH, notre créateur qui m'a donné la force d'accomplir ce travail.**

**Je tiens à remercier vivement, le chargé du suivi de ce travail,**

**Monsieur MEGDOUD Soufiane pour ses encouragements, ses conseils précieux et sa disponibilité.**

**Je présente mes chaleureux remerciements aux enseignants du département hydrocarbures pour leurs aides et orientations durant ma formation en particulier.**

**Et à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.**



# SOMMAIRE

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Introduction générale ..... | 6 |
|-----------------------------|---|

## Chapitre I : GENERALITESUR LA MAINTENANCE

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| I.1.Définition de la maintenance .....             | 8  |
| I.2.type de maintenance .....                      | 8  |
| I.2.1.Maintenance préventive .....                 | 8  |
| I.2.1.1Maintenance systématique .....              | 8  |
| I.2.1.2Maintenance préventive conditionnelle ..... | 8  |
| I.2.2.Maintenance corrective .....                 | 8  |
| I. 2.2.1. Maintenance palliative.....              | 8  |
| I. 2.2.2. Maintenance curative .....               | 8  |
| I.3.Révision général.....                          | 8  |
| I.4. Entretien des systèmes du moteur ... ..       | 11 |

## Chapitre II : Etude du moteur diesel CAT3512

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| II. 1.Description du moteur .....                         | 16 |
| II. 2.description des organes de moteur Caterpillar ..... | 17 |
| II. 2.1.Les organes fixes.....                            | 17 |
| II. 2.2.Les organes mobiles .....                         | 20 |
| II.3.Etude des circuits et des systèmes .....             | 23 |
| II.3.1.système de distribution.....                       | 23 |
| II.3.1.1Système de distribution .....                     | 23 |
| II.3.1.2Différents types de distribution. ....            | 24 |

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| II.3.2.système d'admission ...                                      | 25 |
| II.3.3.Système d'injection.....                                     | 25 |
| II.3.3.1.les organes du système d'injection.....                    | 26 |
| II.3.3.2.Principe de fonctionnement ...                             | 27 |
| II.3.4. système de refroidissement .....                            | 27 |
| II 3. 4-1.Description .....                                         | 27 |
| II.3.4.2. Principe de fonctionnement ...                            | 28 |
| II.3.4.3. organes et accessoires du système de refroidissement..... | 29 |
| II.3.4.4. le fluide de refroidissement.....                         | 31 |
| II.3.5.système de graissage.....                                    | 31 |
| II.3. 5.1.Description .....                                         | 31 |
| II.3.5.2. Les organes du système de graissage.....                  | 32 |
| II.3. 5-3.Circulation d'huile dans le moteur CAT 3512 .....         | 33 |
| II.3.5.4. Appareils de contrôle .....                               | 34 |
| II.3. 5-5. Fonctionnement .....                                     | 35 |
| II.3. 5.6. Fluide de graissage .....                                | 35 |
| II.3. 5.7. Différents types d'huiles moteurs.....                   | 36 |
| II.3.6.circuit d'air et d'échappement .....                         | 36 |
| II.3.6.1.Circulation d'air dans le moteur .....                     | 36 |
| II.3.6.2.Circuit d'échappement .....                                | 37 |
| II.3.6.3.Turbo compresseur.....                                     | 37 |
| II.3.6.4.Le dispositif de suralimentation .....                     | 38 |
| II.3.6.5.Cette suralimentation permet .....                         | 38 |
| II.3.7. Circuit de gas-oil .....                                    | 38 |
| II.3.7.1.Circuit du gas-oil dans le moteur ...                      | 39 |
| II.3.8.système de démarrage .....                                   | 40 |
| II.3.8.1. Organes de système de démarrage électrique.....           | 40 |
| II.3.8.2.Principe de fonctionnement ...                             | 40 |
| II.3.9.Témoins et instruments .....                                 | 41 |
| II.3.9.1.Manomètre de l'huile de moteur.....                        | 41 |

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| II.3.9.2.Manomètre différentielle du filtre à l'huile.....     | 41 |
| II.3.9.3.Température de l'eau de chemises .....                | 41 |
| II.3.9.4.Thermomètre de l'air du collecteur d'admission .....  | 41 |
| II.3.9.5.Pression d'air du collecteur d'admission .....        | 42 |
| II.3.9.6.Pyromètre .....                                       | 42 |
| II.3.9.7.Compte-tours .....                                    | 42 |
| II.3.9.8.Compteur d'entretien .....                            | 42 |
| II.3.9.9.Pression du carburant .....                           | 42 |
| II.3.9.10.Manomètre différentielle du filtre à carburant ..... | 43 |
| II.3.9.10.Manomètre différentielle du filtre à carburant ..... | 43 |
| II.3.9.12.Ampèremètre .....                                    | 43 |
| II.3.9.13.Température de l'huile motrice .....                 | 43 |
| II.3.9.14.Minuterie de lancement .....                         | 43 |
| II.3.9.15.Pression du liquide de refroidissement.....          | 43 |

## CHAPITRE IV : PROBLÉMATIQUE

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| III .1.Introduction .....                                                       | 45 |
| III .2.Controverse des résultats .....                                          | 45 |
| III .2.1.Variation de température au cours d'une année .....                    | 45 |
| III .2.2.Influence de température sur la puissance et le rendement .....        | 46 |
| III .2.3.Variation de température moyenne au cours 10 années (2002-2011). ..... | 47 |
| Conclusion.....                                                                 | 48 |
| Conclusion générale.....                                                        | 49 |
| Références.....                                                                 | 50 |
| Résumé .....                                                                    | 51 |

# Liste de figures

|                                                                                    |           |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Fig. I. 1- Organigramme des méthodes et technique de maintenance.....</b>       | <b>9</b>  |
| <b>Fig. II.1 : Bloc moteur V12.....</b>                                            | <b>17</b> |
| <b>Fig. II.2: chemise.....</b>                                                     | <b>17</b> |
| <b>Fig. II3 : culasse en fonte.....</b>                                            | <b>18</b> |
| <b>Fig. II4 : joint de culasse.....</b>                                            | <b>19</b> |
| <b>Fig. II5 : équipements de culasse.....</b>                                      | <b>19</b> |
| <b>Fig. II6 : Les détails du piston .....</b>                                      | <b>20</b> |
| <b>Fig. II7 : piston, axe et segment.....</b>                                      | <b>20</b> |
| <b>Fig. II8: la bielle.....</b>                                                    | <b>21</b> |
| <b>Fig. II9 vilebrequin.....</b>                                                   | <b>21</b> |
| <b>Fig. II10 : arbre à came.....</b>                                               | <b>22</b> |
| <b>Fig. II- 11 Les coussinets.....</b>                                             | <b>22</b> |
| <b>Fig. II12: Système de distribution.....</b>                                     | <b>23</b> |
| <b>Fig. II13 : CIRCUIT D'INJECTION DU GAS-OIL.....</b>                             | <b>25</b> |
| <b>Fig. II15: système d'injection.....</b>                                         | <b>26</b> |
| <b>Fig. II14 injecteur pompe.....</b>                                              | <b>27</b> |
| <b>Fig. II16: système de refroidissement.....</b>                                  | <b>28</b> |
| <b>Fig. II17 : circuit de refroidissement d'eau.....</b>                           | <b>29</b> |
| <b>Fig. II18 pompe a eau.....</b>                                                  | <b>30</b> |
| <b>Fig. II19 pompe a huile.....</b>                                                | <b>33</b> |
| <b>Fig. II20: circuit de lubrification.....</b>                                    | <b>34</b> |
| <b>Fig. II21: circuit d'air et suralimentation.....</b>                            | <b>37</b> |
| <b>Fig. II22.: turbocompresseur.....</b>                                           | <b>38</b> |
| <b>Fig. II23 circuit de gasoil.....</b>                                            | <b>40</b> |
| <b>Fig. III.1 Température Moyenne dans la région d'Ouargla (2011) .....</b>        | <b>45</b> |
| <b>Fig. III.2 Puissance et Rendement du Moteur CAT3512 pour l'année 2011 .....</b> | <b>46</b> |
| <b>Fig. III.3 Puissance de Moteur CAT 35 12 pour la période (2002-2011) .....</b>  | <b>47</b> |

# INTRODUCTION GENERALE

Les ressources pétrolières sous terrains existantes en Algérie participe dans le développement économique d'une façon notable, cependant plusieurs entreprises nationales et internationales ont été installés dans le sud algérien dans les spécialités: forage, production, exploitation, raffinage etc.

Parmi les équipements utilisés sur site le moteur diesel CAT 3512 qui est exploité comme étant un groupe de force ou bien comme un groupe électrogène qui entraîne un alternateur pour produire de l'énergie électrique afin d'alimenter les équipements de forage (pompe à boue, treuil, table de rotation...)

En effet, à cause des conditions climatiques sahariennes sévères sur site; surtout la température; la productivité énergétique du moteur CAT 3512 accordée des pertes d'énergie, ou une dissipation en puissances qui rend le rendement faible d'une part, et pour satisfaire la nécessité énergétique de l'installation il faut consommer plus de combustible d'autre part.

Dans ce texte que notre mémoire est basé, l'objectif de notre travail est assurant le bon fonctionnement du moteur pour cela notre travail est subdivisé dans les points suivants :

- un rappel théorique sur la maintenance
- Puis, une représentation du moteur CAT 3512 et son mode de fonctionnement.
- Ensuite, description l'un des problèmes concernant le moteur CAT 3512.
- On termine par une conclusion générale.

# **Chapitre I :**

## **GENERALITER SUR LA MAINTENANCE**



**I.1 Définition de la maintenance :**

La maintenance est un ensemble des travaux destinés à soutenir l'aptitude au travail au la réparation d'un matériel pendant ( utilisation , stockage ,transport) pour Conserver l'état de la machine Assurer la qualité de la production.

**I.2 Type de maintenance :**

On distingue deux types de maintenance

**I 2.1. Maintenance préventive :**

pour l'entreprise, il convient donc d'organier un système visant à minimiser ces arrêts.

**I.2.1.1. Maintenance systématique :**

C'est une maintenance préventive effectuée selon un échéancier établi selon un temps.

Pour maintenir le système dans l'état avec de ses performances initiales,

**I.2.1.2. Maintenance préventive conditionnelle :**

C'est un type d'événement prédéterminé. Par une auto diagnostic, une information d'un capteur, d'une mesure d'une usure en un autre outil révélateur .

**I.2.2. Maintenance corrective :**

La maintenance corrective s'applique après la panne, On distingue deux types qui sont :

**I.2.2.1. Maintenance palliative :** Elle peut être un dépannage au une intervention à caractère provisoire pour limiter l'arrêt de fonctionnement.

**I.2.2.2. Maintenance curative :** Elle s'intéressé à la réparation et amélioration de l'outil de fabrication donc à la remise a l'état d'origine

**I .3 Révision générale :**

Le besoin d'une révision générale est déterminé par plusieurs facteurs :

- Une augmentation de la consommation d'huile.
- Une augmentation des fuites des gaz dans le carter.
- La consommation totale du carburant.
- Les heures – services du moteur.
- IL'analyse de métaux d'usure dans l'huile de graissage.

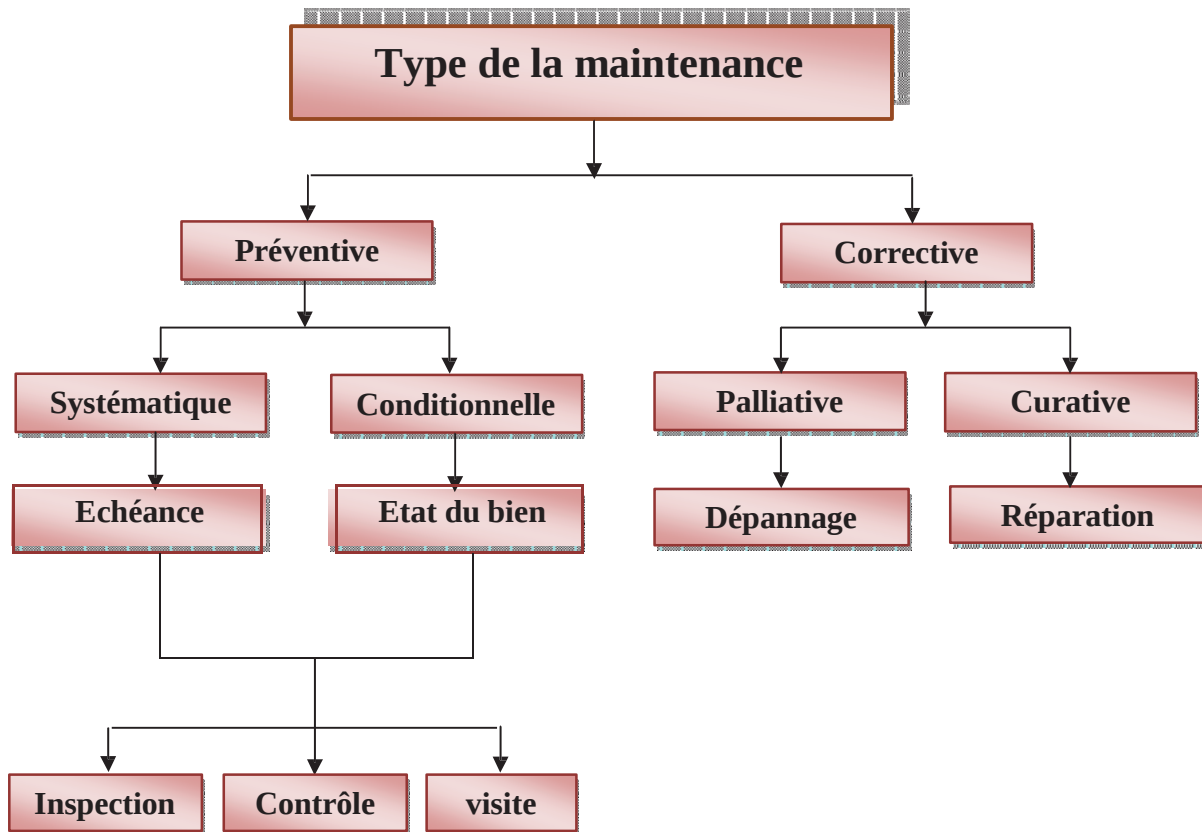


Fig. I. 1- Organigramme des méthodes et technique de maintenance

### Instruction pour la révision générale :

|                                                                                                      |                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nettoyer</li> </ul>                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tamis d'aspiration d'huile</li> </ul>            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nettoyer</li> <li>• Contrôler</li> <li>• Essayer</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Faisceau de refroidisseur d'admission</li> </ul> |

|                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôler</li> </ul>                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arbre à cames</li> <li>- Bloc cylindre</li> <li>- Amortisseur de vibration du vilebrequin</li> <li>- Equipement mené (alignement)</li> <li>- Volant moteur</li> <li>- Pignons avant</li> <li>- Tringlerie du circuit de carburant</li> <li>- Pignons arrière</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôler</li> <li>• Rénover</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Culbuteurs</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôler</li> <li>• Rénover</li> <li>• Remplacer</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bielles</li> <li>- Ensemble des culasses</li> <li>- Pompe d'amorçage de carburant</li> <li>- Pompe d'alimentation en carburant</li> <li>- Faisceaux de refroidisseur d'huile</li> <li>- Axes de pistons</li> </ul>                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôler</li> <li>• Remplacer</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Poussoirs d'arbre à cames</li> <li>- Rondelles de butée d'arbre à cames</li> <li>- Vilebrequin</li> <li>- Chemises de cylindres</li> <li>- Support du moteur</li> <li>- Faisceaux de câblage du moteur</li> </ul>                                                       |
|                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Soupapes de régulation de pression de carburant</li> <li>- Pistons (couronnes et jupes)</li> <li>- Poussoirs</li> <li>- Plaques intercalaires</li> </ul>                                                                                                                |

|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Remplacer</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Palier d'arbre à cames</li> <li>- Coussinets de bielle</li> <li>- Bagues d'étanchéité de vilebrequin</li> <li>- Plaques de butée de vilebrequin</li> <li>- Injecteurs</li> <li>- Bagues de pignons</li> <li>- Coussinets de ligne</li> <li>- Segments de piston</li> <li>- Joints et soufflets de collecteur d'échappement</li> <li>- Joints et garnitures de collecteur d'admission d'air</li> </ul> |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### I.4. Entretien des systèmes du moteur :

##### 1) Piston et segments :

Pour assurer une longue durée du piston et des segments, n'employez que les composants recommandés par le fabricant lorsqu'un remplacement est nécessaire.

Ces composants doivent être exempts de toute saleté due à un travail négligé ou à un entreposage inadéquat nous devons vérifier.

Un bon programme d'entretien commence par une période rodage. Faire attention au démarrage.

##### 2) Bielle :

Vérification d'alignement des bielles. Il y a plusieurs modèles d'appareils pour l'alignement. Si l'alignement est ne pas vérifier, on a le risque de tordre ou plier la bielle.

##### 3) Culasse :

Nettoyer la culasse par la vapeur d'eau. Si ce nettoyage est n'est pas efficace (n'enlève pas le calcaire), on doit nettoyer la culasse dans un bac d'eau chaud.

Après le nettoyage de culasse, examiner visuellement de détecter des endommages.

Vérifier les passages de carburant et d'huile, nettoyer les à l'aide d'une brosse métallique.

#### 4) Soupapes :

On desserre les contre écrou et la vis de réglage, ensuite on insère une cale d'épaisseur déterminée entre les culbuteurs et le palonnier de soupape. On fait tourner la vis jusqu'à ce que le culbuteur atteigne le calibre et on freine la vis par le contre écrou.

#### 5) Système d'alimentation :

Les défauts affectant le système d'alimentation sont :

Les entrées d'air, la situation entravée du combustible, la défectuosité de la pompe d'alimentation qui se traduit par un débit et une pression insuffisante, la formation de coke dans les trous de pulvérisations.

Pour l'entretien de ce système il faut :

- Vérifier par examen visuel l'état technique des appareils du système d'alimentation et l'étanchéité des canalisations et leurs raccordements, ainsi que l'état de la pompe à gas- oil ;
- Que le moteur reçoive un combustible aussi propre que possible, ce qui conduit à l'emploi de filtres à gas-oil qui permettent l'épuration du combustible avant son arrivée aux cylindres ;
- Nettoyer les filtres et échanger les éléments filtrants aux intervalles prévus par le constructeur ;
- Les injecteurs ne subissent aucun entretien sur le moteur, à moins qu'on les change en cas d'un mauvais fonctionnement.

#### 6) Système d'air du moteur :

- Contrôler l'indicateur de colmatage des filtres
- Nettoyer les filtres en soufflant de l'intérieur, avec une pression correcte :  $2,5 \left[ \frac{Kg}{cm^2} \right]$  ;
- Contrôler les joints de filtre et l'étanchéité des boîtiers de filtre Pour les circuits avec pré filtre à cuve transparente :
- Nettoyer si nécessaire ;

Pour les circuits avec pré filtre à « tubes colonnes » :

- Contrôler la propreté de la grille d'aspiration d'air ;
- Contrôler l'état du tube d'éjection des poussières.
- Vérifier le serrage des colliers sur ce tube, et la fixation au niveau du pot d'échappement ;
- Vérifier le bon fonctionnement du volet d'échappement

### **7) Contrôle et nettoyage de turbocompresseur :**

Il est conseillé de contrôler et de nettoyer périodiquement le carter de la roue soufflante du turbocompresseur (côte admission). Les vapeurs du carter moteur sont filtrées dans le circuit d'admission d'air. Des sous produit de l'huile et de la combustion peuvent par conséquent s'accumuler dans le carter de la roue soufflante du turbocompresseur. A la longue, cette accumulation peut provoquer une perte de puissance du moteur, une augmentation des émissions de fumée noire et réduire l'efficacité générale du moteur.

En cas de panne du turbocompresseur pendant la marche, la roue soufflante et le moteur risquent d'être endommagés. La détérioration de la roue soufflante du turbocompresseur peut entraîner des dégâts supplémentaires au niveau des pistons, des soupapes et de la culasse.

Pour le nettoyage et le contrôle du turbocompresseur il faut :

- Débrancher les tubulures d'entrée et de sortie du turbocompresseur. Rechercher les fuites d'huile au niveau des tubulures. Nettoyer l'intérieur des tubes pour empêcher la pénétration de saleté pendant le réassemblage.
- Faire tourner l'ensemble turbine, roue soufflante à la main. L'ensemble doit tourner librement.
- Contrôler la propreté de la roue soufflante. Si la roue soufflante n'est sale que côté aubes, c'est que de la poussière et/ou de l'humidité pénètre par le circuit de filtration d'air. S'il y a de l'huile au dos de la roue soufflante, la fuite peut provenir du joint d'étanchéité du turbocompresseur.
- Utiliser un comparateur pour contrôler le jeu en bout de l'arbre.
- S'assurer que l'alésage du carter de turbine est exempt de corrosion.
- Nettoyer le carter du turbocompresseur avec des solvants classiques à poils doux.
- Brancher les tubulures d'entrée et de sortie sur le carter de turbocompresseur.

### **8) Système de refroidissement :**

- Contrôler le niveau de circuit de refroidissement lorsque le moteur est arrêté et refroidi. Le niveau de liquide de refroidissement doit se trouver à 13 mm au bas de tube de remplissage. Vidanger le circuit de refroidissement.

**9) système de graissage :**

- Contrôler le niveau d'huile lorsque le moteur est à l'arrêt. Le moteur doit être le plus possible à l'horizontale pour cette opération.

**10) circuit de gas-oil :**

- Vérifier le bouchon du réservoir (trou de mise à l'air) ;
- Faire le plein de préférence le soir ;
- Purger périodiquement le réservoir le matin ;
- Faire fonctionner périodiquement la pompe d'amorçage manuelle ;
- Nettoyer le décanteur et vider le séparateur d'eau régulièrement ;
- Changer le filtre si nécessaire (ne pas le remplir avant remontage) ;
- Serrer le filtre à la main ;
- Ouvrir le robinet de purge situé sur la pompe pour réamorcer.

**11) Injecteurs pompes :**

La qualité de carburant (qualité d'eau contaminant et les substances industrielles). Et la qualité de filtration ont une influence sur l'usure des injecteurs pompes, cette usure se traduit par de forte émission à l'échappement au faible rendement du moteur.

## **Chapitre II :**

# **Etude de moteur Diesel CATER PILLAR 3512**



## II. Etude de moteur Diesel CATER PILLAR 3512 :

Le moteur Diesel CATER PILLAR 3512 sert en particulier dans l'entraînement de génératrices électrique utilisé dans les chantiers pétroliers à . Dans le domaine du forage et Work-Over, il existe plus de six entreprises opérantes en Algérie. Les deux premières sont des entreprises nationales (ENTP, ENAFOR) et les autres sont des entreprises étrangères (NABORS, SAIPEM, FOREX, PRIDFORASOL).

### II. 1.Description de moteur :

Le moteur CAT 3512 est un moteur de série 3500, 12 cylindres. C'est un moteur Diesel à quatre temps à injection directe suralimentée par deux turbocompresseurs qui tournent à une vitesse de 45000 à 60000 tr/mn.

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 gas-oil est injecté directement dans le cylindre. Un régulateur électrique et un mécanisme de commande contrôle le débit de la pompe d'injection afin de maintenir le régime moteur choisi par l'opérateur.

La pompe d'injection combine le dosage et le pompage de gas-oil qui est acheminé aux injecteurs (un par cylindre). L'avance automatique du calage assure une injection optimale sur toute plage de régime moteur. L'air d'admission est filtré par le filtre à air. L'air est comprimé par le turbo-compresseur avant de pénétrer dans les cylindres. Le turbo-compresseur est entraîné par les gaz d'échappement du moteur. Le moteur est suralimenté et inter refroidi. Le liquide de refroidissement du refroidisseur est mis en circulation par la pompe à eau dans le bloc cylindres.

#### Remarque :

Le dosage en air frais doit être maximum pour obtenir une bonne combustion du mélange air + gas-oil.

La pression d'injection est de l'ordre de 196 à 238 bars. Le nez de l'injecteur possède 9 orifices de pulvérisation. La surface du piston a une forme cardioïde (forme chapeau mexicain). Cette forme permet à l'air de tourbillonner ce qui assure un mélange homogène air + gas-oil.

Au moment de la combustion la pression des gaz atteint 50 à 100 bars ; la température des gaz de combustion atteint 1800 à 2000 °c.

Donc, l'efficacité du système de refroidissement doit être indemne de toutes anomalies.

## II. 2.Description des organes de moteur Caterpillar :

### II. 2.1.Les organes fixes :

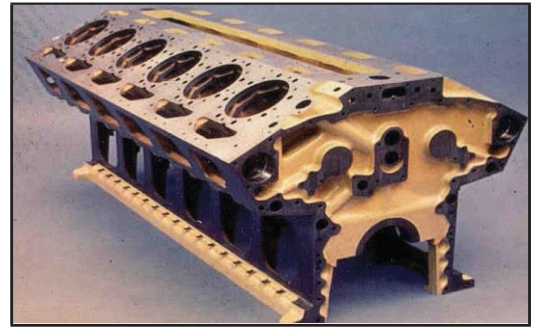
#### 1) Le bloc moteur :

C'est la pièce maîtresse de moteur. Il est généralement coulé en fonte d'une seule pièce.

Les cylindres peuvent être usinés ou évidés pour recevoir les chemises. Une circulation d'eau assure leur refroidissement et lubrification.

Les blocs de série 3500 CAT comportent des portes de visite qui autorisent l'accès aux embellages, aux paliers de vilebrequin et aux arbres à cames.

Le bloc cylindre doit remplir plusieurs fonctions :



**Fig II.1 : Bloc moteur V12**

- Résister à la pression des gaz, qui tendent à dilater et à repousser la culasse ;
- Guider le piston ;

#### **Contenir l'eau de refroidissement tout en résistant à la corrosion ;**

- Comme, un support, qui reçoit les ensembles moteurs des cylindres, chemise...

#### 2) Cylindre :

On englobe généralement sous le mon de bloc cylindre l'ensemble fixe constitué par le tube, les cavités de refroidissement, les supports d'organes de distribution et les amorces des tubulures de circulation d'eau, d'alimentation et d'échappement.

Le cylindre surmonté de la culasse réalise la chambre de combustion, il est constitué par un tube parfaitement



**Fig II.2: chemise**

alésé qui contient le piston. Il guide ce dernier entre le PMH et le PMB. Ils sont généralement en fonte.

### 3) Chemise de cylindre :

Les chemises de CAT sont en fonte spécifique centrifugée et type amovible.

Chaque chemise est fixée à sa partie supérieure 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 torique.

La surface extérieure est revêtue d'un traitement anti-oxydant. La surface interne est pierrée. Ils sont de type chemise humide, fabriquées seule, rapportées sur embase du bloc, positionnées par un méplat. Ils sont directement en contact avec le fluide de refroidissement.

### 4) Culasse :

Les culasses de série 3512 sont de type individuel et reçoivent quatre soupapes par cylindre. Elles sont fabriquées en fonte alliée.

Une plaque intermédiaire en aluminium assure un appui sur le bloc et la chemise.

Les guides et sièges de soupapes sont amovibles (fixation par ajustage serré). Le puits central d'injecteur est directement usiné dans la culasse.

Un conduit d'huile assure le graissage des culbuteurs et les queues de soupapes. Un conduit de gasoil permet l'alimentation des injecteurs. Des férules indépendantes permettant le passage de l'huile et du liquide de refroidissement entre culasse et bloc.

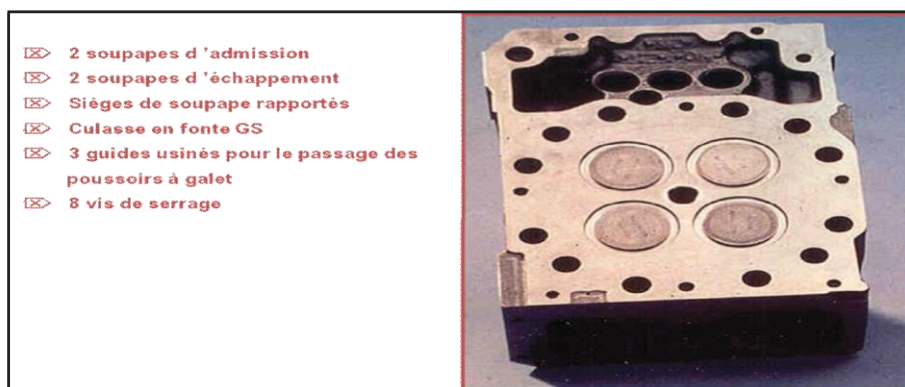


Fig. II3 : culasse en fonte

### 5) Le 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.

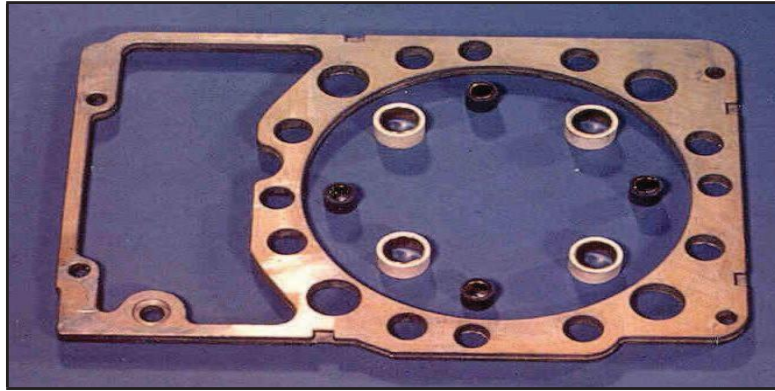


Fig. II4 : joint de culasse

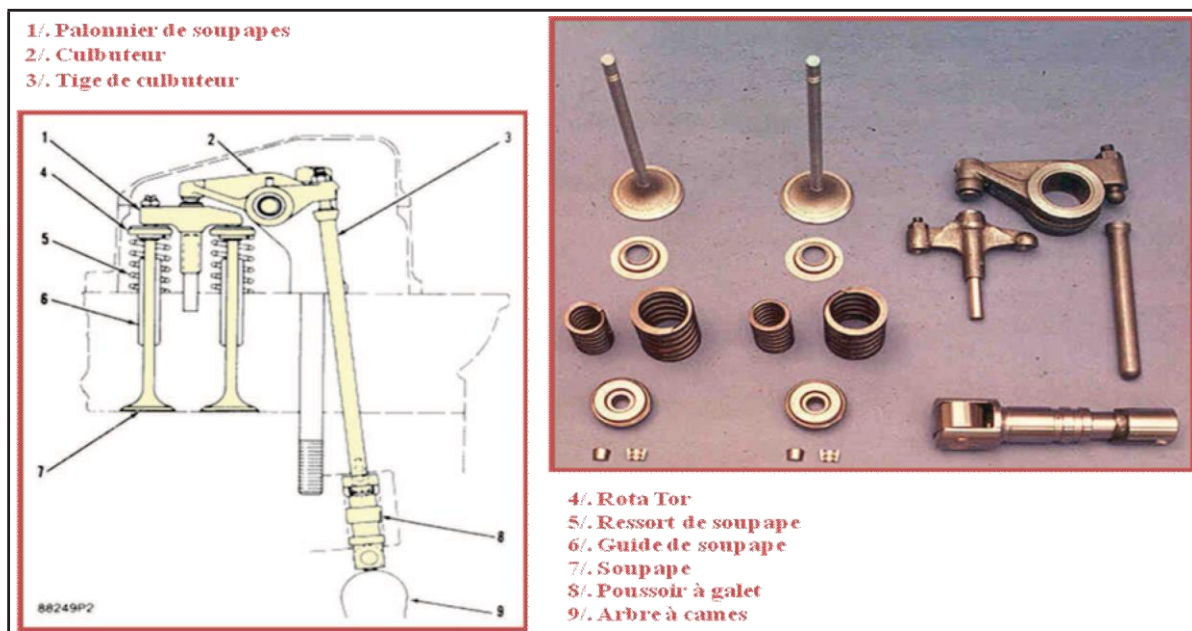


Fig. II5 : équipements de culasse

### 6) Carter :

Le carter est une enveloppement métallique placée à la partie inférieur du moteur, le carter se compose de :

- Le demi-carter supérieur fixé par les boulons à la partie inférieure de bloc-cylindres. Il

est coulé avec l'ensemble du bloc-cylindres, il forme le carter cylindre.

□ Le demi-carter inférieur ferme complètement la partie inférieure de bloc moteur.

## II. 2.2. Les organes mobiles :

La transmission de couple moteur est assurée par un système dynamique comportant trois éléments principaux : le piston, la bielle et le vilebrequin. L'ensemble constitue l'attelage mobile.

### 1) Le piston :

Le piston est un organe qui constitue les parois de la chambre de combustion, il est animé d'un mouvement alternatif et rectiligne dans le cylindre, il détermine ainsi l'admission, la compression et l'échappement. Il transmet au vilebrequin par l'intermédiaire de la bielle l'effort exercé par la pression des gaz pendant la détente.

Pour que l'aspiration et compression puissent avoir lieu dans des bonnes conditions, il faut que le piston forme avec le cylindre un espace parfaitement clos.

Le piston est en alliage d'aluminium avec un anneau prote-segment en font, il est symétrique, recouvert d'un enduit graphité permettant de favoriser le rodage et éviter les grippages en cas de surchauffe anormale.

Les segments sont au nombre de trois, le segment keystone à surface bombée, chromée (chromé carbidé). Le segment intermédiaire est un segment keystone chromé droit. Le segment racleur est de type deux rails chromés.

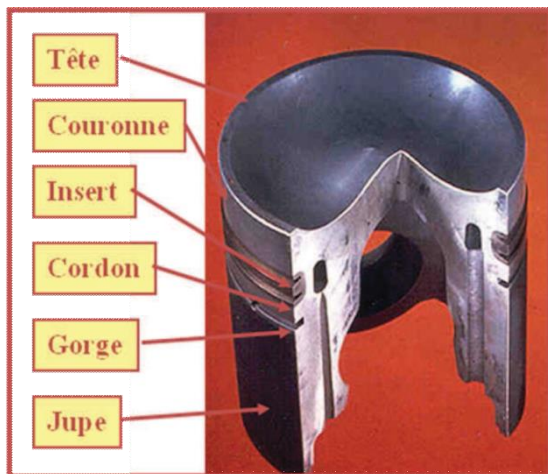


Fig. II6 : Les détails du piston

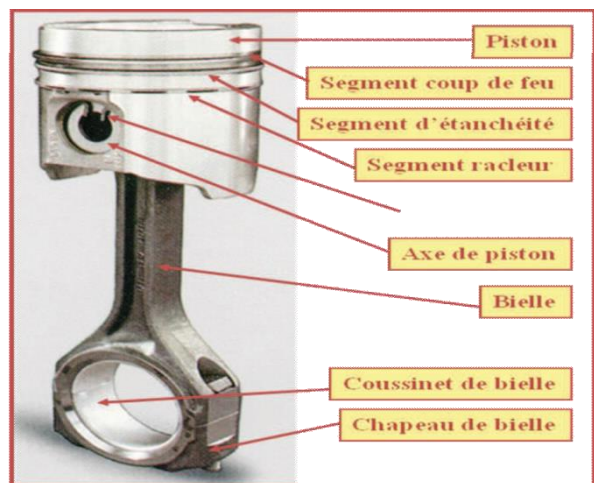


Fig. II7 : piston, axe et segment

**La Bielle :** La bielle est un organe de liaison entre le piston et le vilebrequin par l'intermédiaire du bras de manivelle du vilebrequin, elle transforme le mouvement circulaire continu de l'arbre de vilebrequin. Elle est en acier très résistant.



A ce titre les constructeurs ont généralement adoptés une section en H. 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.



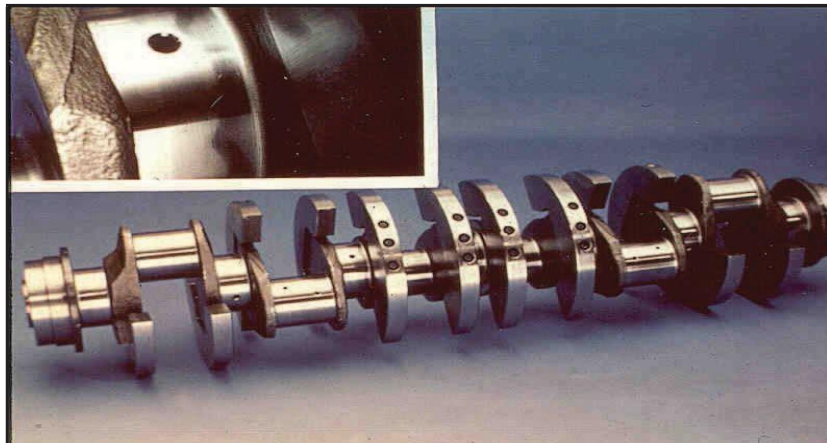
**Fig. II8: la bielle**

## 2) L'arbre moteur :

Constitué du vilebrequin et de volant moteur, il transmet sous la forme d'un couple l'énergie développée lors de la combustion. La régularisation du fonctionnement du moteur l'équilibrage de la rotation du vilebrequin est réalisé par le volant moteur. Le vilebrequin est réalisé avec un soin tout particulier, acier au nickel chrome, usinage de précision des parties tournantes, traitements thermiques, équilibrage, font que le vilebrequin, pièce maîtresse du moteur, en constitue l'un des éléments les plus onéreux.

Parmi les éléments principaux du vilebrequin on distingue :

- Les tourillons qui matérialisent l'axe de rotation du vilebrequin.
- Les manetons sur lesquels s'articulent les bielles.



**Fig. II9 : vilebrequin**

## 3) L'arbre à cames:

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.

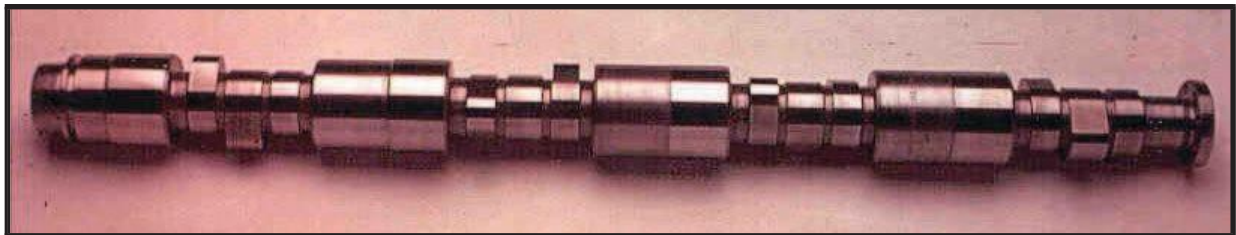
L'arbre à came se situe dans le bloc et son entraînement est assuré par un ensemble de pignons dont le rapport de multiplication est d'un demi (1/2). La liaison arbre à cames soupapes est assurée par un ensemble de poussoirs, de tiges de culbuteurs et culbuteurs. Des ressorts

hélicoïdaux, logés autour des soupapes, referment automatiquement celles-ci, quand la pression communiquée par les cames de l'arbre à cames cesse.

Lorsque l'arbre à cames se situe dans la culasse, il est dit en tête. Cette solution, permet de diminuer le nombre d'éléments donc d'alléger le système de distribution, les poussoirs, les tiges de culbuteurs, les culbuteurs. La liaison arbre à cames vilebrequin est alors réalisée par une courroie crantée.

Cette conception de distribution moderne bénéficie de plusieurs avantages :

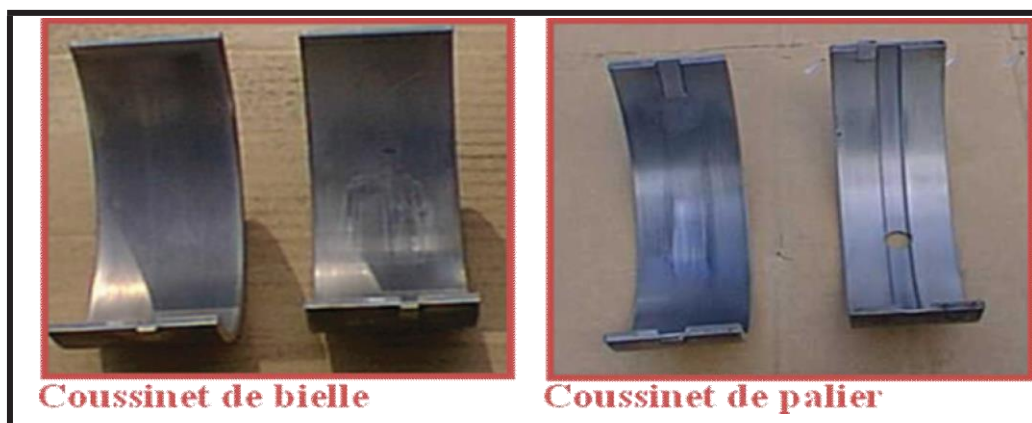
- Réduction des masses en mouvement ;
- Lubrification du système de liaison inexistant ;
- Fonctionnement silencieux.



**Fig. II10 : arbre à came**

#### **4) Les coussinets :**

Constitués de demies coquilles démontables, recouvert d'une couche de métal antifriction, ils réalisent les contacts entre le palier du vilebrequin et la tête de la bielle.



**Fig. II- 11 Les coussinets**

#### **6- Les 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 :

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

### 7- Les culbuteurs :

Quelque fois appelés 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.

## II.3. Etude des circuits et les systèmes :

### II.3.1. Système de distribution :

#### II.3.1.1 Système de distribution :

La distribution se compose des pignons d'arbre à cames, entraînés par le pignon de vilebrequin et cela par l'intermédiaire de pignons libres. Sur les moteurs CAT de série 3500, le pignon d'arbre à cames est fixé par un montage conique serré.

Afin de réduire le bruit, les dentures de pignon sont du type hélicoïdal

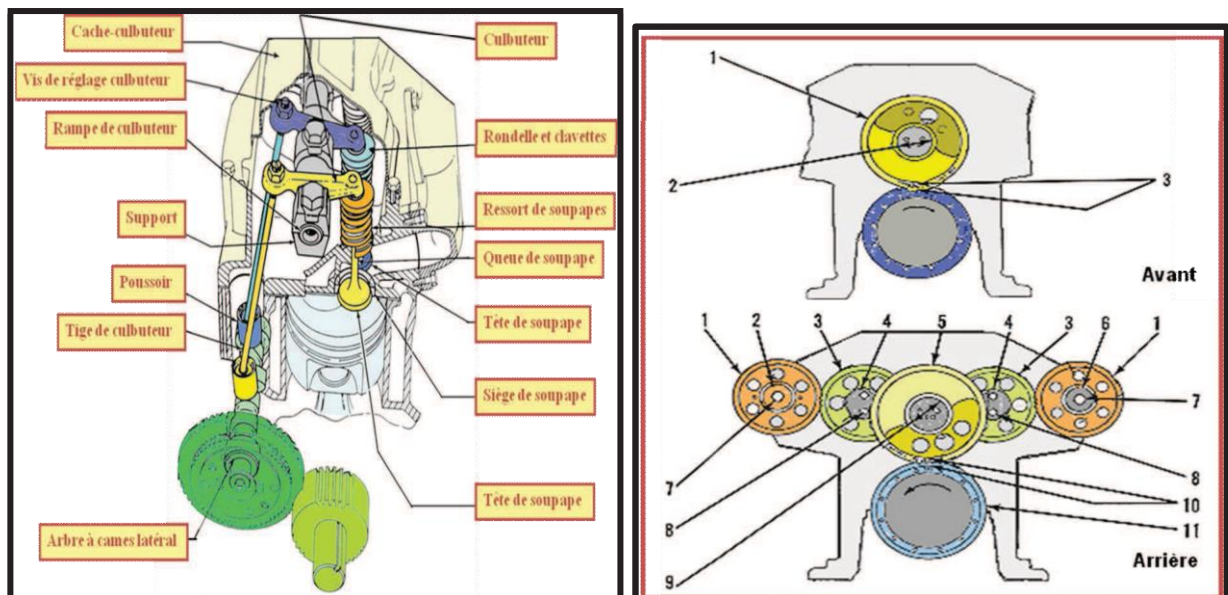


Fig. II12: Système de distribution



**Distribution avant :**

1-pignon d'entraînement des pompe à eau  
et à Huile

2-balancier

3-pignon de vilebrequin

Distribution arrière :

1-pignon des arbres à cames gauche et  
droite

7- arbre à came

9- pignon de vilebrequin

10- volant moteur

2, 3, 4, 5, 6,8-pignons intermédiaires

**II.3.1.2. Différents types de distribution :****❖ Emplacement de l'arbre à cames**

Deux solutions sont utilisées :

- L'arbre à cames est appelé **latéral** lorsqu'il est situé sur le côté du bloc moteur.
- Il est appelé **arbre à cames en tête** lorsqu'il est placé sur la culasse à proximité immédiate des soupapes.

Selon la disposition des cylindres et celle des soupapes on peut trouver des moteurs ayant deux ou quatre arbres à cames en tête.

Les arbres à cames en tête permettent une attaque plus directe sur les soupapes. Le nombre de pièces en mouvement, les jeux et les usures sont ainsi diminués.

**❖ Entraînement de l'arbre à came**

Dans tous cas c'est le vilebrequin qui assure l'entraînement de l'arbre à cames.

L'arbre à cames doit tourner deux fois moins vite que le vilebrequin car les soupapes ne doivent s'ouvrir qu'une fois par cycle.

Trois solutions sont utilisées :

- Les engrenages utilisés particulièrement dans les moteurs Diesel
- Les pignons reliés par chaîne. Ce système est couramment utilisé dans les moteurs à arbre à cames latéral et dans certains arbres à cames en tête.
- Les pignons reliés par courroie crantée. Système de plus en plus répandu dans les moteurs à arbre à cames en tête. Son fonctionnement est plus silencieux et ne nécessite pas de système de lubrification.

### II.3.2. Système d'admission :

Un moteur diesel consomme en moyen 30 grammes d'air pour brûler un gramme de gasoil, cet air nécessaire à la combustion de fuel et présent partout dans l'atmosphère toutefois il est pollué par deux particules de toutes sortes.

Le rôle essentielle 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'usures des organes mécaniques. On considère qu'un moteur fonctionne dans un milieu poussiéreux tel qu'un kilogramme de poussière abrasive en deux à chantier aspirerait un trois heures de fonctionnement sans filtre.

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 intercalé entre le turbocompresseur et les différentes chambres de combustion elle doit non seulement canaliser l'air vers les soupapes d'admission, mais encore assurer une égale répartition de l'air entre les différents cylindres.

La réalisation des tubulures est beaucoup plus compliquée que celle des tubulures d'échappement, car le problème posé ne représente pas la même netteté.

### II.3.3. Système d'injection :

Le fuel pour un moteur diesel est la source d'énergie caractérise par son pouvoir calorifique inférieur ( $H_v$ ). Pour l'acheminer dans la chambre de combustion et il faut l'envoyer sous pression.

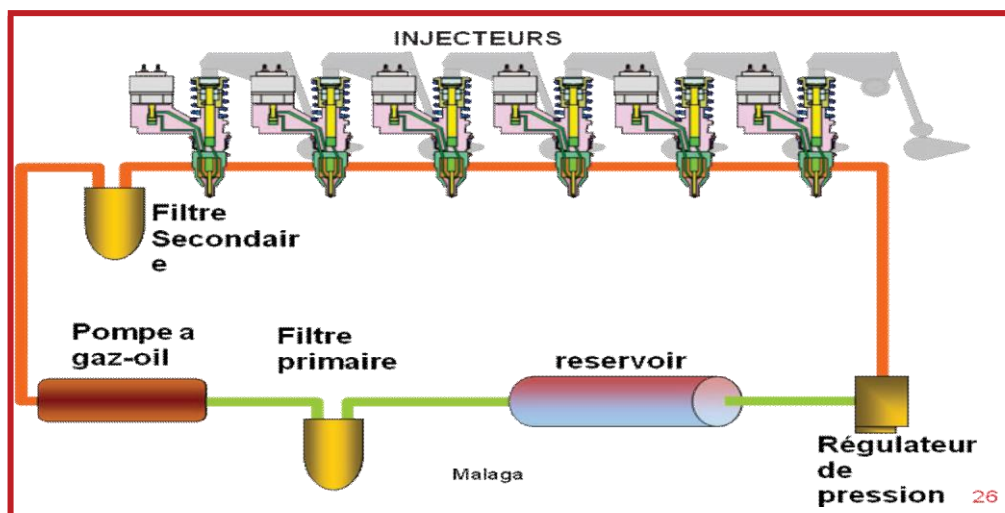


Fig. II13 : CIRCUIT D'INJECTION DU GAS-OIL

### II.3.3.1.les organes du système d'injection :

#### 1) Le pré filtre :

Il filtre les impuretés de gasoil, son rôle est de protéger la pompe d'alimentation.

#### 2) La pompe d'alimentation :

Son rôle est d'amener le fuel du réservoir a la pompe d'injection a une basse pression (200 à 500 KPa) afin d'assure un bon remplissage des éléments de pompe d'injection dans un temps très court. Cette pompe doit amener une quantité de carburant suffisante pour le fonctionnement du moteur à tous les régimes est sous les variations de charge.

#### 3) Filtre principaux :

Le cartouche est du type étoile, en papier le passage du combustible s'effectue dans le sens radial, de extérieur ver l'intérieur

Les plis que forme le papier sont fermés en haut et en bas par des disques de recouvrement.

Une fois filtré, le combustible afflue à l'intérieur du tube centrale perforé.les impuretés sont tenues à la surface du filtre ou elles adhèrent

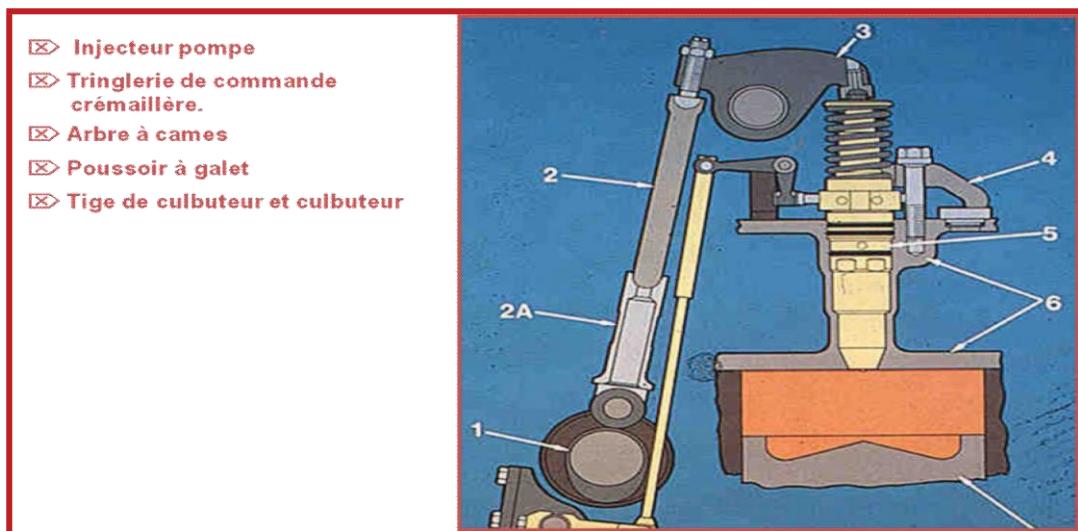


Fig. II15: système d'injection

#### 4) Les injecteurs :

Les injecteurs utilisés dans le moteur CAT 3512 sont des injecteurs de type injecteurs

pompe, le gasoil est injecté à la quantité exactement dosée et dans un moment bien déterminé, avec une injection est directe.

Tous les réglages des régimes de moteur sont au niveau de l'injecteur pompe qui sont réalisés par crémaillère. L'injecteur pompe est actionné par un poussoir, une tige et un culbuteur. La crémaillère est mue par un arbre situé de chaque côté de moteur à l'aide d'une tige montée en compression sur le ressort.

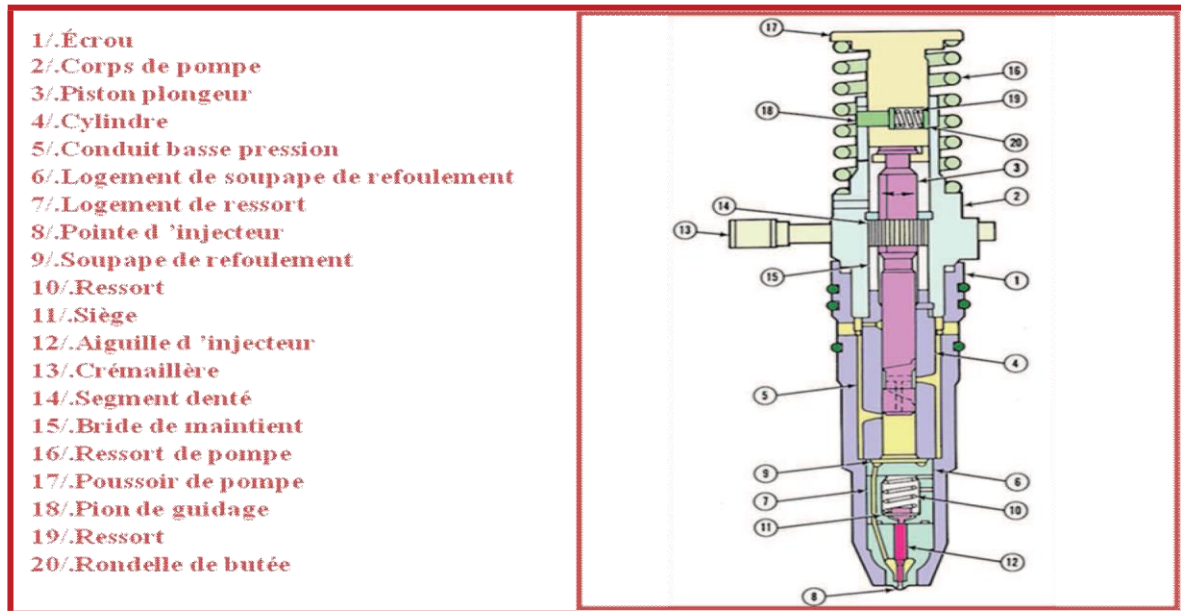


Fig. II14 injecteur pompe

### II.3.3.2.Principe de fonctionnement :

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, le mouvement de descente du piston de l'injecteur pompe comprime le gasoil jusqu'à une pression très élevée et permet d'introduire le gasoil dans la chambre de combustion sous forme pulvérisé.

Quand l'injection du gasoil est terminée le reste dans l'injecteur fait refroidir les pièces internes de celui-ci puis retourne par conduite de retour, qui se trouve juste en dessous de la tubulure d'alimentation vers le réservoir.

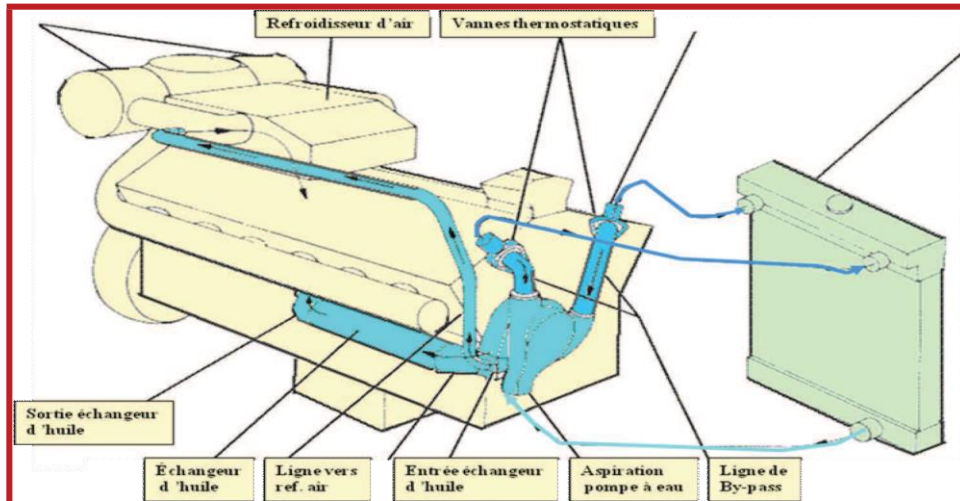
### II.3.4.Système de refroidissement :

#### II 3. 4.1.Description :

On appelle "système de refroidissement" l'ensemble des mécanismes et dispositifs qui maintiennent l'état thermique requis des pièces.

Le système de refroidissement comprend une pompe à eau centrifuge entraînée par engrainage, avec un boîtier des thermostats comprenant quatre thermostats pour régler la température de l'eau de refroidissement qui circule dans le moteur, les refroidisseurs d'huile et les refroidisseurs d'admission.

L'évacuation de chaleur s'effectue dans le radiateur par l'air envoyé à l'aide d'un ventilateur à huit pales entraîné par courroies.



**Fig. II16: système de refroidissement**

#### **II.3.4.2.Principe de fonctionnement :**

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% du débit est envoyé vers le refroidisseur d'air d'admission et l'autre de 60% est envoyé vers le refroidisseur d'huile de lubrification. Ces deux parties s'assemblent dans le bloc moteur coté arrière. L'eau circule autour les chemises de piston, ensuite remonté dans les culasses pour refroidir les conduites d'échappement, puis s'écoule dans les tuyaux coudés dans la tubulure de retour.

L'eau se dirige vers le boîtier des thermostats. Le boîtier a un passage supérieur et un passage inférieur. Si l'eau est encore froide alors il est envoyé à la conduite by-pass (passage inférieur) vers la pompe à eau, au fur et à mesure que l'eau s'échauffe et des quelles atteint 82°C, les thermostats commencent à s'ouvrir pour laisser l'eau passée par le passage supérieur vers le radiateur qui est chargé d'évacuer la chaleur d'eau à l'aide de l'air ventilé.

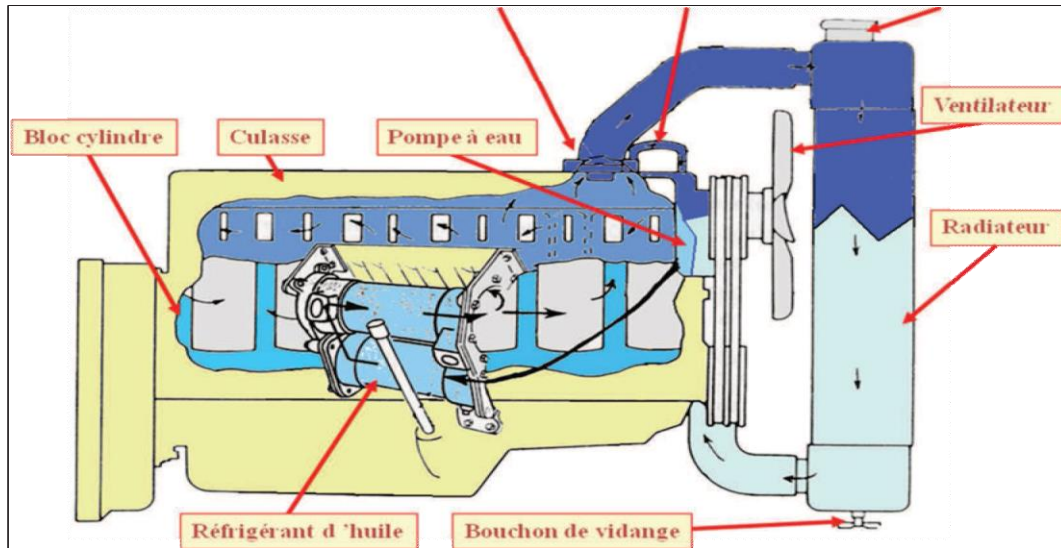


Fig. II17 : circuit de refroidissement d'eau

### II.3.4.3. organes et accessoires du système de refroidissement :

#### 1. Chemises d'eau :

La chemise d'eau doit entourer la chambre de combustion, les cylindres les sièges de guides de soupapes, les parties fixes du moteur qui sont en contact avec les gaz résultant de la combustion.

#### 2. Radiateur :

Le radiateur est de type tubulaire (tube à ailettes plat). C'est l'organe chargé de céder la chaleur enlevée aux cylindres, par l'intermédiaire de l'eau en circulation.

La quantité de chaleur cédée par le radiateur est proportionnelle :

- A la différence entre la température de l'eau et celle de l'air ambiant d'où l'intérêt d'obtenir une température de l'eau voisine de l'ébullition mais sans l'atteindre (l'évaporation).
  - A la surface frontale de radiateur.
  - Au temps pendant les quel l'eau reste en contact avec la surface radiante.
- Le radiateur se compose de :
- Un réservoir supérieur muni d'un orifice permettant le remplissage, et deux orifices pour l'entrée de l'eau chaude du moteur.



- Un réservoir inférieur pour envoyer l'eau refroidie au moteur.
- Une série de canalisation de forme circulation réunissant les deux réservoirs, et dans lesquelles l'eau en circulation se refroidit.

Le radiateur comporte ainsi un bouchon pour la fermeture de l'orifice de remplissage, un tube de trop-plein chargé de rejeter l'excès d'eau et vapeur dans le cas d'ébullition de l'eau et un robinet en bas du radiateur pour la vidange.

Les tubes sont en laiton étamé avec disposition verticale, les ailettes sont en clinquant planes montées à force.

### 3. Ventilateur :

Le refroidissement de l'eau chaude est assuré par le courant d'air qui passe à travers le radiateur, pour augmenter le volume d'air admis en dispose d'un ventilateur près du radiateur.

Le ventilateur est en tôle avec des ailettes boulonnées sur le moyeu. Ce dernier est fixé au bloc cylindre. Le ventilateur est entraîné par six courroies trapézoïdales en toile caoutchoutée

### 4. Pompe à eau :

La plus répandue est la pompe centrifuge. Elle se compose d'un corps de pompe, généralement en bronze et portant deux ouvertures, une d'aspiration pressée au centre du corps de la pompe, l'autre de refoulement placée à la périphérie.

Dans le corps de la pompe se meut une roue à ailettes. L'arbre de la pompe à eau est entraîné par le vilebrequin à l'intermédiaire de pignons

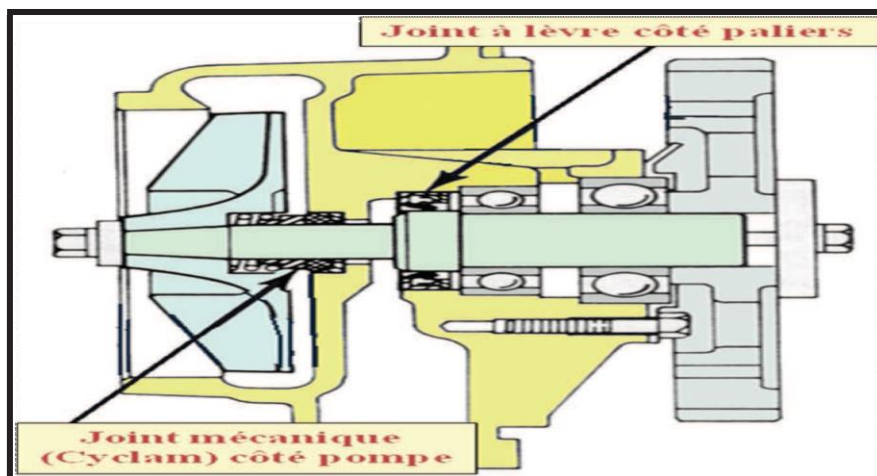


Fig II.18 pompe a eau



## 5. Thermostat :

A pour rôle maintenir la température de l'eau les limites déterminées et d'accélérer le chauffage de l'eau au démarrage du moteur. La pièce principale du thermostat est appelée soufflet en laiton, lorsque la température est inférieure à 82°C, la soupape central est appliquée parfaitement contre son siège. Il en résulte que l'eau circule dans le by-pass, avec l'augmentation de la température de l'eau, le liquide contenu dans le soufflet commence à se transformer en vapeur saturée, alors la pression augmente. Il s'ensuit que la soupape s'ouvre progressivement, la soupape latérale masque les lumières, le fluide alors passe au radiateur

### II.3.4.4.le fluide de refroidissement :

Le fluide de refroidissement se compose normalement de trois éléments qui sont :

L'eau est utilisée dans le circuit de refroidissement pour assurer l'échange thermique. Les additifs contribuent à protéger les surfaces métalliques du circuit de refroidissement contre la corrosion. Le glycol protège le circuit contre l'ébullition, gel et la cavitation de la pompe à eau et les chemises de cylindre.

On utilise le liquide de refroidissement longue durée Caterpillar, celui-ci est un antigel à base d'éthylène-glycol. Toute fois, le liquide de refroidissement long durée Caterpillar contient des inhibiteurs de corrosion et des agents anti-mousses ayant une faible teneur en nitrites.

Le liquide de refroidissement Caterpillar permet de protéger la durée de service du liquide de refroidissement a six ans. La durée de vie de liquide de protéger contre gel jusqu'à -36°C, il peut aussi être concentré pour protéger le point de gel -51°C.

### II.3.5.Système de graissage :

#### II.3. 5.1.Description :

Le système de graissage est destiné à protéger les pièces en mouvement de l'usure et de diminuer les frottements qui sont à l'organe de l'usure.

Ce système assure la formation des films de lubrifiant entre les surfaces de la pièce en mouvement (segment, cylindre, paliers et tourillons de vilebrequin, ..., etc.

Le procédé de graissage est déterminé d'après la position et le mouvement des pièces. On distingue trois types de graissage dans le moteur CAT 3512 qui sont graissage sous pression, par barbotage et par écoulement.

### **II.3.5.2. Les organes du système de graissage :**

#### **1. Réservoir d'huile :**

C'est généralement le carter qui joue le rôle de réservoir d'huile, il est muni des orifices de remplissage et de vidange.

L'orifice de vidange est une Chimène cylindrique venue de la fonderie avec le carter.

#### **2. Reniflard :**

Le reniflard est une mise à l'air du bloc moteur. Le proviennent principalement des fuites à travers de segmentation. Ces reniflards sont chargés de vapeur d'huile.

Le montage du conduit d'évacuation des gaz doit être de diamètre suffisant et exempt de point bas pour éviter toutes contre pression excessive.

#### **3. Les Canalisations :**

Sont destinées pour transporter l'huile de graissage du pompe à huile à les pièces à graisser. Elles sont des types variés par exemple des trous comme dans le vilebrequin.

#### **4. La pompe à l'huile :**

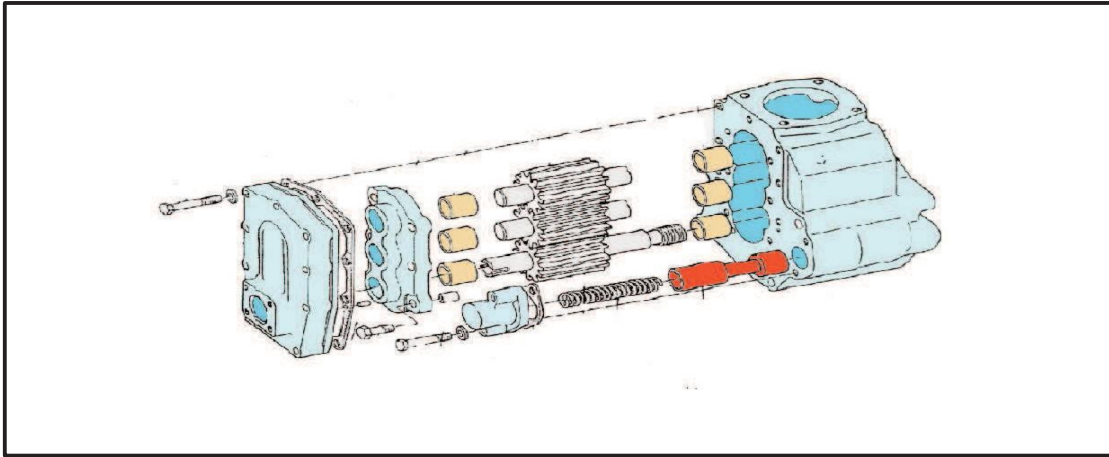
La pompe à l'huile utilisée dans le moteur 3512 CAT sont de type pompe à engrainage à double étages. Elle est composée d'un boîtier moulé dans le quel tourne trois pignons à denture droite. Elle est de construction robuste.

Un des pignons est entraîné par un arbre vertical prenant son mouvement sur un renvoi de l'arbre à cames.

Les autres pignons montés fous et entraînés par le premier corps de la pompe demandent un ajustage assez soigné. Il est généralement rapporté et placé au point le plus bas du carter pour des facilités d'amorçage de la pompe.

L'entrée d'huile est toujours protégée par une crépine, qui évite la détérioration des pignons par des impuretés ou par des particules métalliques.

L'huile pénètre dans les chambres d'aspiration c'est-à-dire du côté où les dents se séparent. Elle remplit l'espace compris entre les dents et le carter, est entraînée par elles et est ainsi chassée dans les chambres de refoulement situées du côté opposé à l'entrée.



**Fig. II19 pompe à huile**

### **II.3. 5-3.Circulation d'huile dans le moteur CAT 3512**

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

La pompe à huile refoule de l'huile vers le refroidisseur d'huile, cette huile entre et sort vers les filtres à huile.

L'huile refroidie et filtrée est envoyée vers le coude. Cette huile entre dans la tubulure. La tubulure assure la lubrification des tourillons et des bagues de l'arbre à cames gauche.

La tubulure 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 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 pour lubrifier par jet les pistons.

La soupape de séquence est montée à l'arrière du moteur et la soupape de séquence est montée à l'avant du moteur.

Les deux tubulures 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 bars.

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.

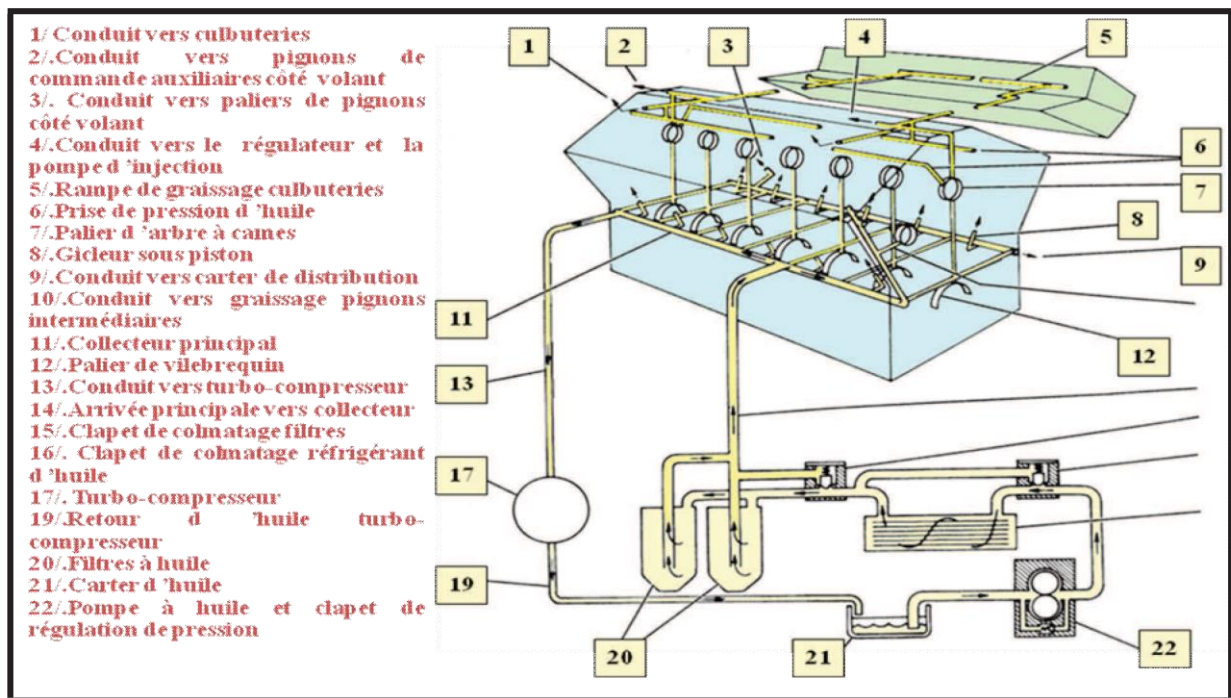


Fig. II20: circuit de lubrification

#### II.3.5.4.Appareils de contrôle :

##### a) La jauge (indicateur de niveau) :

Est constitué par une tige métallique graduée plongeant à demeure dans le carter.après avoir retiré de son logement, niveau d'huile se lit directement sur le bas de la tige graduée en fonction de la contenance et de la forme de carter.

**b) Indicateur de pression :**

On utilise pour contrôler le bon fonctionnement de la pompe par des manomètres gradués qui donnent alors l'indication chiffrée.

Les manomètres sont montés en dérivation sur le circuit de graissage.

**II.3.5.5. Fonctionnement :**

Le système de graissage fonctionne pour assurer le graissage des pièces suivantes :

- Les pistons et les parois des cylindres.
- La tête de bielle et le maneton.
- Les poussoirs, les tiges soupapes dans leur guide.
- Les paliers des arbres.
- Les culbuteurs.

Le vilebrequin est l'un des pièces grisé sous pression, l'huile envoyée sous pression aux principaux paliers. Il est percé de canalisation permettant la circulation d'huile.

Les coussinets des paliers portent à leur partie médiane une rainure circulaire fermant bain d'huile.

Les parois de cylindre et le partie inférieur du piston peut être graissé par l'injection d'huile à partir de deux trous sont fixées au-dessous du piston.

La vapeur d'huile condensé à la couvre-coulasse est le responsable de graisser, les culbuteurs, les tiges poussoirs est les soupapes par écoulement.

**II.3. 5.6. Fluide de graissage : (lubrifiant)**

Le lubrifiant doit présente de sérieuses qualités, les conditions aux quelles il doit satisfaire sont le suivant :

- Avoir une bonne stabilité.
- Avoir une conductibilité thermique.
- Avoir un point de congélation assez bas.

- Ne pas prendre exagérément sa viscosité en s'échauffant.

### II.3.5.7. Différents types d'huiles moteurs

Les huiles moteurs sont classées suivant leur viscosité, les normes de classement sont déterminées par la S.A.E. (Society Auto motive Engineering).

On distingue :

Les huiles multigrades dont la viscosité est donnée pour une valeur de la température.

On trouve les huiles SAE 10W, 15W, 20W, 30, 40, 50.

Exemple 1 : Une huile classée SAE 10W signifie que :

- 10 indique la valeur de la viscosité,
- W indique que la valeur de la viscosité a été mesurée à la température de 0°F (-18°C).

Exemple 2 : Une huile classée SAE 40 signifie que :

- 40 indique la valeur de la viscosité,
- l'absence de lettre indique que la valeur de la viscosité est donnée à la température de 210°F (100°C).
- une huile SAE 40 est plus visqueuse qu'une huile SAE 30 à la température de 210°F.

Les huiles multigrades dont la viscosité est donnée pour deux valeurs de la température.

On trouve les huiles SAE 10W30, 10W40, 10W50, 15W40, 15W50, 20W40, 20W50.

### II.3.6. Circuit d'air et d'échappement :

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

#### II.3.6.1. Circulation d'air dans le moteur :

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 vée 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 orifices 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.

### II.3.6.2.Circuit d'échappement :

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.

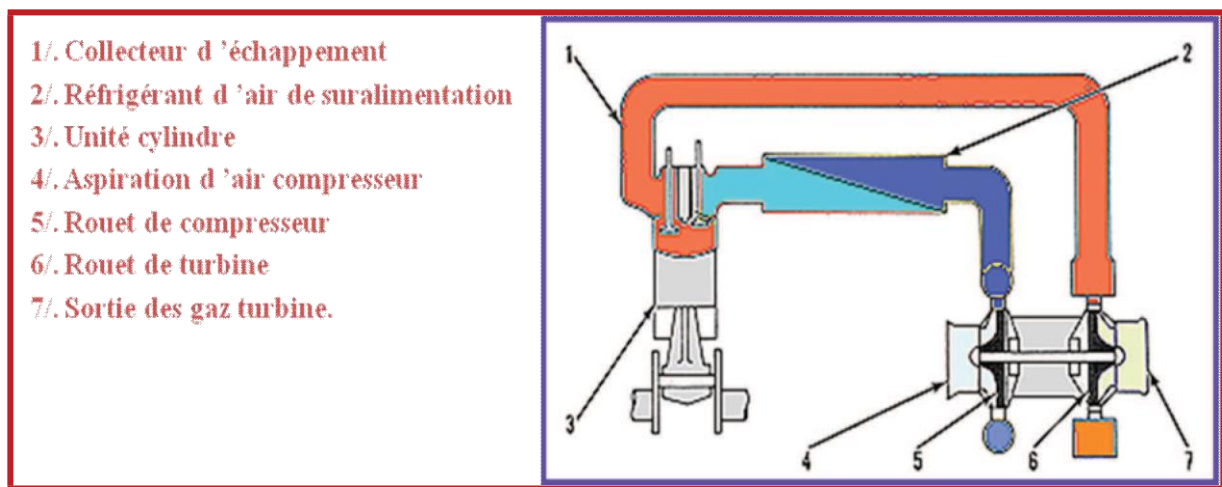


Fig. II21: circuit d'air et suralimentation

### II.3.6.3.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 sont équipés de turbocompresseurs à paliers lisses graissés par l'huile du moteur.

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

Le turbo compresseur est situé à l'arrière droit du moteur, sur les tubes transversaux des deux collecteurs d'échappement.



#### II.3.6.4. Le 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 du turbocompresseur.

#### II.3.6.5. Cette suralimentation permet :

- Une augmentation de la puissance du moteur pour une même cylindre ;
- 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, nécessite un graissage sous pression d'huile. La pression de suralimentation nécessite une diminution du rapport volumétrique.

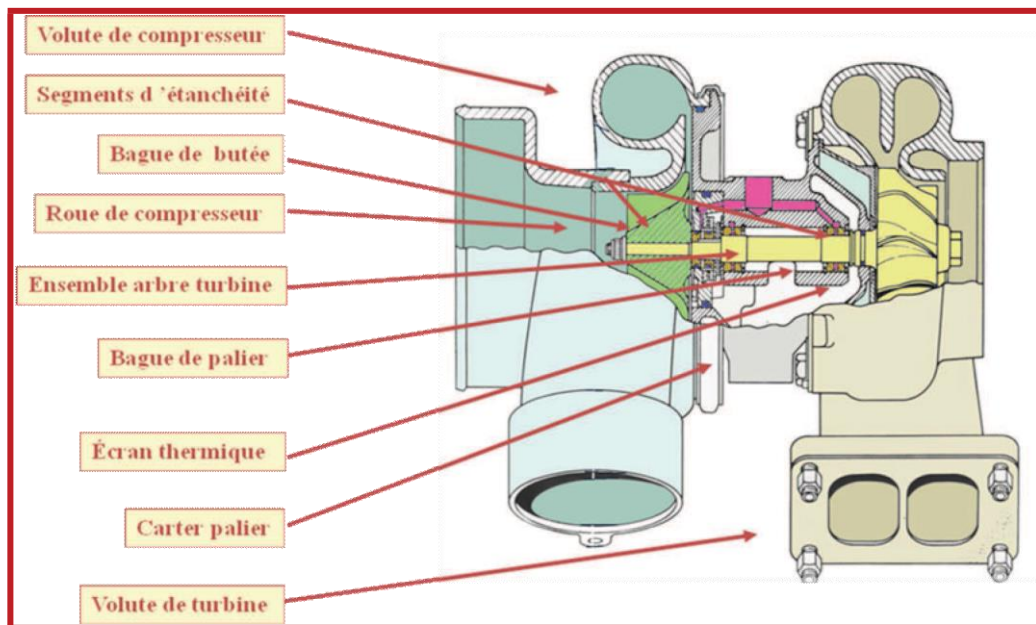


Fig. II22.: turbocompresseur

#### II.3.7. Circuit de gas-oil :

Ce circuit comprend (fig.II.23 ) :

- 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.

### **II.3.7 .1.Circuit du gas-oil dans le moteur :**

La pompe à gas-oil de transfert aspire du gas-oil de la citerne en passant par un filtre primaire. Puis ce gas-oil est refoulé directement vers le filtre principal et vers les deux tubulures 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 et par la chambre annulaire se trouvant dans la culasse.

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

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 (conduite de retour inférieure 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 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) bars. 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.

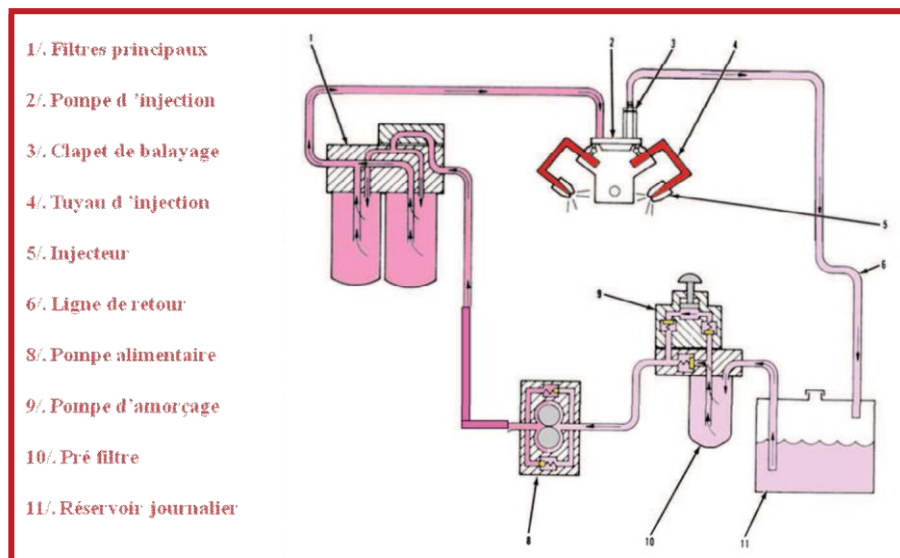


Fig. II23 circuit de gasoil

### II.3.8.système de démarrage :

Il existe deux types de démarrage :

- Démarrage pneumatique.
- Démarrage électrique.

Actuellement le démarrage électrique est le plus utiliser.

#### II.3.8.1.Organes de système de démarrage électrique:

Il se compose de :

- Un interrupteur-mètre : est un interrupteur de sécurité pour débrancher la batterie.
- Un relais sensible qui œuvrent automatiquement le circuit de démarrage lorsque le moteur fonctionne.

#### II.3.8.2.Principe de fonctionnement :

Le démarrage reçoit le courant continue de la batterie et le transforme en énergie mécanique et transmise de l'induit du demeur. au pignon de commande et au volant moteur pour faire tourner le vilebrequin, le conducteur en envolé autour d'un moyeu de fer et placé dans un champ magnétique lorsque le courant passe dans le conducteur, un fort champ conducteur se déplace donc vers le coté faible et faire tourner la boucle dans le sens horaire.

La rotation s'arrête lorsque la boucle est rendue à une position neutre.

### **II.3.9.Témoins et instruments :**

Des variations importantes des instruments fournissent des indications sur le rendement du moteur. Il faut s'assurer que les instruments sont en bon état de fonctionnement, déterminer la plage de fonctionnement normale en observant les instruments pendant un certain temps.

Les valeurs affichées anormales sont le signe d'un problème potentiel au niveau soit de l'instrument, soit du moteur. Cette remarque vaut également pour des indications qui ont changé sensiblement, mais qui restent conformes aux spécifications. La cause de toute déviation importante par rapport à la normale doit être déterminée et éliminée. Au besoin, faire appel au concessionnaire Caterpillar.

#### **II.3.9.1.Manomètre de l'huile de moteur :**

Cet instrument indique la pression de l'huile de moteur. La pression de l'huile atteint son niveau maximum après le démarrage du moteur lorsqu'il est froid. La pression diminue à mesure que le moteur se réchauffe. Elle augmente lorsque le régime augmente et se stabilise lorsque le régime du moteur est stable. La plage type de pression d'huile au ralenti est de 186 à 344 kPa. La plage type de pression d'huile au régime nominal est de 275 à 600 kPa.

#### **II.3.9.2.Manomètre différentielle du filtre à l'huile :**

Cet instrument indique la différence de pression entre le côté admission et le côté sortie des filtres à huile du moteur. A mesure que les éléments de filtre se colmatent, la pression différentielle augmente. Remplacer les éléments de filtre à huile du moteur lorsque la pression différentielle atteint 105 kPa.

#### **II.3.9.3.Température de l'eau de chemises :**

Cet instrument indique le refroidissement du moteur à la sortie des chemises. La température de l'eau des chemises peut varier selon la charge, mais elle ne doit jamais dépasser le point d'ébullition du circuit de refroidissement pressurisé. La plage type de température de l'eau des chemises est de 88 à 100 °C. Les températures peuvent être plus élevées dans certaines conditions.

#### **II.3.9.4.Thermomètre de l'air du collecteur d'admission :**

Cet instrument indique la température de l'air du collecteur d'admission allant au cylindre. Le capteur de température d'air du collecteur d'admission se trouve à la sortie du refroidisseur d'admission.

Il faut veiller à maintenir le refroidisseur d'admission en bon état, pour cela lorsque le moteur est à la température de fonctionnement, s'assurer que la température de l'air du collecteur d'admission ne s'écarte de plus de 4° C de la température maximum admise.

#### **II.3.9.5 .Pression d'air du collecteur d'admission :**

Cet instrument indique la pression de l'air (pression de suralimentation du turbocompresseur) dans le boîtier de répartition d'air (collecteur d'admission) à la sortie du refroidisseur d'admission. La pression d'air du collecteur d'admission dépend du réglage de puissance du moteur, de la charge et des conditions de fonctionnement.

#### **II.3.9.6.Pyromètre :**

Le pyromètre indique la température du tuyau d'échappement au niveau des coudes. Sur les moteurs avec deux tuyaux d'échappement, la température du tuyau pourra varier légèrement en raison d'une sensibilité différente des deux thermocouples. La température maximale sur le tuyau d'échappement se situe entre 480 et 590°C.

Le pyromètre indique aussi la température des gaz d'échappement de chaque cylindre. Ces températures sont mesurées à l'orifice d'échappement de chaque culasse. La température des gaz d'échappement pourra varier légèrement entre les cylindres.

#### **II.3.9.7.Compte-tours :**

Le Tachymètre est un instrument qui indique le régime du moteur en tr/mn. Le moteur tourne à vide et au régime maximal 1212 tr/mn. Sur la première position aucune charge n'est appliquée au moteur. Quand le moteur est en plein régime et est en pleine charge, la vitesse doit être de 1200 tr/mn.

#### **II.3.9.8.Compteur d'entretien :**

Cet instrument indique le nombre total d'heures pendant lesquelles le moteur a fonctionné.

#### **II.3.9.9.Pression du carburant :**

Cet instrument indique la pression du carburant provenant du filtre à la pompe d'injection. La plage de pression du carburant normale se situe entre 345 kPa et 520 kPa. La pression minimum du carburant au régime nominal est de 275 kPa.

Une baisse de pression indique généralement que le filtre à carburant est encrassé ou colmaté. A mesure que le filtre se colmate, il se produit une baisse notable du rendement du moteur.

**II.3.9.10.Manomètre différentielle du filtre à carburant :**

Cet instrument indique la différence de pression entre le côté admission et côté sortie du filtre à carburant. A mesure que le filtre se colmate, la différence de pression entre les deux côtés du filtre augmente, il faut alors procéder à l'entretien du filtre à carburant lorsque la pression atteint 105 kPa

**II.3.9.11.Manomètre différentielle du filtre à air :**

Cet instrument indique la différence de pression d'air entre le côté admission et le côté moteur de l'élément du filtre à air. La pression différentielle du filtre à air est mesurée depuis l'admission du turbocompresseur. A mesure que l'élément du filtre à air se colmate, la différence de pression entre les deux côtés de l'élément du filtre augmente. Pour des performances optimales du moteur, nettoyer ou remplacer les éléments du filtre à air lorsque la pression différentielle atteint 3.75 kPa (15 pouces d'eau). La pression différentielle maximum du filtre à air est de 7.5 kPa (30 pouces d'eau).

**II.3.9.12.Ampèremètre :**

Cet instrument renseigne sur l'état du circuit de charge de la batterie. Pendant la marche, l'aiguille doit se trouver légèrement à droite du zéro.

**II.3.9.13.Température de l'huile motrice :**

Cet instrument indique la température de l'huile du moteur à la sortie du refroidisseur d'huile. Le refroidisseur d'huile est commandé par thermostat. La température est maintenue à 82 ° C par un thermostat en contact avec l'huile. La température maximum de l'huile au régime nominal, lorsque le moteur tourne sous charge est de 104 ° C.

**II.3.9.14.Minuterie de lancement :**

Une minuterie de lancement peut être utilisée pour le mode automatique de démarrage/arrêt. La minuterie autorise le lancement du moteur pendant 30 seconds. Si le moteur n'a pas démarré au bout de 30 seconds, le module de contrôle ne s'activera pas afin d'indiquer que le moteur n'a pas démarré

**II.3.9.15.Pression du liquide de refroidissement :**

Cet instrument peut être utilisé pour la pression de l'eau des chemises ou de l'eau d'un circuit auxiliaire.

**Chapitre III :**

**PROBLEMATIQUE**



### III.1. INTRODUCTION :

Après la présentation du moteur **CAT 3512** puis la vérification du bilan thermique, l'évolution de température de la région d'Ouargla au cours de **2002** jusqu'à **2011** ont été réunis d'après le centre de météo (**ONM**) et l'influence de la variation de température sur la puissance et le rendement délivrer par le moteur ont été analysée afin de déterminer les paramètres optimales de fonctionnement le long d'année.

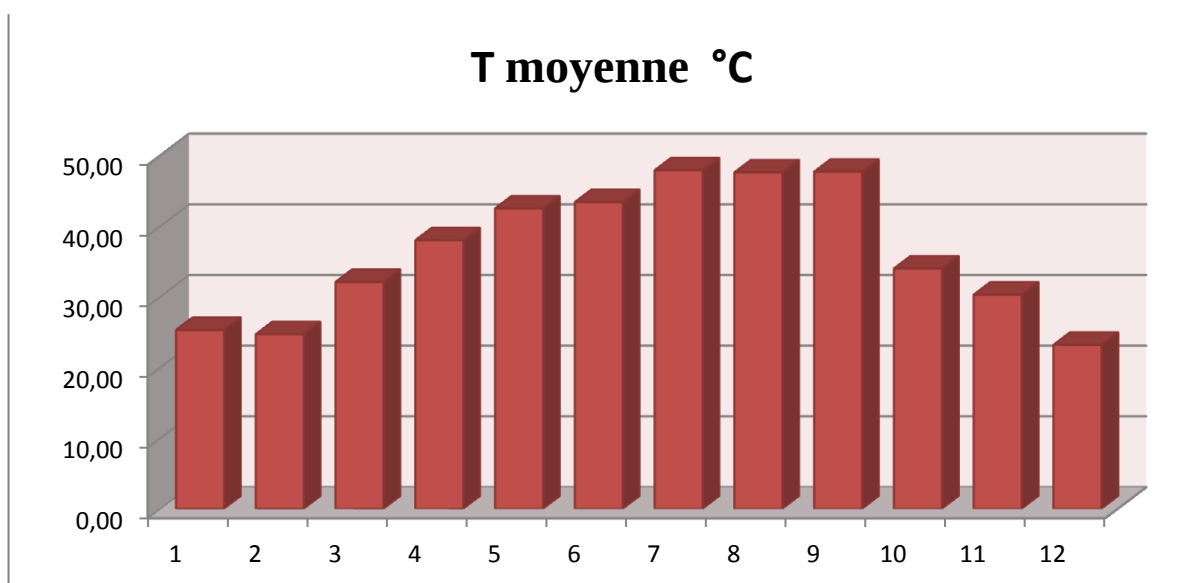
### III. 2. CONTROVERSE DES RESULTATS :

#### III. 2. 1. Variation de température au cours d'une année :

D'après l'histogramme de la figure ci-dessous, nous avons remarqué que la température des mois Décembre, Janvier et Février varie autour de 25°C pour qu'elle dépasse les 30°C pour le reste des mois, comme on note bien que à partir de Mai et jusqu'à Septembre la température dépasse les 40°C et elle peut atteindre 48°C et même plus.

Donc, on peut constater que la température minimale est autour de 23°C et la température maximale est de 48°C.

En plus, 4 sur 12 mois ont une température autour de 25°C et 3 sur 12 ont une température au-dessus de 30°C, les reste (5 sur 12) dépasse 40°C.



**Fig. III.1:Température Moyenne dans la région d'Ouargla (2011)**

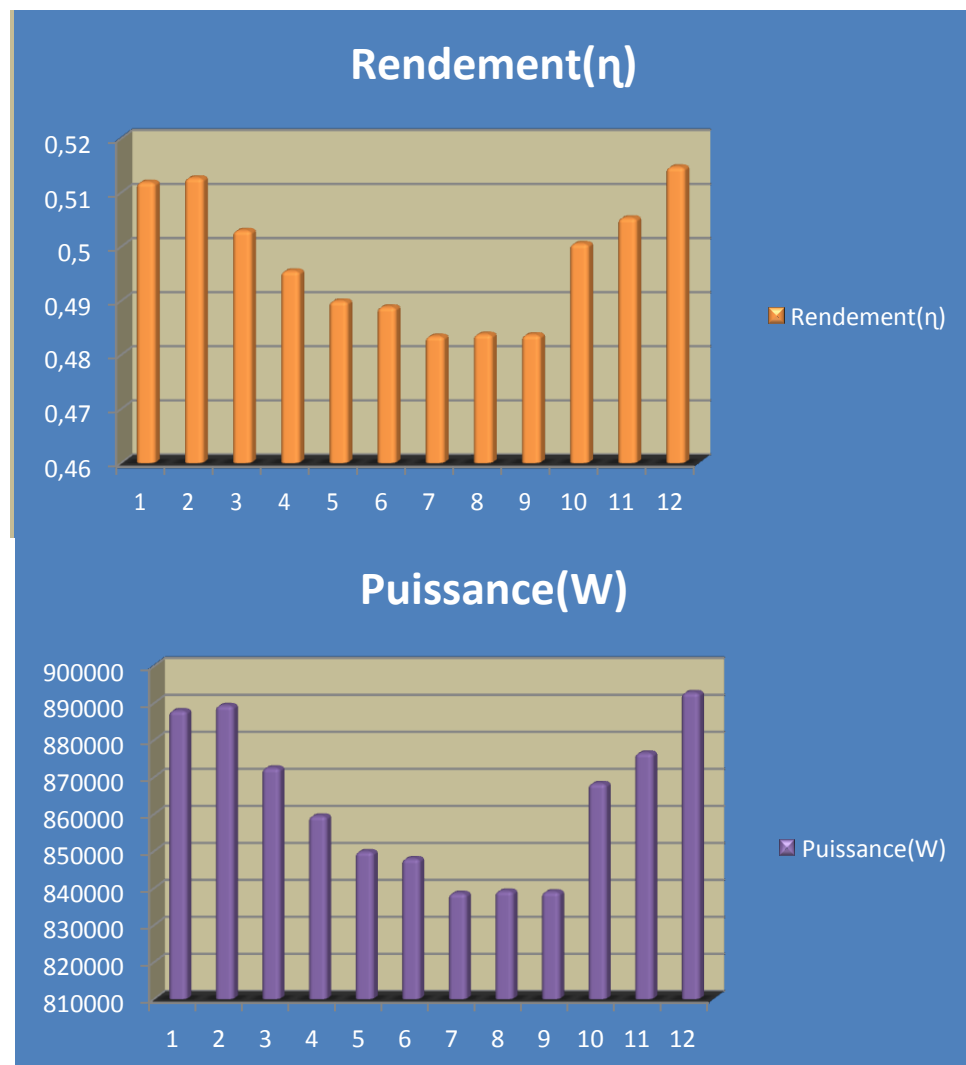
### III 2. 2. Influence de température sur la puissance et le rendement :

Les figures III.2 et III.3 montre l'effet de la température ambiante sur le fonctionnement du moteur **CAT3512** ; dont les histogrammes présentent la variation de la puissance et du rendement pendant l'année (**2011**) et durant les dix années arrière de (**2002** jusqu'à **2011**).

On constate que la puissance et le rendement du moteur varie d'une façon proportionnellement inversée par rapport à la température.

Autrement dite ; les mois où il fait froids où la température est minimale (Décembre, Janvier, Février et Mars) le rendement peut atteindre sa valeurs maximale de **51,4%** pour une puissance de **892W**.

Une fois la température augmente (à partir de Avril où il fait chaud), un abaissement dans la puissance apparaisse, et le rendement peut atteindre **48,3%** quand la température atteint **47°C**.



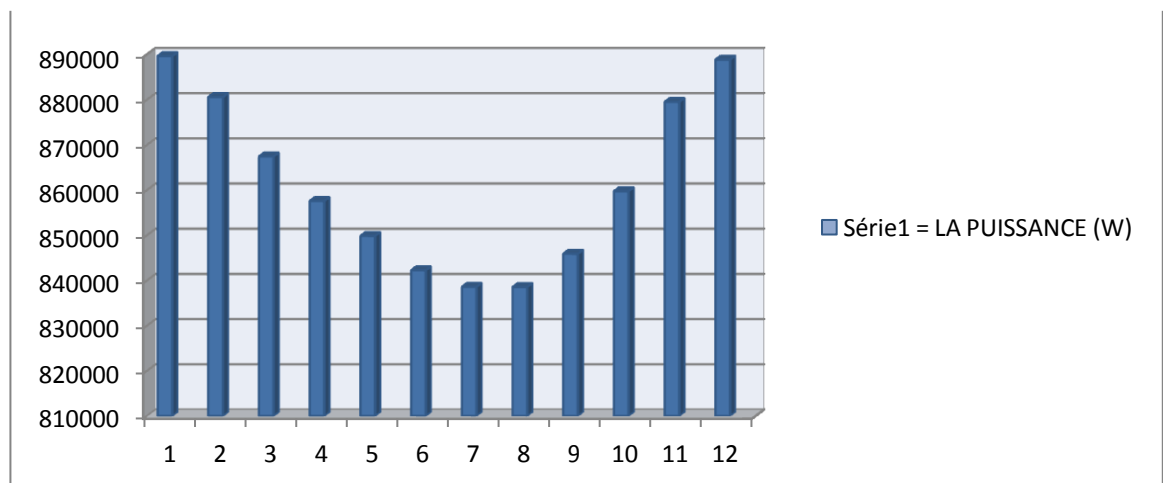
**Fig. III.2: Puissance et Rendement du Moteur CAT 3512 pour l'année 2011**

La figure III.2 montre que mois de Décembre présente les paramètres de fonctionnement optimale qui correspond à une température de **23,2 °C**, un rendement de **51,4%** et puissance de **892W**.

### III 2. 3. Variation de température au cours 10 années (2002-2011)

En comparant ce qui a précédé d'analyse des graphes du rendement et la puissance, on a étudié l'analyse de la diagraphie de la puissance d'après la température annuelle de (**2002 à 2011**), ce qui explique que les mois ou la puissance du moteur idéale en considérant le mois janvier la plus froid la température a atteint (24,56 c°), et elle se ressemble d'un pourcentage variable en décembre de température (24,9 c°) .

On remarqué qu'en juillet et aout que la puissance a beaucoup diminuée et le fonctionnement du moteur a régressé par ce que la température à atteint son maximum (47,89 c° et 47,91 c°) par apport à les autres mois. (**Fig. III.3**)



**Fig. III.3 : Puissance de Moteur CAT 35 12 pour la période (2002-2011)**

**Conclusion**

Par conséquence ; d'après l'analyse précédente on peut conclure que l'augmentation excessive de la température est la cause essentielle de la diminution de la puissance et le rendement du moteur, ce qui signifie la perte d'énergie et la consommation plus de carburant pour le même régime de fonctionnement.

Pour cela ; pour rendre le moteur à son fonctionnement optimal pendant toute l'année; notre travail est basé sur les points suivants :

- ✓ Vérifier les paramètres thermodynamique et le bilan d'énergie du cas actuel.
- ✓ Apporter un refroidisseur pour l'air d'admission qui permet au moteur de fonctionner comme si on est à Décembre.

# Conclusion Général

ce travail est une description sur l'étude et maintenance d'un moteur diesel Caterpillar .

Cette présentation contient deux aspects , dans le premier aspect on a essayé de faire une historique et résumé sur la théorie de la maintenance , dans deuxième aspect on a présenté quelque définition sur le moteur Caterpillar s 3512 et leurs organes , et on a finalisé cette description par un traitement de l'un des problèmes concernant le rendement et l'efficacité de ce moteur et on a pris le problème de la température de la région qui influence sur le rendement et l'efficacité du moteur CAT3512 .

L'échauffement est l'un des problèmes les plus rencontrés au niveau des groupes électrogènes, en l'occurrence le CAT 3512g. Dans le cadre de cette étude, les principales causes de l'échauffement du moteur diesel et bien sûr les remèdes désappropriés . Quelle que soit la cause de l'échauffement , c'est le joint de culasse qui subit les conséquences suivies des soupapes et de l'arbre à cames .

-Une maintenance préventive est donc nécessaire afin d'éviter tous ces aléas .

En conclusion , nous pensons que par ce modèle , étude nous avons touché presque à tous les aspects de notre formation (modules) et par conséquent notre cursus universitaire.

# Références

[1] Mr :desborts,f.touche,R.torri/Les moteurs à quatre temps et à deux temps-1984.

[2] Mr :desbois ,R.Armaw,B.View/les moteurs diesel à 4 temps et l'équipement d'injection .

[3] Mr :deshors, marié et martin / Le moteur . Mise au point et contrôles essais et Mesures .

[4] Mr : desbois, arwuw et B.vieux/ Le moteur diesel. Révision du matériel d'injection.Défauts de fonctionnement.

[5] Opuscule A.N.R.T.rue copernic, 75016 ,édition eyrolles-gouthars/La filtration et les filtres/1964

[6]

FRANCOIS MONCHY, la fonction maintenance, EDITION MASSON, 1996.

# Résumé

Parmi les équipements utilisés on site le moteur diesel CATERPILLAR 3512 qui est exploité comme étant un groupe de forces ou bien comme un groupe électrogène qui entraîne un alternateur pour produire l'énergie électrique afin d'alimenter les équipements de forage (pompe à boue, treuil, table de rotation,...) ainsi pour assurer l'éclairage dans la plate-forme pétrolière, les camps et les bases de vie.

En effet, à cause des conditions climatiques sahariennes sévères sur site; surtout la température; la productivité énergétique du moteur CAT 3512 est réduite de la perte de son énergie.

Dans ce texte que notre mémoire a basé trouve des solutions pour minimiser cette perte.