

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA 1
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE MECANIQUE

Laboratoire de mécanique

Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du Diplôme de Master en
Construction mécanique

Titre : Etude de la défaillance d'un arbre à cames du moteur
DEUTZ F6L 913

Proposé et encadré par :
Mr. TEMMAR Mustapha

Réalisé par :
BOUKOURBANE Youcef
BOUZEKRINE Abdssalam

Année universitaire 2019/2020

Remerciements

Ce travail de thèse a été réalisé au sein du Département de Mécanique de l'Université Saad Dahlab de Blida.

Selon la tradition, et à travers cette page de remerciements, nous tenons à saluer toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la concrétisation de ce travail.

Nous remercions Monsieur **Temmar Mustapha** pour avoir accepté de diriger cette thèse, et dont l'aide précieuse nous été indispensable sur le plan scientifique et humain.

Nous voudrions remercier les membres du jury pour leur précieux temps accordé à la lecture et à la critique de ce travail.

Nos très cordiaux remerciements vont aussi à tous nos enseignants pour tous les efforts conjugués tout au long de notre formation.

Dédicaces

- ✚ Je dédie ce travail tout particulièrement aux personnes qui me sont les plus chères au monde ; Mes très chers **parents** pour leur patience, soutien et confiance,
- ✚ Ma **mère** n'a pas cessé de prier pour moi, m'encourager et me soutenir et qui a su m'entourer de tout son amour et son affection,
- ✚ Mon **père** qui s'est sacrifié afin que rien n'entrave le déroulement de mes études,
- ✚ Je dédie ce travail également à mes **sœurs** et à tous les membres de ma famille,
 - ✚ Bien sûr à mes **amis** et **collègues** de la promotion sortante,
 - ✚ A tous ceux qui **m'aiment**.....

Youcef

Résumé

Dans n'importe quel moteur Diesel, le moulage et le bon positionnement de chaque came est crucial pour le fonctionnement précis des soupapes de la tête du cylindre et donc pour l'ensemble du processus de combustion du moteur. Les arbres à cames DEUTZ assurent une combustion optimisée, ce qui permet de réduire la consommation et l'usure pour un fonctionnement en douceur et une performance économique du moteur.

Caractéristiques des produits

- ◆ La géométrie parfaite des cames assure une combustion optimisée
- ◆ Les surfaces de roulement trempées spéciales assurent une longue durée de vie et une grande fiabilité



Abstract

In any diesel engine, the molding and proper positioning of each cam is crucial for the precise operation of the cylinder head valves and therefore for the entire combustion process of the engine. DEUTZ camshafts ensure optimized combustion, which helps reduce consumption and wear for smooth operation and economical engine performance.

Product features □

- ◆ Perfect cam geometry ensures optimized combustion □
- ◆ Special hardened bearing surfaces ensure long life and high reliability



ملخص

في أي محرك ديزل، يعتبر التشكيل والموضع المناسب لكل حذبة أمرًا ضروريًا للتشغيل الدقيق لصمامات رأس الأسطوانة وبالتالي لعملية الاحتراق بأكملها للمحرك. تضمن أعمدة الكامات DEUTZ الاحتراق الأمثل، مما يساعد على تقليل الاستهلاك والتآكل من أجل التشغيل السلس والأداء الاقتصادي للمحرك.

مميزات المنتج

- تضمن هندسة الكامات المثالية الاحتراق الأمثل
- أسطح محامل صلبة خاصة تضمن عمرًا طويلًا وموثوقية عالية

Table des matières

INTRODUCTION.....	1
--------------------------	----------

Chapitre I :Dossier exploitation

I.1. Définition.....	3
I.1.A. Définition du moteur.....	3
I.1.B. Principe	3
I.2. Historique du moteur Diesel	3
I.2.1. Rudolph Diesel.....	3
I.2.2. Biographie.....	4
I.3. Mise en service du moteur diesel Deutz	4
I.3.1. Avant lancement.....	4
I.3.2. Lancement	5
I.3.3. Consignes de sécurité.....	5
I.3.4. Mise à l'arrêt du moteur	6

Chapitre II : Partie Technologique

II.1. Description de l'U.I.....	8
II.2. Etude des quatre temps	12
II.3. Diagramme de fonctionnement du moteur.....	13
II.4. Etude du cycle mixte réel Moteur Diesel.....	14
II.5. Diagramme de fonctionnement du moteur	14
II.5.1. Admission.....	15
II.5.2. Compression	15
II.5.3. Combustion	15

II.5.4. Détente	17
II.5.5. Echappement.....	17
II.6. Ordre de fonction du moteur à six cylindres.....	19
II.6.1. Caractéristiques mécaniques	20
II.6.2. Avantages du moteur diesel	20
II.6.3. Inconvénients.....	20
II.7. Chaîne cinématique du moteur diesel	21
II.7.1. Fonctionnement de la chaîne cinématique	22
II.8. Engrènement.....	24
II.9. Etude de la partie fixe.....	25
II.9.1. Classe	25
II.9.2. Constitution	26
II.9.3. Matériaux	26
II.9.4. Bloc moteur.....	28
II.10. Etude de la partie mobile.....	31

Chapitre III : Dossier Entretien

III.1. Présentation de l'entretien.....	65
III.1.1. Définition de la maintenance	65
A. Entretien curatif X60-010	65
B. Entretien préventif	65

Chapitre IV : Diagnostic de la Défaillance

IV.1. Analyse de la défaillance	78
IV.2. Cinématique d'arbre à cames.....	78
IV.2.1. Différence de section	79

IV.2.2. Mauvaise lubrification de l'arbre.....	81
IV.2.3. Coincement d'une soupape	82
I.V.2.4. Couple de démarrage très important	83
IV.2.5. Interpose des chapeaux de paliers.....	83
CONCLUSION.....	86
BIBLIOGRAPHIE	87

Liste des Figures

Figure II.1 : Schéma représente moteur diesel a 6 cylindres DEUTZ F6L 913.....	10
Figure II.2 : Schéma représente le fonctionnement du moteur diesel a 4temps.....	13
Figure II.3 : Schéma représente épure de distribution du moteur 4 temps.....	14
Figure II.4 : Diagramme de Clapeyron en fonction P-V.....	16
FigureII.5 : Schéma représente l'ordre de fonction du moteur à six cylindres	18
FigureII.6 : Schéma représente chaine cinématique du moteur diesel.....	21
Figure II.7 : Schéma représente l'engrènement du moteur diesel.....	24
Figure II.8 : Schéma représente les organes composés du bloc moteur diesel a 6 cylindres.....	27
Figure II. 9 : Schéma représente de cylindre du moteur diesel.....	30
FigureII. 10 : Schéma représente le système d'embellage du moteur diesel.....	32
Figure II. 11 : Schéma représente la nomenclature du vilebrequin du moteur diesel.....	35
Figure II. 12 : schéma fonctionnel de la bielle.....	39
Figure II.13 : schéma fonctionnel de piston à 4segments.....	42
Figure II.14 : Fonctionnement du système distribution.....	45
Figure II.15 : Schéma fonctionnel de l'arbre à cames.....	47
Figure II.16 : Réglage de jeu entre soupapes et culbuteurs et guides de soupapes.....	50
Figure II. 17 : Schéma fonctionnel représente le circuit de graissage du moteur 6 cylindres.....	51
Figure II.18 : Schéma fonctionnel représente le circuit de combustible du moteur 6 cylindres.....	54
Figure II.19 : Schéma fonctionnel représente la pompe d'injection.....	57
Figure II.20 : Schéma fonctionnel représente le fonctionnement la pompe d'injection.....	60
Figure III.21 : L'organigramme de la maintenance.....	65
Figure IV.22 : schéma de construction d'arbre à cames par moulage en sable.....	79

Figure IV.23: Détermination la valeur critique pour assurer que le métal remplisse entièrement le moule de l'arbre.....	80
Figure IV.24: Sollicitation d'arbre à cames sous l'effet de torsion.....	81
Figure IV.25 : Sollicitation d'arbre à cames sous deux forces opposées.....	83

Liste des Tableaux

Tableau II.1 : Désignation et la matière de construction les oranges du moteur diesel a 6 cylindres DEUTZ F6L 913.....	11
Tableau II.2 : Grille de fonctionnement du moteur 6 cylindres	19
Tableau II.3 : Désignation et la matière de construction les organes du chaine cinématique du moteur diesel.....	22
Tableau II.4 : Désignation et la matière de construction les organes de l'engrènement du moteur diesel.....	25
Tableau II.5 : Désignation et la matière de construction les organes de bloc moteur diesel.....	28
Tableau II.6 : Désignation et la matière de construction les organes de cylindre moteur diesel.....	31
Tableau II.7 : Désignation et la matière de construction les organes de système d'embiellage du moteur diesel.....	33
Tableau II.8 : Disposition des manetons.....	34
Tableau II.9 : Désignation et la matière de construction les organes de l'assemblage du volant au vilebrequin du moteur diesel.....	36
Tableau II.10 : Désignation et la matière de construction de la bielle du moteur diesel.....	40
Tableau II.11 : Désignation et la matière de construction de piston à 4 segments.	42
Tableau II.12 : Désignation et la matière de construction les organes du système distribution.....	46
Tableau 1.13 : Désignation et la matière de construction de l'arbre à cames.	47
Tableau II.4 : Désignation et la matière de constructions les organes du circuit graissage du moteur a 6 cylindres.....	52

Tableau II.15: Désignation et la matière de constructions les organes du circuit combustible du moteur a 6 cylindres.....	55
Tableau II.16: Désignation et la matière de constructions la pompe d'injection.....	58
Tableau III.17: Classification préventif de la maintenance moteur diesel....	68
Tableau III.18: Entretien du 1er degré.....	69
Tableau III.19: Entretien du 2er degré.....	70
Tableau III.20: Entretien du 3er degré (vérification).....	71
Tableau III.21: Entretien du 3er degré (réparation).....	72
Tableau III.22: Check liste de dépannage du moteur Deutz f6l913.....	73
Tableau III.23: Check liste de dépannage du moteur Deutz f6l913.....	74
Tableau III.24: Check liste de dépannage du moteur Deutz f6l913.....	75
Tableau III.25: Check liste de dépannage du moteur Deutz f6l913.....	76

INTRODUCTION :

La concurrence internationale de plus acharnée a placé les pays tiers modistes dans un contexte de guerre économique.

Malgré les richesses naturelles dont ils disposent ces pays tiers modistes, leur économie reste toujours impuissante devant l'évolution économique rapide des industrialisés ainsi devant réformes et les lois imposées par ces derniers pour dominer et gérer l'économie et le commerce mondial.

Ces pays en voie de développement dont l'exemple le plus concret pour nous l'Algérie ont pris des initiatives pour s'en sortir de cette situation, en optant pour des solutions et des réformes qui sont réellement inefficaces, car ils ignorent le vrai obstacle qui est la dépendance technologique.

Cette dépendance déstabilise le fonctionnement des unités productives de ces pays.

L'état critique que l'entreprise publique algérienne et le réflexe de tous ces problèmes.

Ces entreprises vu les problèmes qu'elles rencontrent, elles tournent au ralenti, 50 à 60% de ses capacités installées.

Toutes les études montrent que cette crise de sous production est liée à une mauvaise maintenance appliquée.

Donc il est temps de mettre en place des politiques de maintenance afin d'accroître la rentabilité de nos entreprises adéquates.

Chapitre I

Dossier exploitation

I.1. Définition

I.1.A. Définition du moteur

Le moteur est un ensemble d'organes qui servent à transformer l'énergie thermique par réactions chimiques dans un espace clos en énergie mécanique.

I.1.B. Principe

Si dans une masse d'air suffisamment comprimé pour sa température atteint une valeur déterminée, on introduit un combustible finement pulvérisé.

La combustion se déclenche par auto-inflammation.

Le phénomène d'auto-inflammation se résulte d'une part :

- D'un rapport volumétrique très élevée de 1/22.
Et d'autre part :
- De la haute température engendrée par ce rapport 600°C.

I.2. Historique du moteur Diesel

Au 19^{ème} siècle, le moteur vit la révolution industrielle. Les moteurs thermiques qui existaient ne répondaient pas aux exigences de cette importante évolution, dont le rendement de la machine à vapeur était de 10% et celui du moteur à essence était de 20%.

Pour répondre à ces exigences, de nombreux chercheurs ont été mobilisés pour mettre en place des moteurs possédant un rendement meilleur.

I.2.1. Rudolph Diesel

C'est un ingénieur allemand qui a construit les premiers moteurs « Diesel » conçus pour fonctionner au charbon pulvérisé introduit par le jet d'air comprimé. Mais ces moteurs ne fonctionnaient jamais de façon satisfaisante.

En 1897, l'ingénieur allemand fabrique un moteur monocylindrique de puissance 20 ch à une vitesse de 172 tr/mn. Son poids est de 5 kg et son rendement est de 26,2%.

I.2.2. Biographie

De parents allemands, Rudolph Diesel est né le 28 mars 1858 à Paris. Il fit ses premières études en France, puis Allemagne où il passe avec succès sa thèse d'ingénieur.

Dès son retour à Paris en 1880, il ouvre cabinet d'ingénieur conseil en 1887 et se consacre à l'étude du moteur thermique qui devait prendre son nom.

I.3. Mise en service du moteur diesel Deutz

Mise en service du moteur DEUTZ, nécessite certaines opérations préliminaires.

I.3.1. Avant lancement

1. Qualité du combustible

N'utilisez que le gas-oil de marque d'une teneur en soufre inférieure à 0.5%, et veillez à la propreté lors du remplissage.

En hiver, utilisez le gas-oil d'hiver.

2. Purge d'air

Ne jamais laisser le réservoir se vide entièrement, car la présence d'air dans le circuit de combustible provoque une marche irrégulière du moteur ainsi une perte de puissance et rend le démarrage impossible.

3. Version pompe d'alimentation en combustible

Desserrer 2 à 3 tours le clapet de décharge.

- Desserrer à quelques tours la pompe à mains par la poignée moletée.
- Actionner la pompe à main jusqu'à ce que le combustible s'écoulant par le clapet de décharge soit exempt de bulles d'air.
- Resserrer le clapet de décharge en continuant à actionner la pompe à la main.
- Resserrer la poignée moletée.

4. Remplissage en huile du moteur

Il faut respecter la quantité d'huile de graissage prévue pour un graissage parfait de ce moteur et cette quantité est indiquée par le constructeur.⁹

5. Qualité d'huile

Pour le choix d'huile, il faut tenir de la température ambiante lieu de travail du moteur pour ne pas avoir des difficultés au démarrage.

Il faut choisir une qualité d'huile afin d'avoir les intervalles de vidange les plus longs.

I.3.2. Lancement

- Débrayer, si c'est possible.
- Placer la manette d'accélération en $\frac{1}{4}$ de position de vitesse.
- Tourner la clé à droite jusqu'au cran d'arrêt, le témoin de charge s'allume.
- Mettre le commutateur de démarrage-réchauffage en position et d'y maintenir environ une minute, le contrôleur de préchauffage doit luire.
- Placer le commutateur de démarrage-réchauffage en position de lancement.
- Le démarreur fait tourner le moteur dès que le lancement moteur part, lâcher la clé de lancement.

N.B. Ne pas actionner le démarreur plus de 20 secondes.

I.3.3. Consignes de sécurité

Lors du fonctionnement du moteur, certaines consignes être suivie.

1- Pression huile moteur

Lorsque le moteur tourne au ralenti, le témoin de pression d'huile doit être éteint.

L'aiguille du manomètre d'huile doit être située dans la zone verte et il doit indiquer au moins 1 bar.

2- Température moteur

L'aiguille de température doit toujours se trouver dans la verte, si l'aiguille apparaît dans l'autre plage, le moteur chauffe trop et doit être arrêté.

3- Entraînement de la turbine de refroidissement

En cas de rupture de courroie, le contacteur électrique est actionné par le galet tendeur et déclenche un signal optique.

Arrêter le moteur immédiatement pour éviter une surchauffe.

I.3.4. Mise à l'arrêt du moteur

Pour la mise à l'arrêt du moteur, n doit :

- placer la manette d'accélération en bras régime.

Actionner le levier d'arrêt de la pompe d'injection jusqu'à ce que

N.B. éviter d'arrêter le moteur brusquement après un fonctionnement en plein charge.

Chapitre II

Partie Technologique

II.1. Description de l'U.I.

Cette étude traite les causes de la défaillance de l'arbre à cames du moteur DEUTZ F6L 913

F refroidissement à air.

6 6 cylindres

L En ligne

913 Référence de la cylindrée

Ce moteur comporte de 2 parties principales :

- Partie fixe.
- Partie mobile.

➤ **Partie fixe :**

Elle se compose de :

- ✓ Culasse.
- ✓ Bloc moteur.
- ✓ Carter ou cure d'huile.
- ✓ Cylindre.
- ✓ Cache de distribution.
- ✓ Carter d'embrayage.
- ✓ Les accessoires : sont des pièces qui appartiennent aux différents systèmes du moteur.
- ✓ Les accessoires du système d'alimentation (collecteur d'admission, collecteur d'échappement, filtre à combustible, pompe d'injection).
- ✓ Injecteurs.
- ✓ Conduites du combustible.
- ✓ Les accessoires du système de graissage (radiateur d'huile, filtre à huile, conduites, caches culbuteurs, jauges d'huile, manomètre d'huile).
- ✓ Les accessoires du système de refroidissement (la turbine, ailettes, courroies, manomètre).

➤ **Partie mobile :**

C'est la partie motrice du moteur. Elle comprend :

- Le mécanisme d'embellage qui se compose de vilebrequin, volant moteur, bielles, pistons, damper).
- Le mécanisme de distribution qui se compose de pignons de distribution, soupapes, culbuteurs, arbres à cames...).

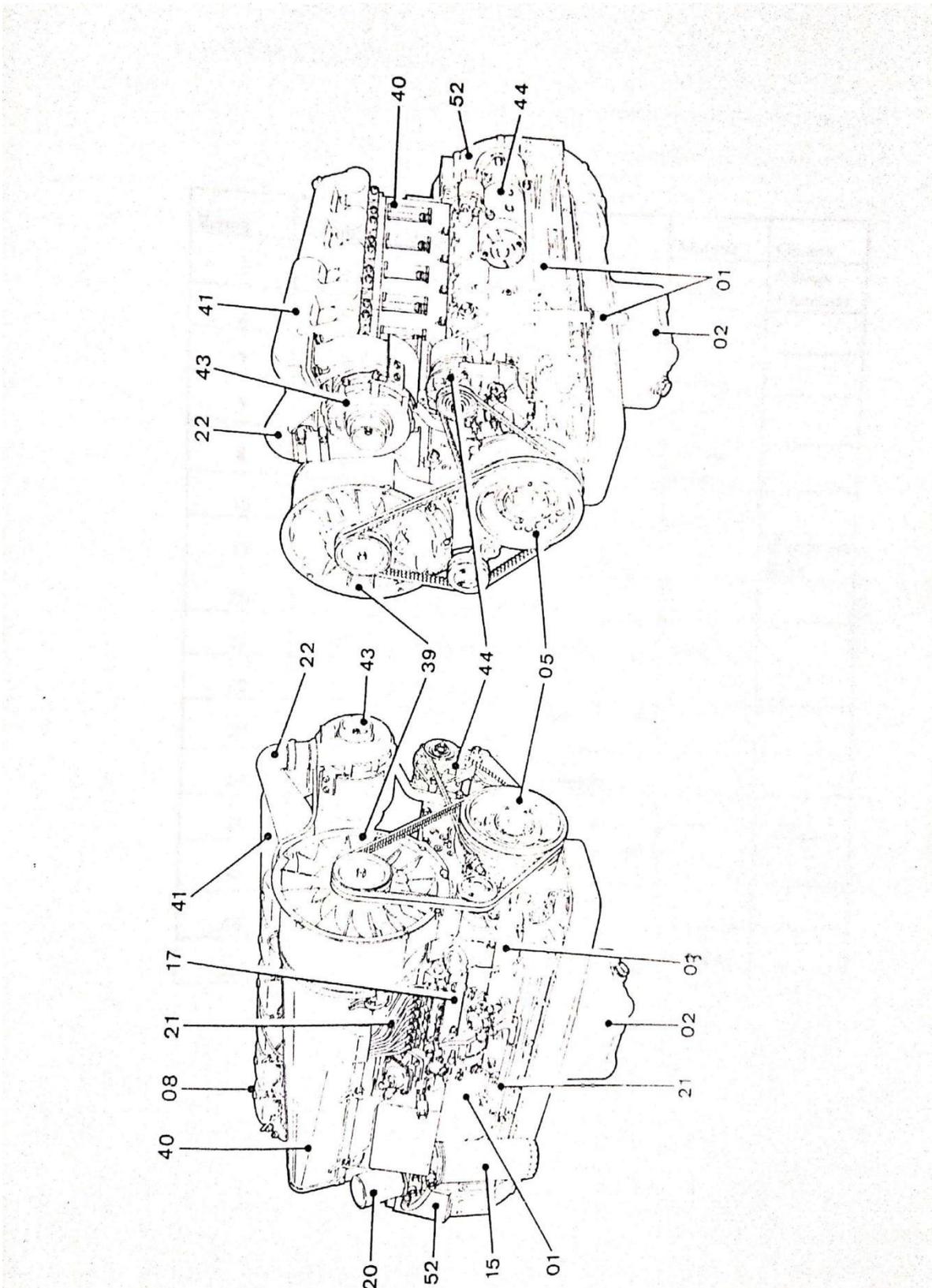


Figure II.1 : Schéma représente moteur diesel a 6 cylindres DEUTZ F6L 913.

Repère	Nombre	Désignation	Matière	Observe
1	1	Carter moteur (Bloc)	Fonte	Alliage Aluminium
2	1	Carter d'huile	Tôle acier	
3	1	Couvercle avant	Alliage	
5	1	Embiellage	Acier traité	
8	6	Culasse	Alliage Aluminium	
15	1	Réfrigération d'huile		
17	1	Pompe d'injection		Pompe en ligne
20	1	Filtre à combustible		
21	6	Conduite à combustible	Acier	
22	1	Filtre à air		
39	1	Soufflante d'air de refroidissement		
40	1	Déflexeur d'échappement		
41	1	Collecteur d'échappement	Fonte	
43	1	Turbo compresseur sur gaz d'échappement		
44	1	Démarrreur		
52	1	Embrayage	Friction	

Tableau II.1 : Désignation et la matière de construction les oranges du moteur diesel a 6 cylindres DEUTZ F6L 913.

II.2. Etude des quatre temps

Les moteurs Diesel comme le moteur à essence fonctionnent généralement à un cycle de 4 temps.

1^{er} temps Admission

La soupape d'admission s'ouvre et le piston frais se déplace du point mort haut au point mort bas et aspire de l'air frais effet de décompression qui s'engendre dans le cylindre.

2^{ème} temps : Compression

La soupape d'admission se ferme et celle de l'échappement reste fermée.

Le piston monte de PMB au PMH et comprime l'air dans la chambre de combustion.

3^{ème} temps : combustion et détente

Les deux soupapes restent fermées, la température de l'air atteint 600°C et le gas-oil s'injecte dans la chambre de combustion à travers les injecteurs, et l'inflammation produit une forte pression qui chasse le piston du PMH au PMB.

4^{ème} temps : échappement

La soupape d'échappement s'ouvre et le piston remonte du PMB au PMH et évacue les gaz brûlés vers l'extérieur.

Cycle à 4 temps :

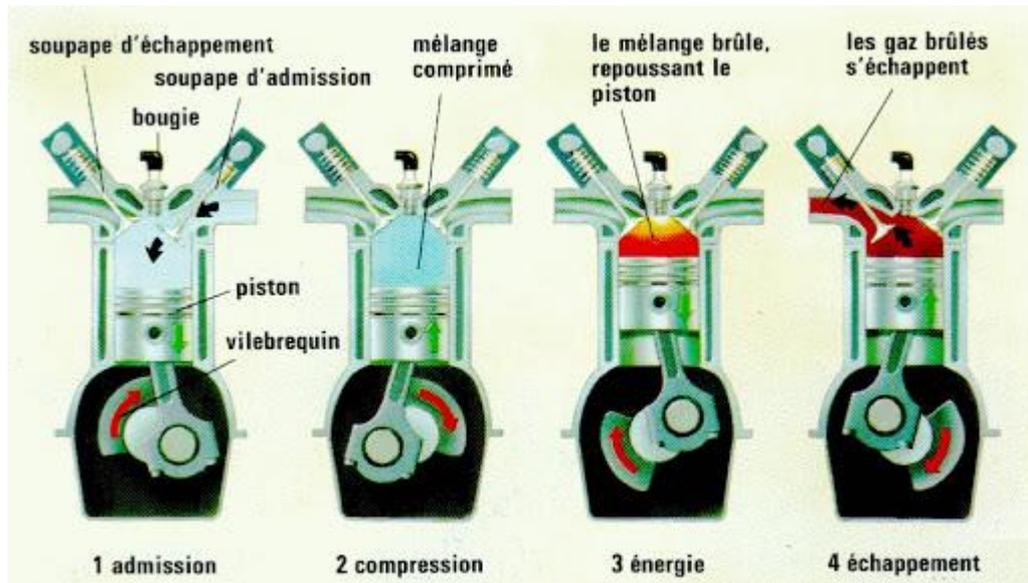


Figure II.2 : Schéma représente le fonctionnement du moteur diesel a 4temps.

II.3. Diagramme de fonctionnement du moteur

Le cycle théorique conçu pour le fonctionnement a présenté des anomalies de fonctionnement en développant une faible puissance et donne un mauvais rendement.

Ce qui nécessite l'élaboration d'autres cycles appelé cycle pratique en modifiant le temps d'ouverture et de fermeture des deux soupapes.

AOA : Avance Ouverture Admission.

C'est le temps nécessaire à la levée de la d'admission.

RFA : Retard à la Fermeture d'Admission.

C'est pour le meilleur remplissage du cylindre.

AI : Avance à l'Injection :

Pour tenir compte du retard d'inflammation des gaz et de durée d'inflammation.

AOE : Avance Ouverture Echappement.

Pour évacuer rapidement les gaz brûlés et éviter une surpression dans les cylindres.

RFE : Retard à la Fermeture Echappement.

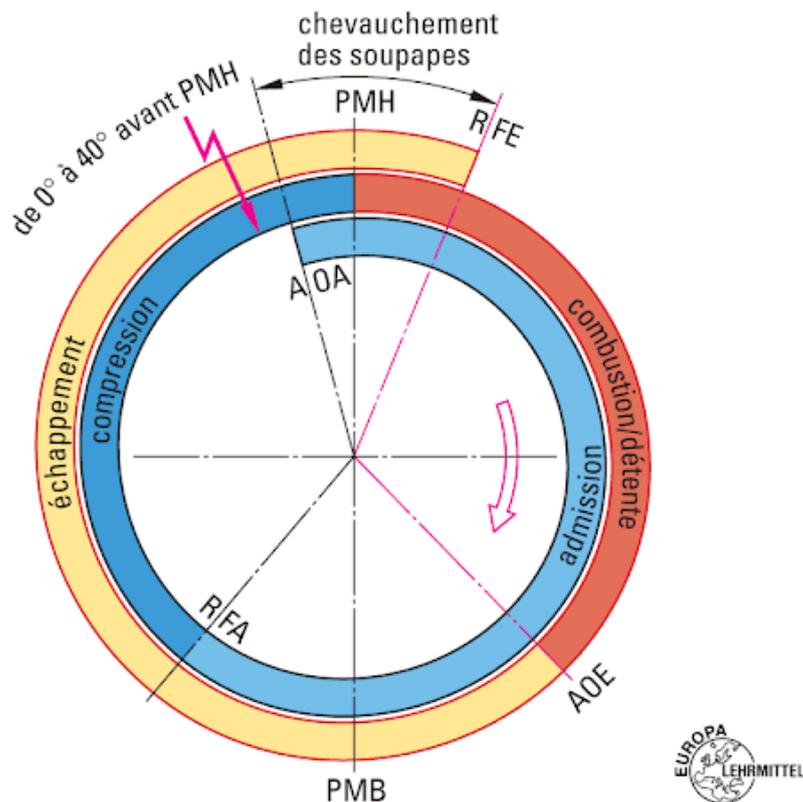
Pour assurer l'évacuation totale des gaz brûlés par l'admission de l'air frais.

II.4. Etude du cycle mixte réel Moteur Diesel

Ce cycle est employé principalement sur les moteurs diesel modernes à grandes vitesses de rotation.

C'est une combinaison des cycles classiques (à pression constante et à volume constante) dont lesquels une partie de combustible s'enflamme à volume constant et l'autre à pression constante.

II.5. Diagramme de fonctionnement du moteur



AOA : SA s'ouvre 15° avant le PMH AOE : SE s'ouvre 44° avant le PMB
RFA : SA se ferme 40° après le PMB RFE : SE se ferme 22° après le PMH

Figure II.3 : Schéma représente épure de distribution du moteur 4 temps.

II.5.1. Admission

L'admission de l'air frais dans le cylindre se fait à pression constante.

Donc cette transformation thermodynamique est appelée transformation isobare.

➤ **Détermination des paramètres**

$$P_1 V_1 = R T_1$$

$$P_2 V_2 = R T_2$$

$$P_1 = P_2 \rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Travail consommé :

$$W = P(V_2 - V_1) = R(T_2 - T_1) \text{ en KJ/kg}$$

Quantité de chaleur

$$Q = C_p(t_2 - t_1)$$

II.5.2. Compression

La compression de l'air frais dans le cylindre se caractérise par la variation des trois paramètres (P, V, T). Donc c'est une transformation adiabatique.

➤ **Détermination des paramètres**

$$W = \frac{1}{k-1} (P_1 V_1 - P_2 V_2) = \frac{R}{k-1} (T_2 - T_1) \quad (k = 1,41)$$

Quantité de chaleur :

$$Q=0$$

II.5.3. Combustion

La combustion dans le cycle mixte se déroule en deux phases.

Combustion à volume constant.

La première quantité du gas-oil pulvérisé injecte dans le cylindre rapidement à une vitesse supérieure à la vitesse du mouvement de piston. Donc c'est une transformation isochore.

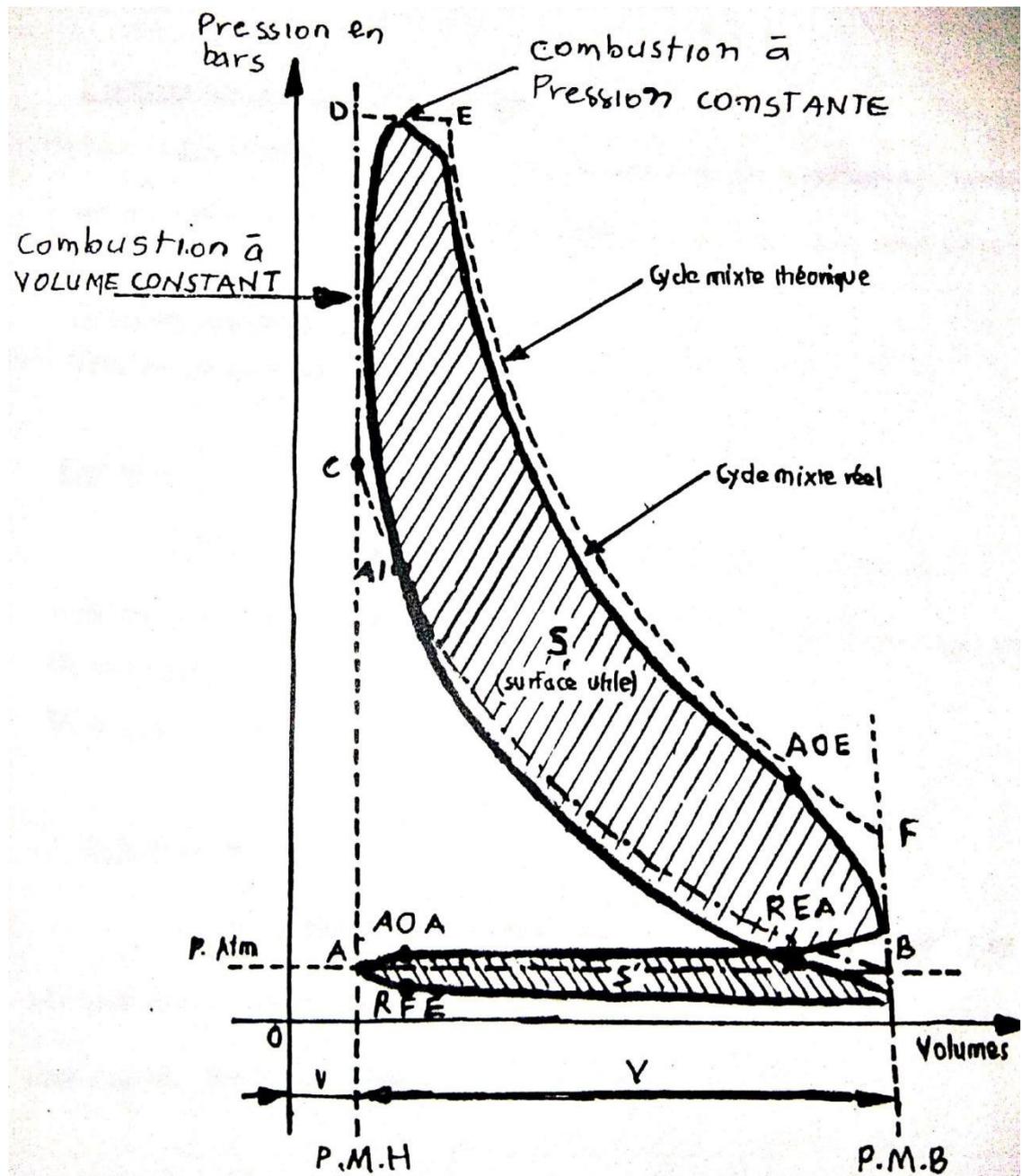


Figure II.4 : Diagramme de Clapeyron en fonction P-V

➤ **Détermination des paramètres**

$V = \text{constante.}$

Travail fourni $W=0$

Quantité de chaleur :

$$Q = c_v(t_2 - t_1)$$

A. Combustion à pression constante

La dernière quantité de gas-oil injecté s'enflamme lentement à une vitesse inférieure à celle du mouvement du piston donc c'est une transformation isobare.

➤ **Détermination des paramètres**

Voir le temps d'admission

II.5.4. Détente

Cette transformation est caractérisée par dépression augmentation du volume et chute de température. Donc c'est une transformation adiabatique.

➤ **Paramètres**

Voir compression.

II.5.5. Echappement

L'échappement des gaz brûlés est caractérisé par la baisse de température, diminution de volume et la pression reste constante. Donc c'est une transformation isobare.

➤ **Paramètres**

Voir compression.

Forme du vilebrequin 6 cylindres en ligne

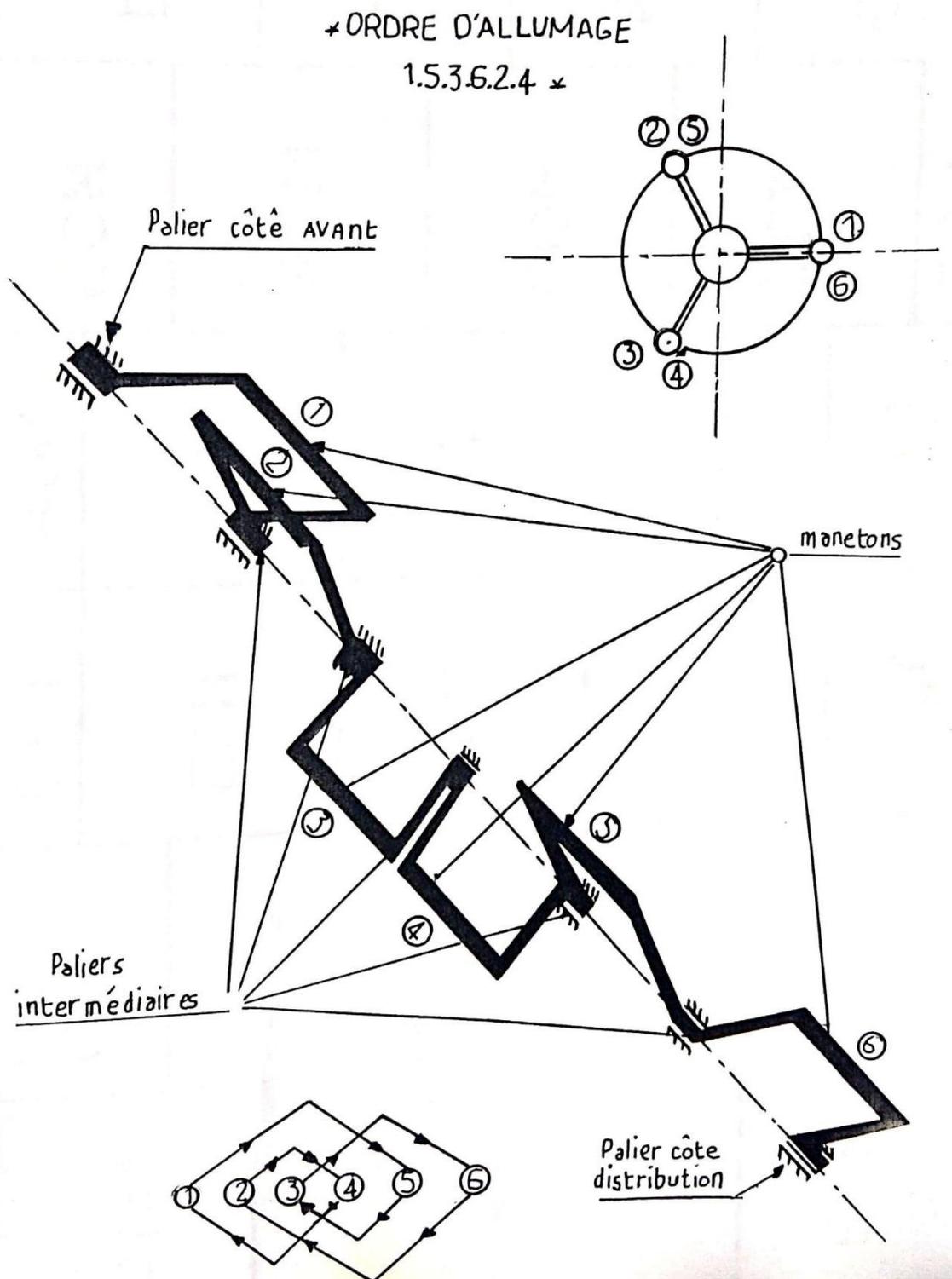


Figure II.5 : Schéma représente l'ordre de fonction du moteur à six cylindres

	Cylindre 1	Cylindre 2	Cylindre 3	Cylindre 4	Cylindre 5	Cylindre 6
0°	ADM	COM	INF-DET	ADM	ECH	INF-DET
60°			ECH	COM		
120°		INF-DET	ADM	INF-DET		
180°	COM	INF-DET	ADM	INF-DET	ADM	ECH
240°			ECH	COM		
300°		ECH	ADM	INF-DET		
360°	INF-DET	ECH	COM	ECH	COM	ADM
420°			ADM	INF-DET		
480°		ADM	COM	ECH		
540°	ECH	ADM	INF-DET	ADM	INF-DET	COM
600°			COM	ECH		
660° 720°		COM	INF-DET	ADM	ECH	

Tableau II.2 : Grille de fonctionnement du moteur 6 cylindres (1,5,3,6,2,4).

II.6. Ordre de fonction du moteur à six cylindres

On déduit de la position des manetons du vilebrequin l'ordre dont lequel l'injection du gas-oil doit être effectuée.

Les manetons du vilebrequin se présentent deux au PMH. En regardant le vilebrequin de l'avant, on voit successivement au PMH les manetons du vilebrequin 1 et 6, 2 et 5, 3 et 4.

Pour répartir les efforts sur le vilebrequin dans le temps, on adopte généralement l'ordre suivant :

1-5-3-6-2-4.

Donc la combustion se fera dans cet ordre.

II.6.1. Caractéristiques mécaniques

La puissance du moteur dépend principalement des éléments suivants :

- * L'alésage A ou diamètre intérieur du cylindre.
- * La course C ou amplitude du déplacement du piston.
- * La cylindrée V où le volume de gaz aspire avant chaque compression.

$$V = \pi A^2 / 4 \times C$$

La cylindrée totale $nV=6V$

II.6.2. Avantages du moteur diesel

1. Le rendement est meilleur : le taux de combustion étant plus élevé, une proportion plus grande de chaleur est transformée en travail.
2. Le couple moteur est plus important et il reste sensiblement constant pour les faibles vitesses.
3. Le combustible employé coûte moins cher.
4. Les risques d'un incendie sont moindres car le point d'inflammation du gas-oil est très élevé.
5. Les gaz d'échappement sont moins toxiques car ils contiennent d'oxydes de carbone.

II.6.3. Inconvénients

1. Les organes du moteur sont largement calculés car ils souffrent à des températures très élevées et des pressions très fortes.
2. L'étanchéité entre le cylindre et le piston est plus difficile à réaliser et pour l'assurer on est alors souvent obligé d'utiliser quatre segments ou plus.
3. Il faut assurer un refroidissement suffisant du moteur pour obtenir une bonne tenue des métaux.
4. Le graissage est plus délicat à cause des hautes températures atteintes.
5. Le moteur est plus coûteux à l'achat.
6. La marche du diesel est plus bruyante dû aux fortes pointes de pression dans les cylindres

Repère	Nombre	Désignation	Matière	Observe
1	1	Démarrreur		
2	1	Couronne de volant	Acier traité	
3	1	Vilebrequin	Fonte spé	Acier mi-dur
4	6	Bielle	Acier mi-dur	Au chrome
5	6	Piston	Aluminium	
6	7	Palier	Fonte	
7	1	Pignon vilebrequin	Acier	
8	1	Pignon intermédiaire	Acier	
9	1	Pignon arbre à cames	Acier	
10	1	Arbre à cames	Fonte spé	Cames traité
11	1	Pignon pompe d'injection	Acier	
12	1	Pompe d'injection		En ligne
13	1	Pignon d'attaque	Acier	

Tableau II.3 : Désignation et la matière de construction les organes du chaine cinématique du moteur diesel.

II.7.1. Fonctionnement de la chaine cinématique

La phase d'engrènement du pignon d'attaque du démarrer et le couronne comporte deux mouvements du pignon.

Le déplacement s'effectue par l'alimentation du circuit du contacteur ainsi que sa rotation est assurée par l'arbre d'induit du moteur électrique (démarrreur).

Après la fermeture de l'interrupteur de démarrage, le levier de commande, sous l'action du contacteur oscille autour de son axe, pousse une fourche laquelle comprime un ressort et permet au pignon d'attaque de se déplacer vers la couronne dentée.

Lorsque le pignon d'attaque se présente devant une entredent, il s'engrène immédiatement, mais s'il bute contre une autre dent de la couronne, celui tourne sous l'action de la pression du ressort.

Après l'engrènement total du pignon d'attaque et couronne, le volant moteur tourne et entraîne avec lui l'arbre moteur (vilebrequin).

Le mouvement de rotation du vilebrequin sera transformé en un mouvement de translation des pistons à l'aide des bielles.

Le pignon du vilebrequin entraîne le pignon intermédiaire et lui à son tour entraîne le pignon d'arbre à cames. Ce dernier entraîne le pignon de la pompe d'injection.

Dès que le moteur part, il tourne à une vitesse supérieure à celle du démarreur.

Pour le désengrènement, on ouvre l'interrupteur de démarrage, le contacteur est désexcité et le pignon d'attaque revient à sa position initiale sous l'action du ressort de rappel qui le maintient à la position du repos jusqu'au nouveau démarrage.

II.8. Engrenement

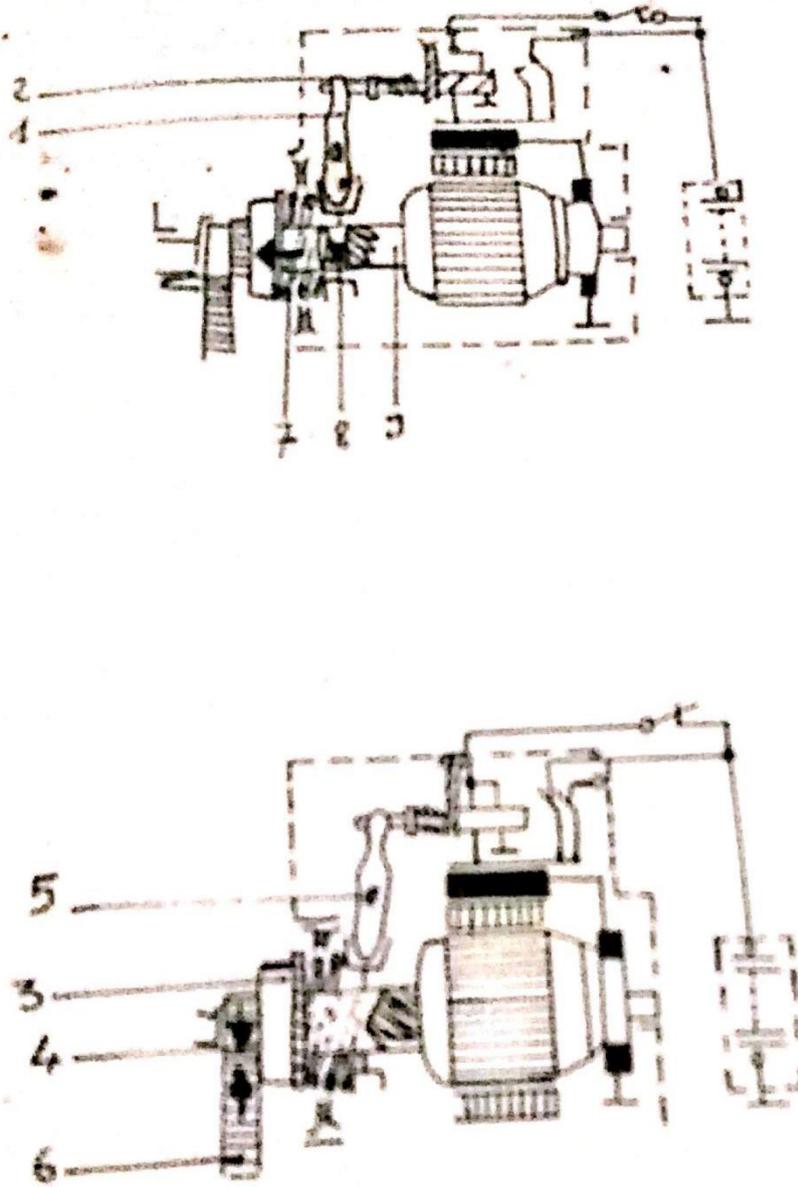


Figure II.7 : Schéma représente l'engrènement du moteur diesel.

Repère	Nombre	Désignation	Matière	Observe
1	1	Levier de commande		
2	1	Ressort de rappel	Acier trait	
3	1	Roue libre	Acier	
4	1	Pignon d'attaque	Acier traité	
5	1	Axe fixé du levier de commande		
6	1	Couronne	Acier	
7	1	Ressort d'engrènement	Acier traité	Raideur = 50 N/m
8	1	Fourchette	Fonte	
9	1	Arbre d'induit avec filetage à pas rapide	Acier trempé	

Tableau II.4: Désignation et la matière de construction les organes de l'engrènement du moteur diesel.

II.9. Etude de la partie fixe

II.9.1. Classe

Dans le moteur DEUTZ BF6L 913, le refroidissement se fait par air. Ce qui impose que chaque cylindre soit obturé par une culasse pour avoir une plus grande surface de refroidissement ainsi que pour avoir culasse plus légère afin de faciliter la tâche des mécaniciens.

En cas de panne, on peut supprimer un cylindre et le moteur fonctionnera avec 5 cylindres pour accomplir une mission urgente.

La culasse possède plusieurs rôles :

- Elle obture le cylindre.
- Elle porte les orifices d'entrées et de sorties des gaz ainsi que les organes de distributions (soupapes, culbuteurs, ...).
- Elle évacue la chaleur dégagée par la combustion des gaz.

II.9.2. Constitution

Ces différentes fonctions entraînent des formes compliquées comme le refroidissement se fait par air, des ailettes garnissent la surface extérieure.

La culasse porte les sièges des soupapes, les logements des guides de soupapes, la tubulure de passage des gaz frais et brûlés.

II.9.3. Matériaux

Les matériaux qui conviennent le mieux sont la fonte grise (perl tique) et l'alliage d'aluminium. Tous deux se prêtent très bien au mélange et aluminium possède en outre excellente conductibilité assurant un bon refroidissement et évitant une élévation excessive de la température.

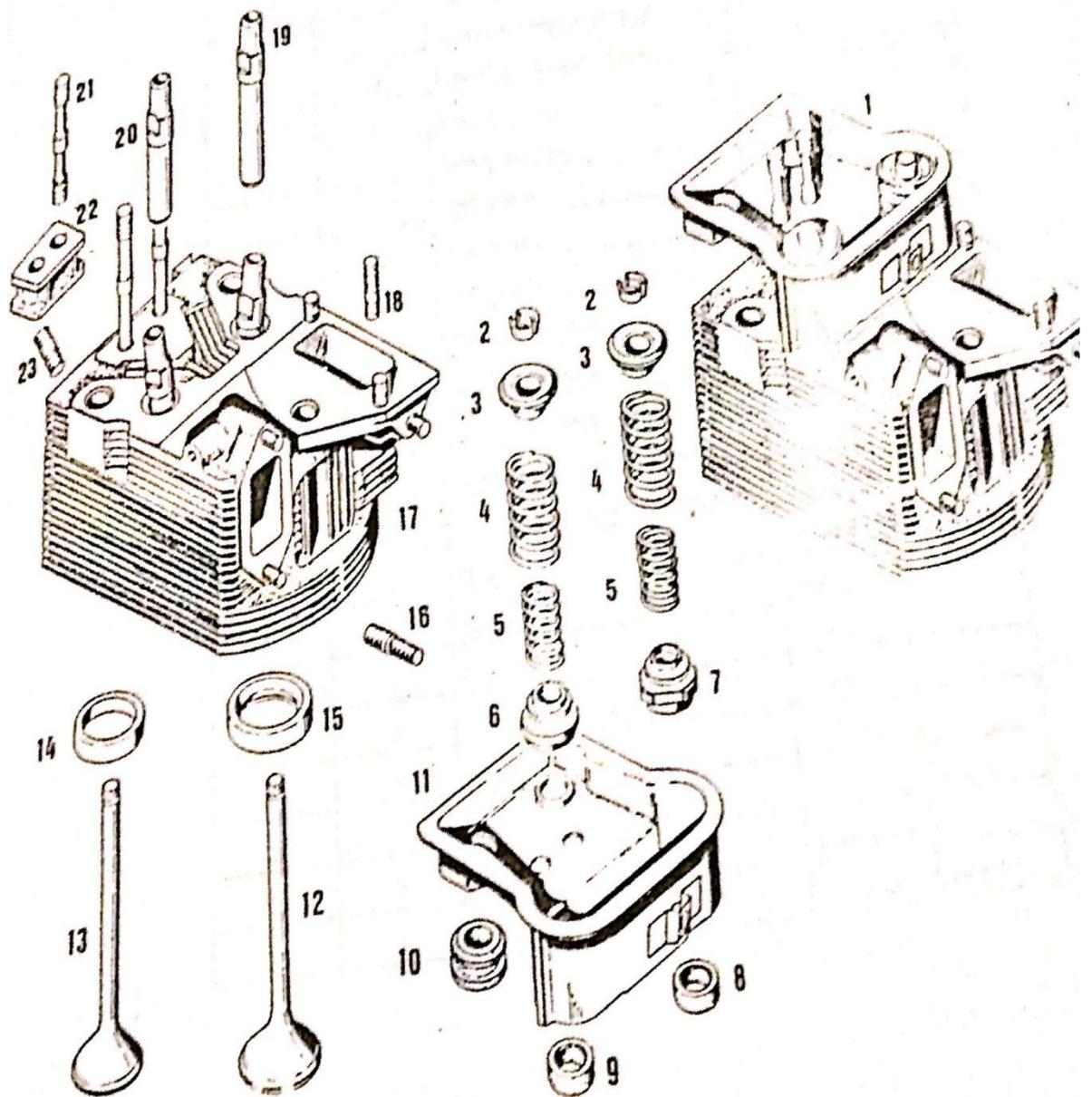


Figure II.8 : Schéma représente les organes composés du bloc moteur diesel a 6 cylindres.

Repère	Nombre	Désignation	Matière	Observe
1	1	Culasse complète		
2	2	Clavette demi-lune		
3	2	Cuvette de ressort		
4	2	Ressort de soupape extérieur		
5	21	Ressort de soupape intérieur		
6	1	Pièce intercalaire		
7	1	Tourne soupape		
8	1	Joint profilé		
9	6	Joint profilé		
10	1	Joint profilé		
11	1	Chambre de culbuteur		
12	1	Soupape d'admission		
13	1	Soupape d'échappement		
14	1	Siège soupape rapporté (échappe)		
15	1	Siège soupape rapporté (admis)		
16	1	Goujon		
17	1	Culasse		
18		Goujon		
19		Guide de soupape		
20		Guide de soupape		
21		Goujon d'extensible		
22		Support		
23		Goujon		

Tableau II.5: Désignation et la matière de construction les organes de bloc moteur diesel.

II.9.4. Bloc moteur

● Fonction

Le bloc moteur a plusieurs fonctions comme :

- ❖ Résister à la pression des gaz de combustion qui tendent à le dilater et à repousser la culasse.
- ❖ Il loge la partie inférieure du cylindre et la partie supérieure est en contact avec l'air.
- ❖ Supporter les organes de distributions (vilebrequin, arbre à cames...).
- ❖ Il porte à l'extérieur des accessoires des différents systèmes du moteur.

● **Matériaux**

Les matériaux qui conviennent mieux pour la construction du bloc moteur sont :

La fonte ou l'alliage d'aluminium qui est plus léger et meilleur conducteur de chaleur.

● **Cylindre :**

Nombre : 6

Type : cylindre sec car pour le refroidissement elle est en contact seulement avec l'air.

Rôle :

Le cylindre sert à loger et à guider le piston en mouvement de translation.

Dégager la chaleur engendrée par la combustion vers l'extérieur.

Il est constitué de 2 parties :

- **Partie supérieure :** vêtue d'ailette sur la paroi extérieure pour le refroidissement à l'air.
- Partie inférieure cette partie se loge dans le bloc moteur pour la fixation du cylindre sur le bloc.

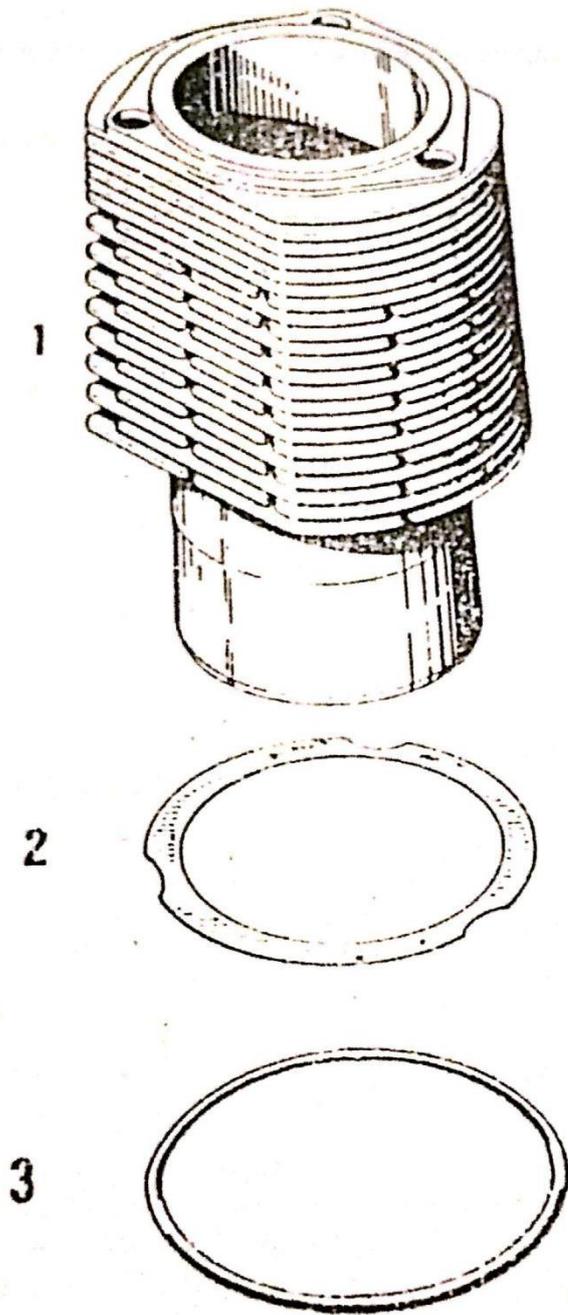


Figure II. 9 : Schéma représente de cylindre du moteur diesel.

Matériaux :

Les cylindres sont généralement fabriqués en fonte spéciale.

Repère	Nombre	Désignation	Matière	Observe
1	1	Cylindre	Fonte Spé	
2	1	Bague de compensation	Bronze	
3	1	Joint torique	Caoutchouc	

Tableau II.6 : Désignation et la matière de construction les organes de cylindre moteur diesel.

- **Carter inférieur :**

Le carter d'huile est placé à la partie inférieure du moteur, sert de réservoir d'huile de graissage et de couvercle pour les organes de la partie inférieure du moteur.

Il est muni d'un orifice pour les vidanges.

Matériaux :

Le carter d'huile est généralement fabriqué en tôle d'acier.

II.10. Etude de la partie mobile

- **Mécanisme d'embellage :**

C'est le système qui sert à transformer le mouvement alternatif de translation du piston à un mouvement de rotation de l'arbre moteur.

Il comprend les éléments suivants :

- ✓ Le vilebrequin, chapeau de paliers.
- ✓ Bielles, chapeaux de bielles.
- ✓ Le volant moteur.
- ✓ Coussinets.
- ✓ Pistons.
- ✓ Segments.
- ✓ Cales de rattrapage de jeu.

A. Vilebrequin : arbre moteur

- **Rôle :**

Le vilebrequin sert principalement à transmettre l'énergie entre les bielles et le volant moteur. Il permet aussi :

- La mise en marche du moteur à l'aide d'un démarrer ou d'une manivelle que l'on adopte à l'extrémité.
- La commande de l'ensemble des mécanismes auxiliaires

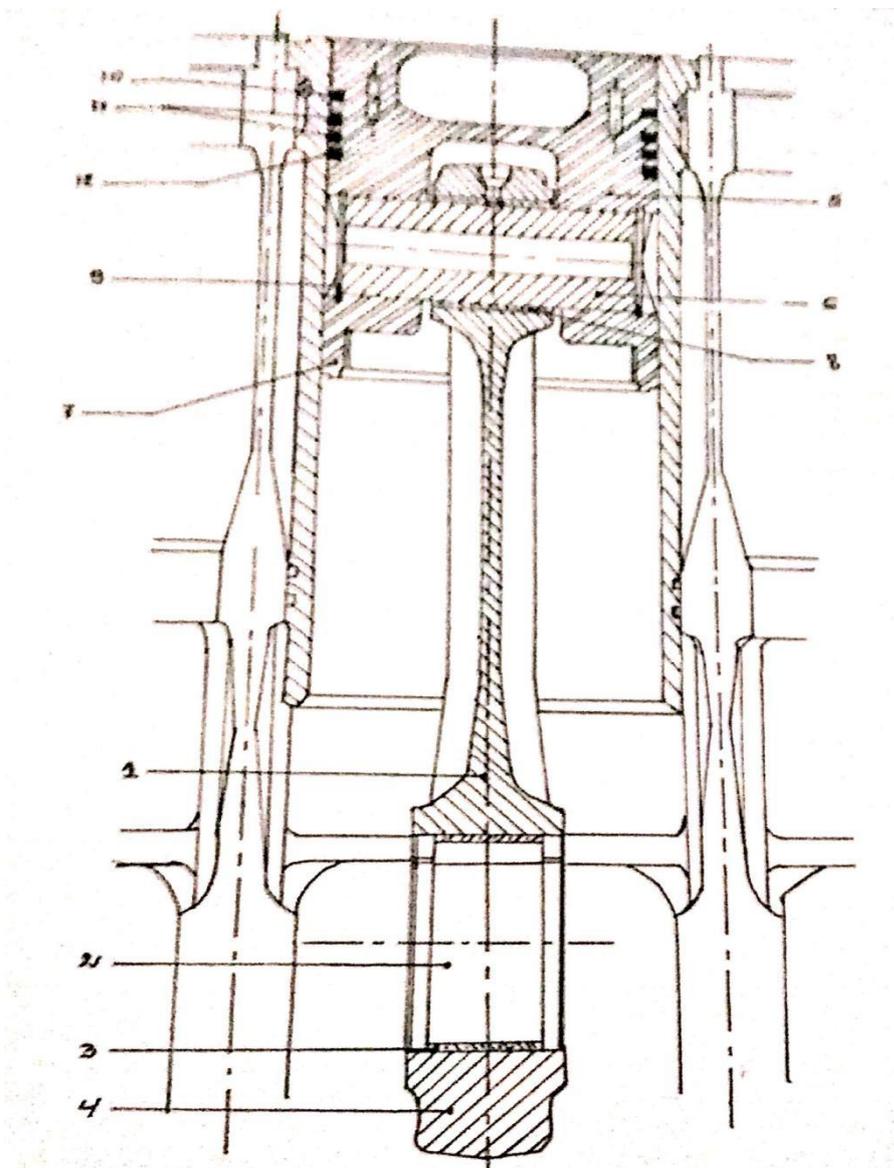
Distribution

Pompe à huile

Alternateur etc.....

- D'amener l'huile sous pression aux têtes de bielles.

● **Système d'embiellage :**



FigureII. 10 : Schéma représente le système d'embiellage du moteur diesel.

Repère	Nombre	Désignation	Matière	Observe
	1	Système d'embellage		
1	1	Bielle	Acier mi-dur au Cr-Ni	
2	1	Manetons du vilebrequin		
3	1	Coussinet		
4	1	Chapeau de palier		
5	1	Culot du piston		
6	1	Axe de piston		
7	1	Jupe de piston		
8	2	Douille de pied de bielle		
9	1	Circlips		
10	2	Segment de feu		
11	1	Segment de compression		
12		Racleur d'huile		

Tableau II.7: Désignation et la matière de construction les organes de système d'embellage du moteur diesel.

● Efforts

Le vilebrequin est sollicité aux efforts de flexion entre les paliers par lesquels il prend appui les tourillons. Et à torsion, suite au mouvement de rotation autour de son axe et aux efforts que transmettent les bielles et il s'use aux surfaces de frottements (manetons et tourillons).

B. Réalisation et constitution :

Par forage : en général, on emploie l'acier mi-dur au chrome ou l'acier mi-dur mangano-siliceux. L'arbre subit un traitement thermique après usinage. Une trempe lui donne un maximum de dureté. Un revenu est effectué entre 500° et 550°C.

Par moulage : le métal est une fonte spéciale comportant du chrome, du silicium et du cuivre et on lui subit un traitement thermique de recuit d'homogénéisation suivie d'une trempe et d'un revenu poussée.

Disposition des manetons :

Nombre de cylindres	Disposition des manetons	Nombre de paliers	Décalage ANG Du combustion
Six en ligne	120°	7	Tous les 120°

Tableau II.8 : Disposition des manetons.

C. Volant moteur :

- **Rôle :**

Le volant moteur joue un rôle de régulateur, il emmagasiné sous forme d'énergie cinétique une partie de l'énergie produite pendant la combustion pour la restituer au cours des temps résistants et donne au moteur une vitesse

Vilebrequin

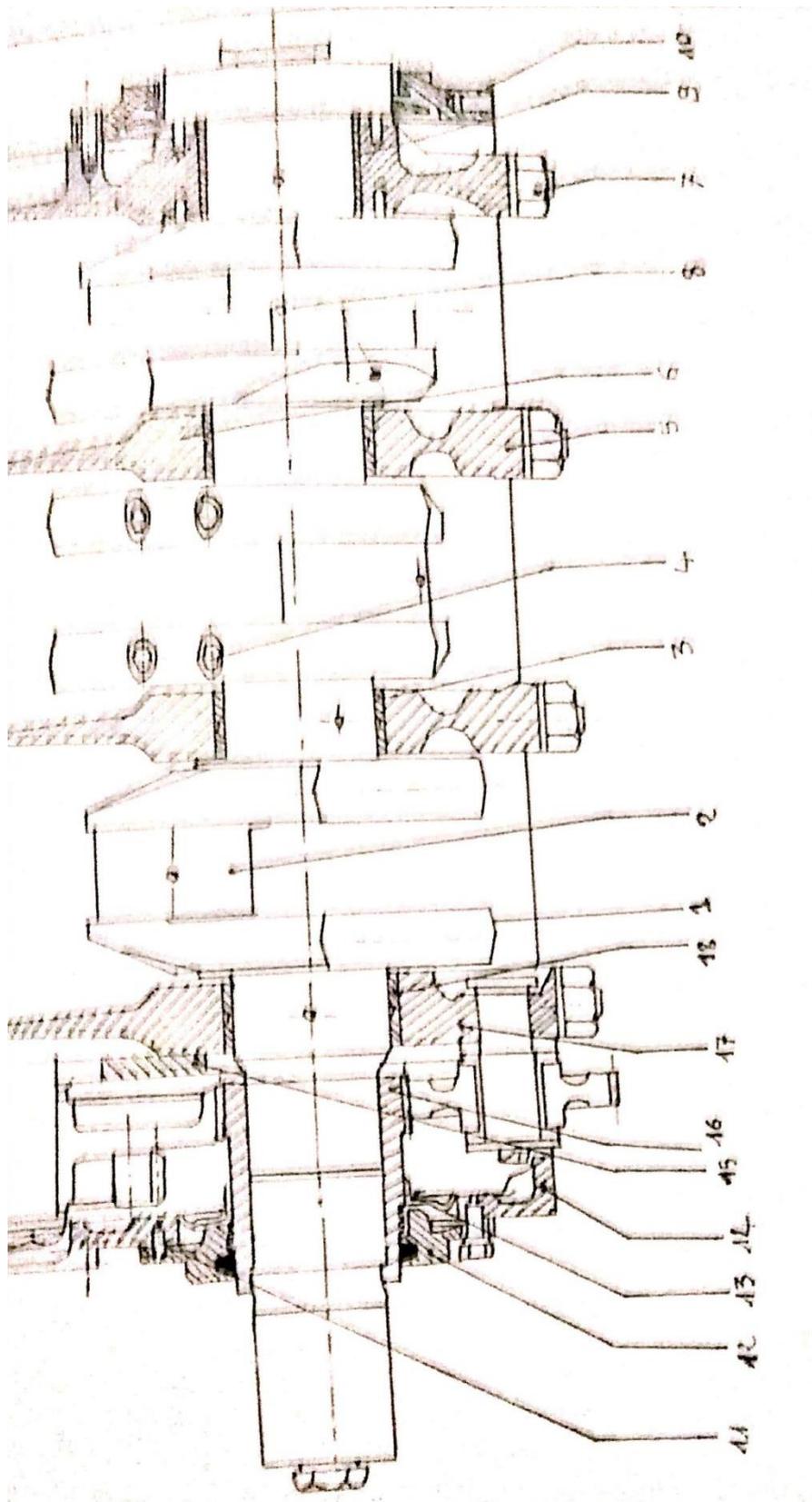


Figure II. 11 : Schéma représente la nomenclature du vilebrequin du moteur diesel.

Repère	Nombre	Désignation	Matière	Observe
1	12	Conte poids		
2	6	Manetons		
3	6	Coussinets de paliers		
4	24	Vis de contre poids	Acier	
5	5	Chapeau de palier intermédiaire		
6	1	Bâti		
7	14	Goujon de palier		
8	12	Bouchon de canal d'huile		
9	1	Coussinets de paliers côté		
10	1	Flasque arrière		
11	1	Goupille		
12	1	Bride d'étanchéité		
13	1	Déflexeur d'huile		
14	1	Carter de distribution		
15	1	Tôle de Carter distribution		
16	1	Pignon de vilebrequin		
17	1	Chapeau de palier côté distribution		
18	1	Coussinets côté distribution		
19	1	Chapeau palier côté volant		

Tableau II.9: Désignation et la matière de construction les organes de l'assemblage du volant au vilebrequin du moteur diesel.

Constante à un régime déterminé et lui permet encore de tourner au ralenti sans carter.

● Constitution

Il est fabriqué souvent en acier pour résister contre les forces centrifuges qui apparaissent lors des grandes vitesses et risquent de l'éclater.

● Montage

L'assemblage du volant au vilebrequin à une grande importance en raison des efforts répétés que la bride d'assemblage est chargée de transmettre, le moindre jeu dans la fixation se traduit par des vibrations.

● Bielles

Nombres : six

Rôle :

La bielle permet l'échange d'énergie mécanique entre le piston, animé d'un mouvement rectiligne alternatif et le vilebrequin doté d'un mouvement de rotation uniforme.

● Efforts

La bielle est soumise à une force de compression importante de compression et à une faible force d'extension lors de l'aspiration.

Donc il apparait de l'extension et de la flexion alterné au niveau de la bielle.

Pour une bonne résistance on choisit une section en I.

● Constitution

On choisit un matériau résistant à la fatigue. L'acier mi-dur au chrome-nickel permet d'ébaucher la pièce par matriçage.

● Articulations

Il existe deux articulations :

- Articulations du piston ne dépassant 45° .
- Articulations du vilebrequin décrit 360° .

Ces deux articulations subissent les mêmes efforts, mais les surface de contact travaillent à deux vitesses différentes.

Le degré d'assure et les chances de grippage peuvent être redus identique. Pour cela, on choisit la largeur de portée identique et un diamètre de tête supérieur au diamètre de pied.

Le pied est fermé car l'axe du piston peut le traverser de part en part.

La tête est en deux parties, l'une solidaire du corps, l'autre est un chapeau fixé sur la première.

D. Coussinets

- **Rôle**

Les coussinets sont usinés en deux reposant sur les paliers. Leur rôle est réduit les frottements par glissement et assurent un silence en fonctionnement et augmentent le rendement mécanique.

- **Constitution**

On utilise actuellement des coussinets de bielles et du vilebrequin minces et élastiques.

Constituées d'un support en acier sur lequel on dépose une couche de régule qui varie de 0,05 à 0,35 mm

L'expérience montre qu'une faible épaisseur de régule accroît la longévité du coussinet.

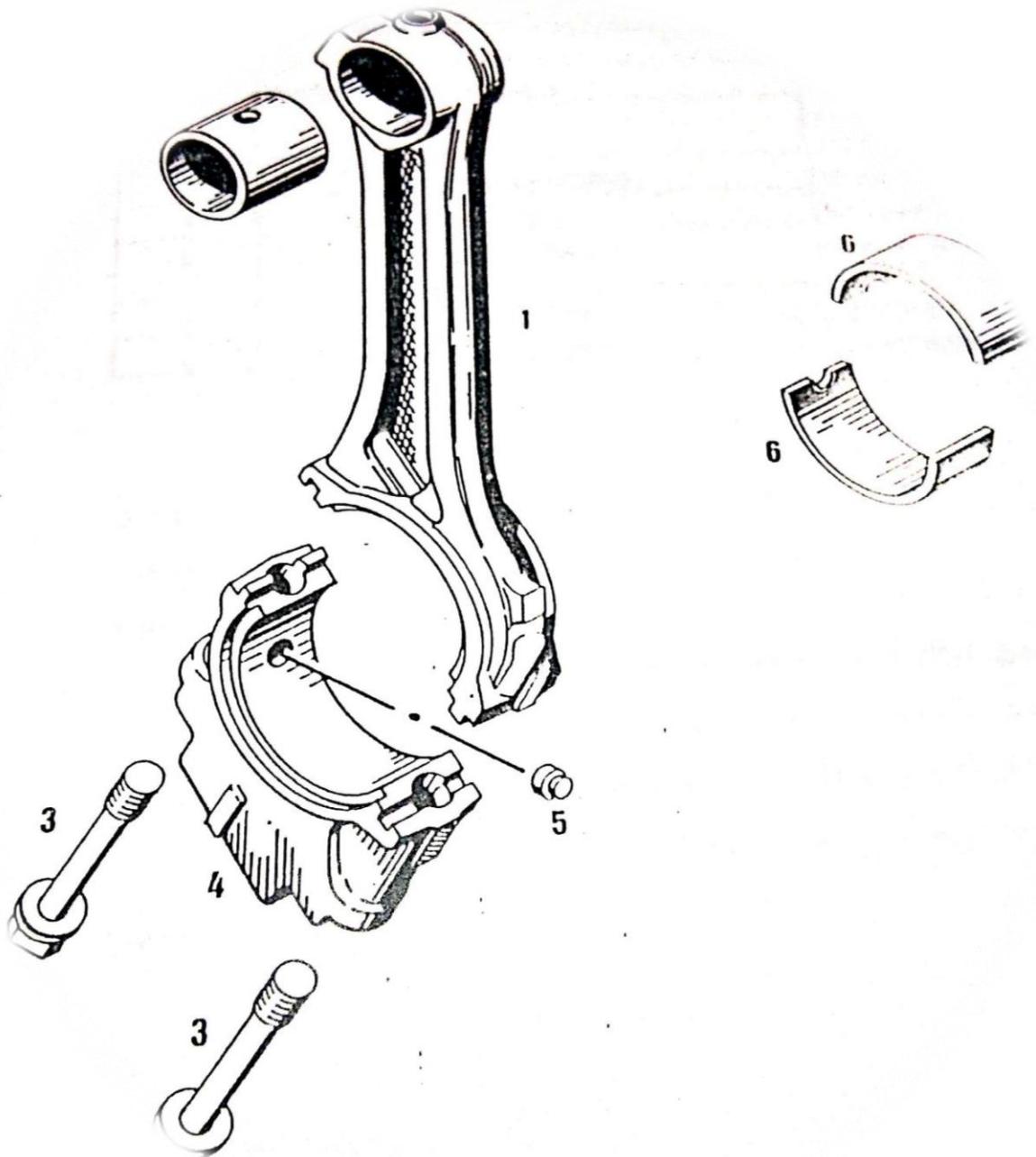


Figure II. 12 : schéma fonctionnel de la bielle.

- **Nomenclature bielle**

Repère	Nombre	Désignation	Matière	Observe
1	1	Bielle	Acier mi-dur Au CR-Ni	A8
2	1	Bague de pied de bielle	Bronze	
3	2	Bouton bielle	Acier traité	VCU2
4	1	Chapeau de bielle	Acier mi-dur Au CR-Ni	
5	5	Ergot de centrage	Acier traité	
6	1	Coussinet de bielle	Acier + régule	

Tableau II.10: Désignation et la matière de construction de la bielle du moteur diesel.

- **Piston :**

Nombre : 6

- **Rôle :**

Le piston sert à échanger l'énergie les gaz et le vilebrequin.

Pendant la détente, le piston reçoit l'énergie fournie par les gaz.

Pendant les autres temps, la bielle commande le mouvement du piston.

Le piston est animé d'un mouvement rectiligne alternatif et guidé à l'intérieur du cylindre.

- **Efforts supportés par le piston :**

Le piston est sollicité par 3 forces :

La force due à la pression des gaz. Elle est perpendiculaire à l'axe du vilebrequin.

La force due à l'axe de la bielle est dirigée sensiblement selon l'axe de la bielle.

La force due à l'action du cylindre et qui a deux composantes :

a) Une action normale au piston perpendiculaire au vilebrequin.

b) Une action tangentielle au piston.

● **Constitution :**

Le piston est ouvert du côté du carter. Il se compose de 2 parties :

1. Partie supérieure : culot

Reçoit l'action des gaz et assure l'étanchéité. Le fond est creux. Et sur la paroi extérieure, quatre gorges circulaires sont usinées pour porter les segments d'étanchéité.

2. La partie inférieure jupe :

Elle porte à l'intérieur des bossages qui transmettent la poussée du culot à l'axe d'articulation du pied de bielle.

● **Matériau :**

Le piston est en raison de la complexité des formes et le matériau doit être :

- Bon conducteur de la chaleur.
- Léger, ce qui réduit l'importance des forces d'inertie.

Pour répondre à ses exigences, on choisit les alliages légers à bases d'aluminium.

● **Axe de piston :**

Il assure l'articulation de la bielle dans le piston. Il est en acier trempé.

Il se monte dans le piston dans le pied de bielle et se bloque avec circlips pour ne pas se frotter contre le cylindre.

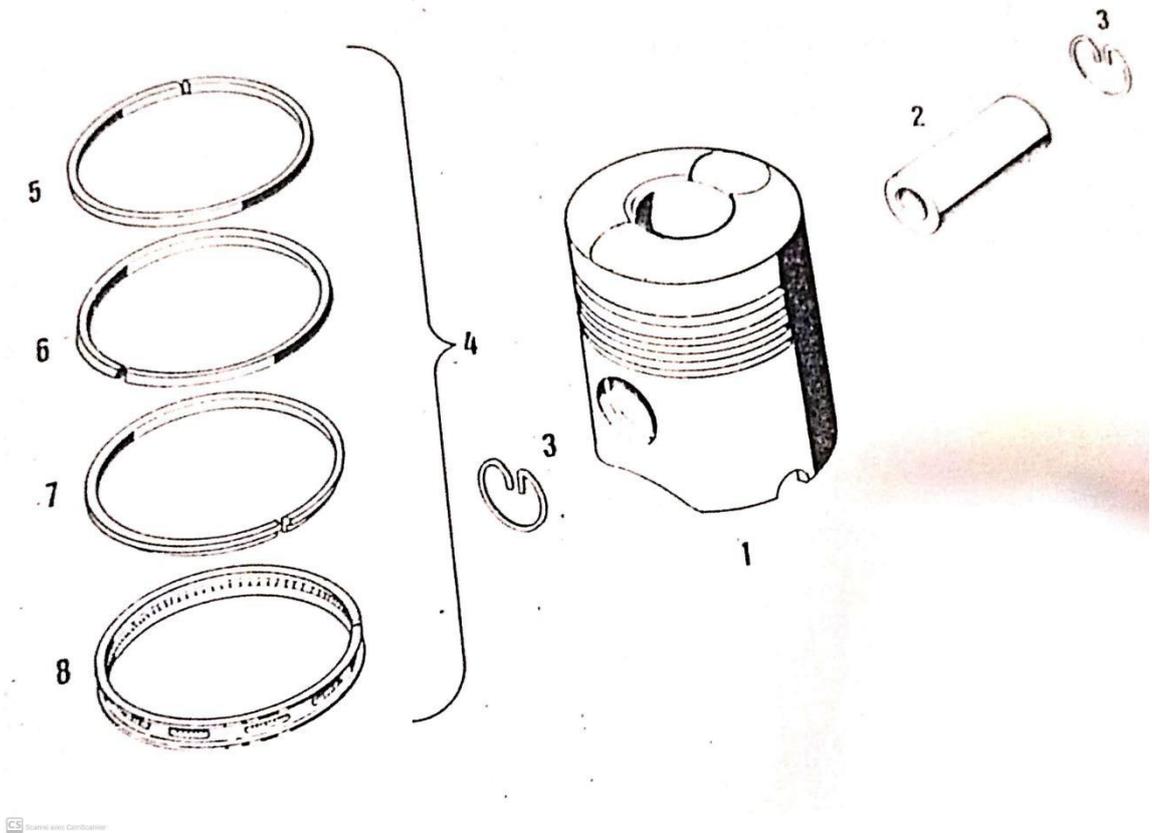


Figure II.13 : schéma fonctionnel de piston à 4segments.

Nomenclature piston :

Repère	Nombre	Désignation	Matière	Observe
1	1	Piston à quatre segments (Injection directe)	Alliage Aluminium	
2	1	Axe de piston	Acier trempé	
3	2	Circlips		
4	1	Segmentation		
5	6	Segment à section à double trapèze ou rectangulaire	Acier Chrome	
6	1	Segment	Acier au Cr Ni	
7	1	Segment	Acier au Cr Ni	
8	1	Segment racleur à lumière	Acier au chrome régule	

Tableau II.11: Désignation et la matière de construction de piston à 4 segments.

E. Segments :

Le piston porte 4 segments :

- **Rôle :**

Les segments assurent l'étanchéité entre le culot du piston et le cylindre car il existe un jeu de fonctionnement entre ses deux derniers qui varie entre 0,04 et 0,08 mm Et ils servent aussi à évacuer le chateur du piston vers les parois du cylindre par contact afin de l'évacuer vers l'extérieur.

Le lieu de coupe des segments est appelé fente.

Les fuites qui pourraient se produire à travers cet endroit sont minimisées en répartissant les fentes des 4 segments autour de la périphérie du culot.

- **Nature et matériau des segments :**

Les segments qui se montent dans les trois gorges supérieures sont appelés segments d'étanchéité.

Premier segment : il est pressé contre le cylindre et gorge du culot du piston. Il est en acier chromé. Il protège les segments de compression contre la chaleur et l'inflammation qui se produit dans la chambre de combustion.

2^{ème} et 3^{ème} segments :

Leur rôle d'assurer une meilleure compression des gaz empêchant des fuites de pression à travers le cylindre. Ils sont acier chromé au nickel.

4^{ème} segment : racleur d'huile

Son rôle est d'éviter la pénétration d'huile de graissage dans la chambre de combustion. Il est en acier avec couche de régule.

- **Système de distribution**

Est un système qui sert à relier le vilebrequin à cames et à la pompe d'injection pour permettre l'admission et l'évacuation des gaz ainsi que l'injection du combustible au moment précis.

● **Mode de transmission**

La transformation du mouvement se fait à l'aide d'un engrenage cylindrique à denture droite et à axes parallèles.

Cet engrenage comporte quatre roues dentées :

- Pignon vilebrequin.
- Pignon arbre à cames.
- Pignon intermédiaire.
- Pignon pompe d'injection.

➤ **Pignon vilebrequin**

Il se monte à l'extrémité du vilebrequin en liaison complète.

Nombre de dents Z .

➤ **Pignon pompe d'injection :**

Il se monte à l'extrémité de l'arbre d'entraînement de pompe d'injection en liaison complète.

Nombre de dents Z

Pignon arbre à cames :

Il se monte à l'extrémité de l'arbre à cames en liaison complète.

Nombre de dents Z

Systeme de distribution :

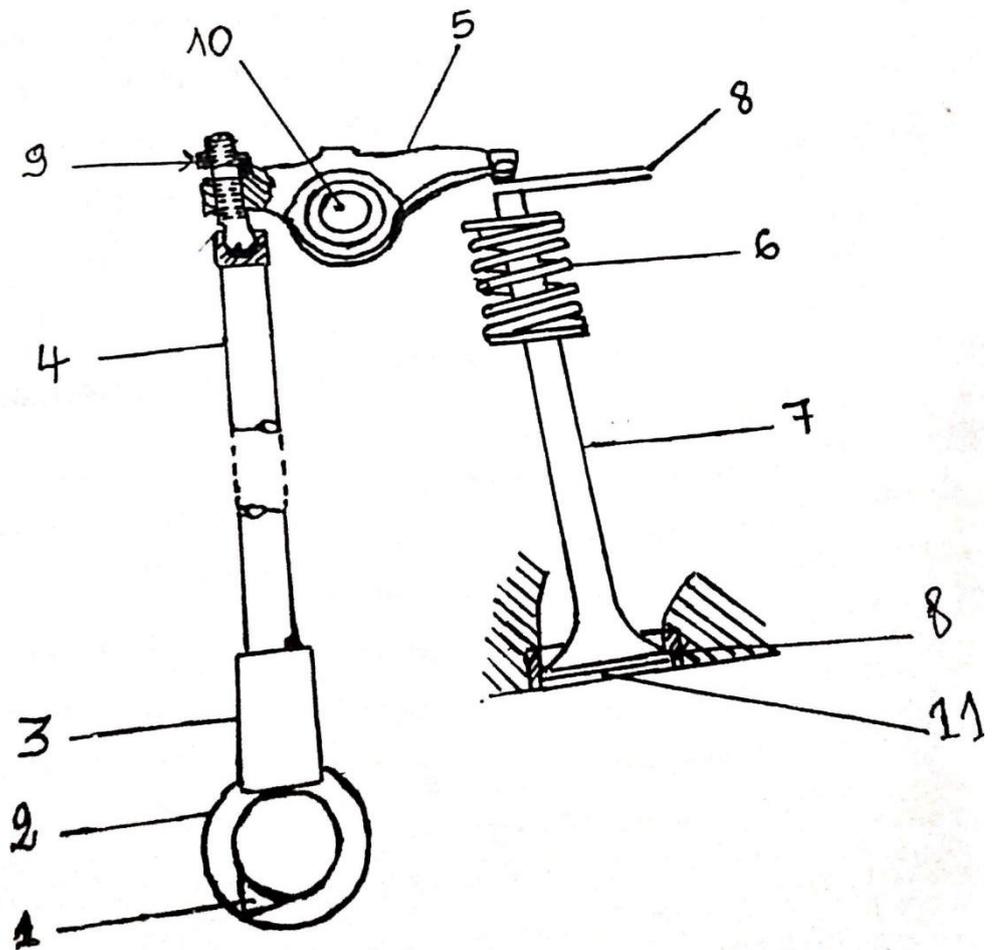


Figure II.14 : Fonctionnement du système distribution.

● Caracteristiques d'une roue denture droite :

- Module, m calcule par la résistance des matériaux.
- Nombre de dents Z : déterminé à partir de $A/B = Z_A/Z_B$
- Pas, P : $P = \pi \cdot m$.
- Saillie, h_a : $h_a = m$.
- Creux, h_f : $h_f = 1,25m$.
- Hauteur de dents, h : $h = h_a + h_f$.
- Diamètre primitif, d : $d = m \cdot Z$
- Diamètre de tête, d_a : $d_a = d + 2m$.
- Diamètre de pied, d_f : $d_f = d - 2,5m$.
- Largeur de la denture, $b = k \cdot m$
- Entraxe des 2 roues, a : $a = (d_a + d_b) / 2 = (Z_a + Z_b) / 2 \cdot m$.

Nomenclature de système de distribution

Repère	Nombre	Désignation	Matière	Observe
1	12	Came	Fonte traité	
2	1	Arbre à cames	Fonte	
3	12	Poussoir	Fonte	
4	12	Tige culbuteurs	Fonte	
5	12	Culbuteur	Fonte	
6	1	Ressort de rappel		
7	12	Tige soupape	Acier au nickel	
8		Jeux entre soupapes et culbuteurs		
9	12	Vis de réglage de jeu		
10	12	Rampe de culbuteurs	Acier	
11	12	Soupapes	Acier au Ni	

Tableau II.12: Désignation et la matière de construction les organes du système distribution.

● Principe de fonctionnement du système de distribution

L'arbre à cames reçoit le mouvement de rotation du vilebrequin à l'aide d'un engrenage cylindrique à denture droite. Les cames agissent sur les poussoirs lesquels poussent les tiges culbuteurs afin de faire osciller les culbuteurs autour de son axe de la rampe immobile.

Les becs du culbuteur en contact direct avec la tige de soupape permettent son ouverture alors que sa fermeture est assurée par le ressort de rappel.

a. Arbre à cames :

Il est fabriqué en fonte spécial et les cames solidaires sur l'arbre sont traités et rectifiés avec une grande précision. Entraîné par le vilebrequin, il tourne à demi-vitesse de rotation de ce dernier.

Il sert à commander le mouvement des soupapes par l'intermédiaire des culbuteurs et leurs tiges.

Il est supporté par sept parties qui assurent aussi son guidage.

Nomenclature arbre à cames

Repère	Nombre	Désignation	Matière	Observe
1	1	Arbre à cames	Fonte spé	
2	1	Ergot	Fonte	
3	1	Pignon de commande de l'arbre à cames	Acier mi-dur	
4	1	Rondelle		
5	1	Vis six pans extensibles		

Tableau 1.13: Désignation et la matière de construction de l'arbre à cames.

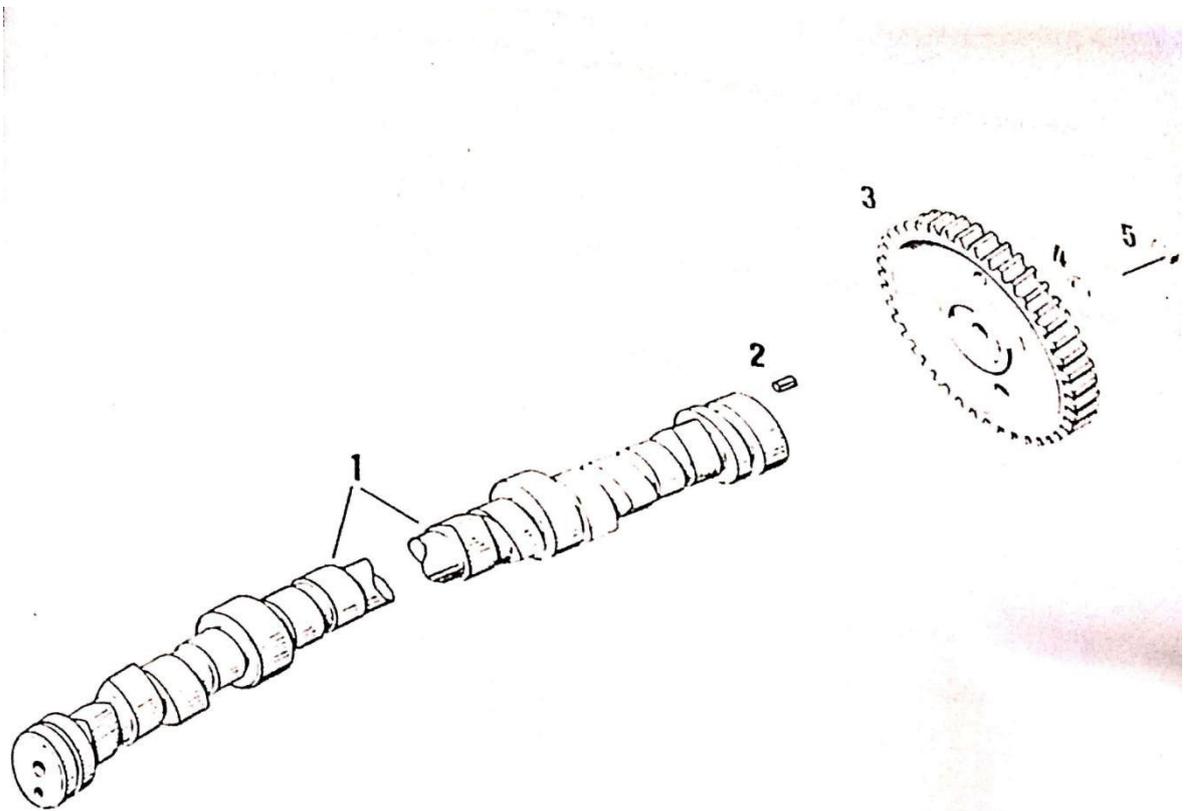


Figure II.15 : Schéma fonctionnel de l'arbre à cames.

b. Poussoirs :

Ils sont fabriqués en fonte.

Leur rôle est de transmettre le mouvement de l'arbre à cames aux lige culbuteurs.

c. Les tiges culbuteurs :

- La partie supérieure est muni d'une demi-sphère.
- Le corps.
- La partie inférieure est muni d'une cavité.

Elles servent à relier les poussoirs et les culbuteurs. La tige culbuteur comprend trois parties :

c.1. Les culbuteurs :

C'est levier qui comporte la vis de réglage de jeu et un bec. Il travaille par oscillation autour d'une rampe immobile sur des supports.

c.2. Les soupapes :

Elles assurent l'ouverture et la fermeture de l'orifice d'admission du gaz frais ainsi que l'orifice d'évacuation des gaz brûlés.

L'ouverture des soupapes s'effectue sous l'action des culbuteurs, par contre leurs fermetures est assurée par un ressort de rappel comprimé lors de l'ouverture.

Le ressort permet aussi au poussoir d'être en contact permanent avec la came.

c.3. Etanchéité :

Elle est assurée par le simple contact des surfaces coniques des soupapes et de leurs sièges qui tendent à s'emboîter l'une dans l'autre.

● **Matière :**

Le matériau utilisé est de ceux qui conservent leurs caractéristiques mécaniques aux hautes températures ou en contact avec les flammes dont la température est de presque 800°k.

La soupape d'admission, refroidie par l'air frais est en acier au nickel la soupape d'échappement est soumise au contraire à l'action des gaz brûlés. Elle

est en acier au nickel chromé résistant bien au fluage (lentes transformations à hautes températures) et à la corrosion.

Les têtes de soupapes ont une forme bombée.

- **Guides de soupapes :**

Ils assurent une assise correcte de la soupape sur son siège. C'est un cylindre creux en fonte rapporté sur la culasse et en cas d'usure on peut facilement le changer.

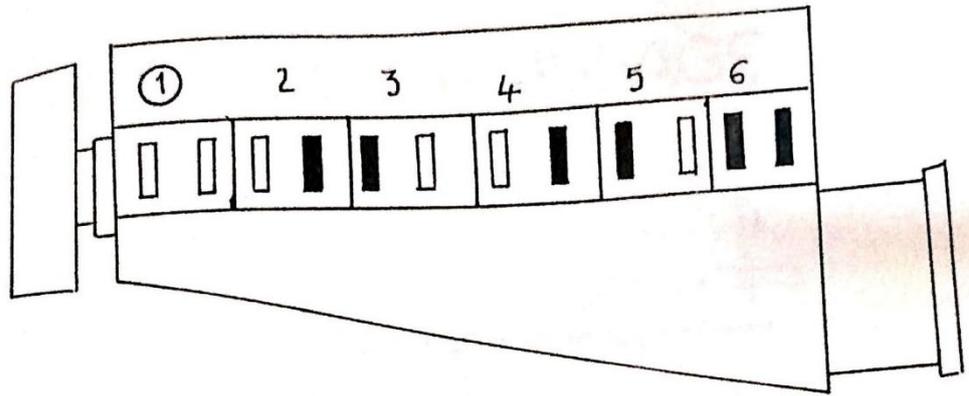
- **Réglage de jeu entre soupapes et culbuteurs :**

Le jeu correct entre le bout de la tige des soupapes d'admission et d'échappement et la surface correspondante des becs des culbuteurs est très important pour le fonctionnement du moteur diesel en raison de la compression élevée dans les cylindres.

Un jeu aux soupapes insuffisant entraîne une perte de compression, des ratés et provoque finalement le grippage des soupapes et leurs sièges.

Un jeu excessif entraînera un mauvais fonctionnement du moteur, des bruits de culbuteriez une usure rapide du mécanisme de commande des soupapes.

Pour procéder aux réglages, on vire le vilebrequin jusqu'à ce que les deux soupapes du cylindre 1 soient en bascule c'est-à-dire soupapes d'échappement pas encore fermée, soupapes d'admission commence à s'ouvrir (chevauchement) et le schéma montre les soupapes qui doivent être réglées.



puis on tourne le vilebrequin de 360°
 Maintenant les autres soupapes peuvent être réglées.

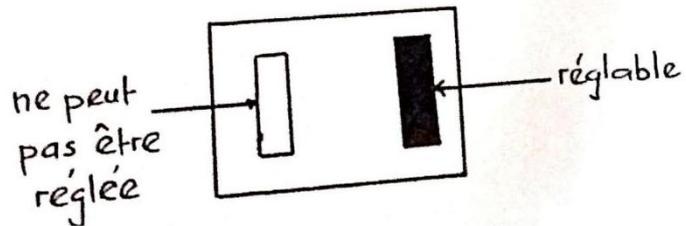
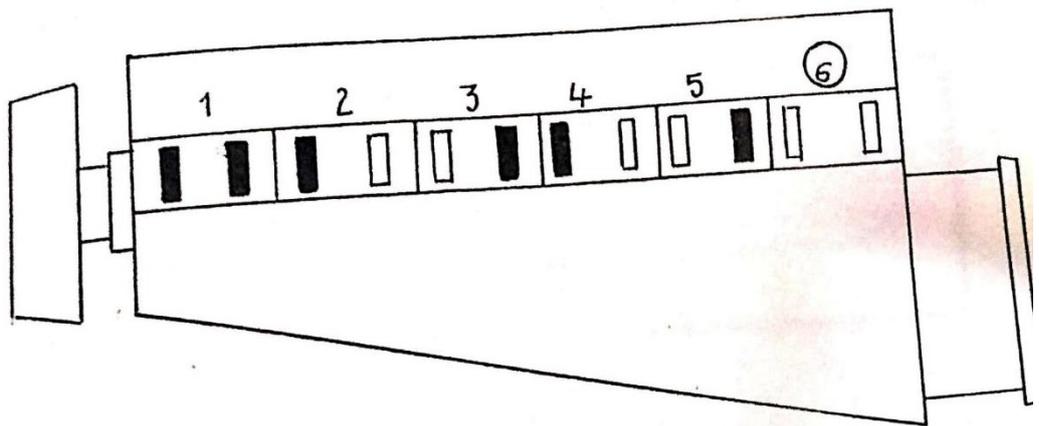


Figure II.16 : Réglage de jeu entre soupapes et culbuteurs et guides de soupapes.

● Circuit de graissage :

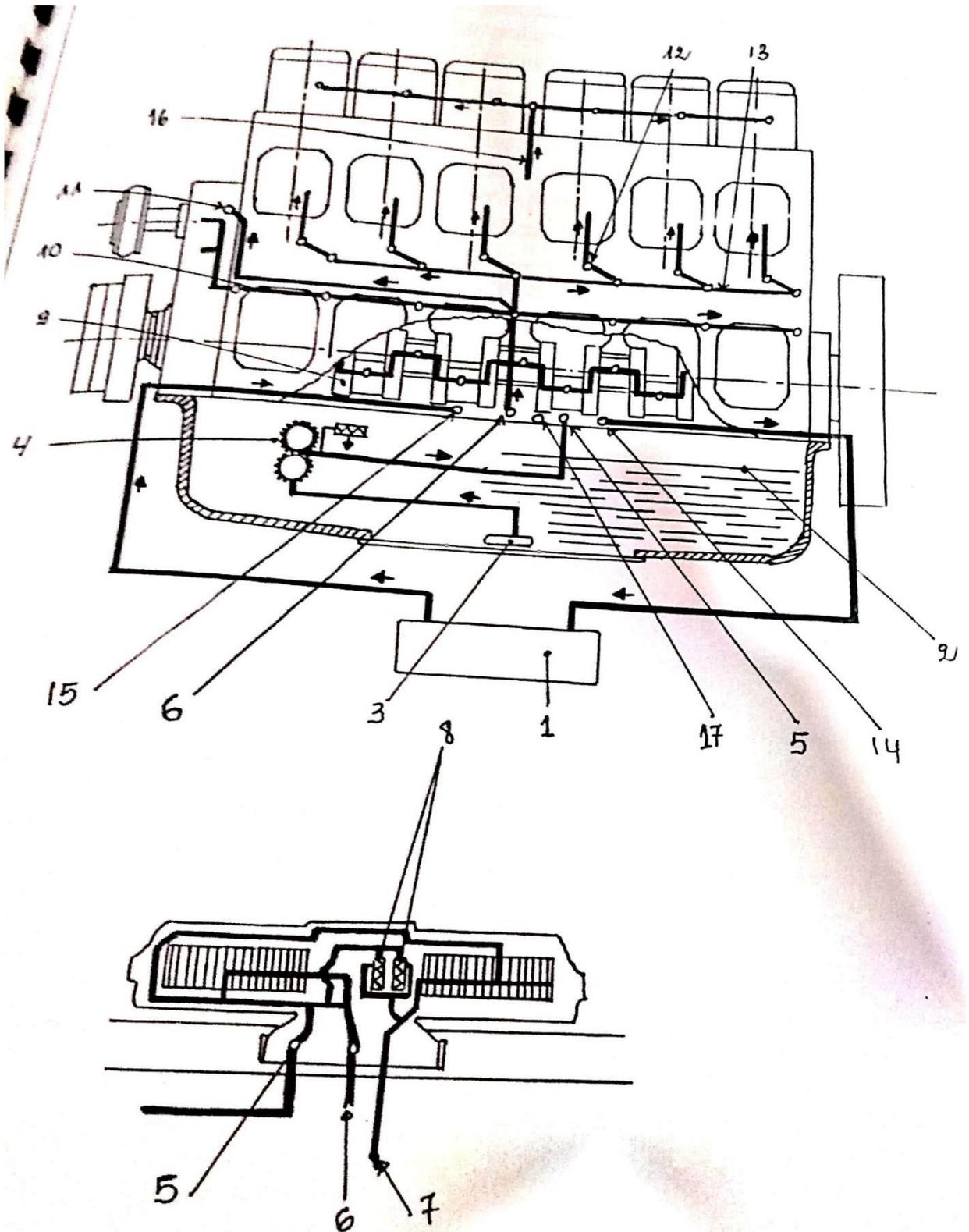


Figure II. 17 : Schéma fonctionnel représente le circuit de graissage du moteur 6 cylindres.

● **Nomenclature du circuit de graissage :**

Repère	Nombre	Désignation	Matière	Observe
1	1	Refroidissement d'huile		
2		Huile de graissage		
3	1	Crépine		
4	1	Pompe graissage		P centrifuger
5	1	Arrivée d'huile au filtre		
6	1	Rampe graissage		
7	1	Retour clapet de décharge		
8	2	Clapet de décharge		
9	1	Vilebrequin	Fonte spé	Acier mi-dur
10	1	Rampe de graissage		
11		Graissage de paliers et pignons de distributions		
12	6	Gicleurs d'huile refroidissement des pistons.		
13	1	Canal d'huile refroid, piston		
14	1	Arrivée d'huile au refroidisseur		
15		Retour d'huile au carter		
16		Graissage de culbuteriez		

Tableau II.14: Désignation et la matière de constructions les organes du circuit graissage du moteur a 6 cylindres.

● **Mode de graissage :**

Le graissage du moteur est du type à calculassions force assurée par une pompe centrifuge et des canalisations. L'entraînement de la pompe de graissage se réalise à l'aide d'un engrenage de son pignon avec celui du vilebrequin.

Graissage sous pression : la canalisation débouche entre les surfaces mobiles sous pression. C'est le cas du vilebrequin, de bielles, des pignons de distribution, de rampe des culbuteurs et de l'arbre à cames.

Graissage par projection : lorsque le mouvement est rectiligne alternatif, une canalisation débouchant à proximité des surfaces à lubrifier diriger un jet d'huile c'est le cas des cylindre et pistons, des axes des pistons, des tiges de soupapes et leurs guides.

● **Fonctionnement du circuit de graissage :**

La pompe centrifuge aspire l'huile de graissage de la cuve à travers la crépine et canalisation puis elle refoule vers le filtre d'huile sous pression.

Un excès d'huile au niveau de la pompe ou du filtre sera reconduit à la cuve à l'aide des clapets de décharge. L'huile étant filtré, sera renvoyé à travers la conduite de graissage avant qu'il empreinte les diverses canalisations vers les organes mobiles.

- ✓ Canalisation pour le graissage du vilebrequin.
- ✓ Canalisation pour le graissage de l'arbre à cames et pignon de distributions.
- ✓ Canalisation pour le graissage des pistons et cylindres.
- ✓ Canalisation pour le graissage de la culbuteriez.
- ✓ Canalisation pour le graissage de la pompe d'injection.

Après le graissage, des canalisations assurent le retour d'huile pour le renvoyer dans le refroidisseur d'huile, après le refroidissement d'huile une canalisation assure son retour à la cuve.

● **Refroidissement d'huile**

Refroidissement d'huile se réalise à l'aide d'un radiateur à ailettes.

L'huile circule dans des tubes finis en métal très bon conducteur de chaleur (cuivre ou laiton) et les ailettes garnissent les parois extérieures pour augmenter la surface de refroidissement.

Un bon graissage est indispensable dans les moteurs à refroidissement par air, car le type de refroidissement n'assure pas un bon refroidissement pour des moteurs immobiles comme le cas du moteur DEUTZ dans le groupe électrogène.

- Circuit de combustible :

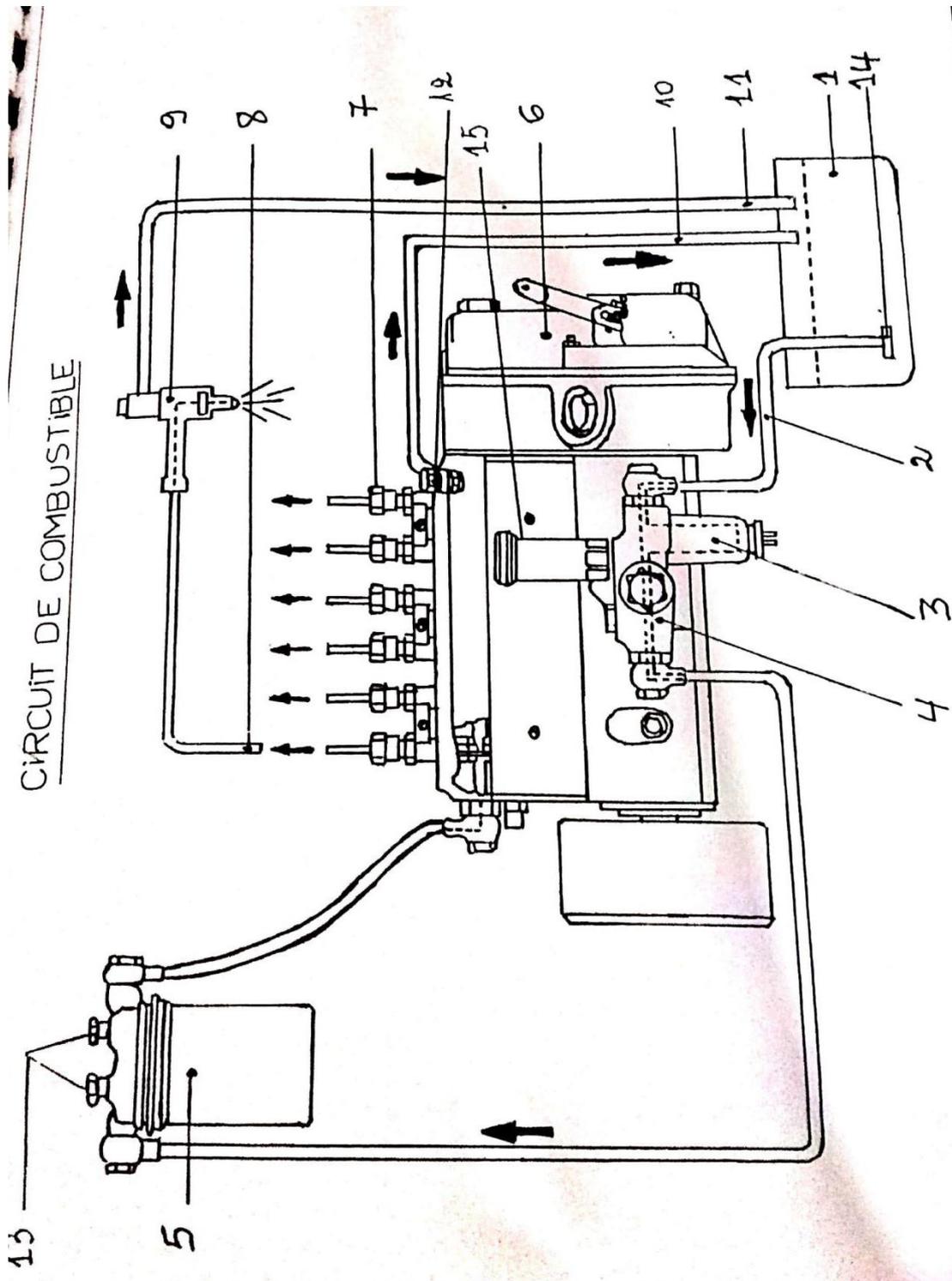


Figure II.18 : Schéma fonctionnel représente le circuit de combustible du moteur 6 cylindres.

Nomenclature du circuit du combustible

Repère	Nombre	Désignation	Matière	Observe
1	1	Réservoir du combustible	Tôle d'acier	
2	1	Conduite d'aspiration	Caoutchouc	
3	1	Préfiltre		
4	1	Pompe d'alimentation		
5	1	Filtre à combustible		
6	1	Pompe d'injection		En ligne
7	6	Raccord de refoulement	Acier	
8	6	Conduite de refoulement	Acier	
9	1	Vilebrequin		
10	1	Conduite de retour pompe d'injection réservoir	Caoutchouc	
11	1	Conduite de retour injecteur-réserve	Caoutchouc	
12	1	Soupape de trop plein		
13	2	Vis de purge d'air		
14	1	Filtre du réservoir		
15	1	Pompe d'amorçage		

Tableau II.15: Désignation et la matière de constructions les organes du circuit combustible du moteur a 6 cylindres.

● Circuit d'alimentation en combustible :

A. Fonctionnement :

La pompe d'alimentation aspire le combustible à travers le filtre du réservoir et le préfiltre et par suite elle refoule vers la pompe d'injection à travers le filtre à combustible à basse pression.

La pompe d'injection refoule le combustible les injecteurs à travers les conduites de refoulement et ils l'injectent à leurs tours dans les cylindres au

moment précis et en quantité correspondantes à une haute pression. Le combustible en excès dans la pompe d'injection et dans les injecteurs retourne au réservoir à travers les conduites de récupération.

B. Réservoir et tuyauterie :

Le réservoir est en tôle d'acier, il sert à emmagasiner le combustible, il se fixe sur le châssis et alimente le système en combustible à l'aide de la tuyauterie.

La tuyauterie qui relie le réservoir, de la pompe d'alimentation, filtre à combustible, pompe d'injection est en plastique.

Il faut éliminer toute du combustible dans cette tuyauterie pour éviter des prises d'air.

Ainsi elle doit être protéger contre tout échauffement excessif par exemple lors du soudage.

C. Pompe d'injection :

C'est une des pièces principales du système d'alimentation elle comprend beaucoup de pièces, certaines seront d'une précision importante et présentent un réglage délicat. Et son prix de revient est très élevé.

● Pompe d'injection :

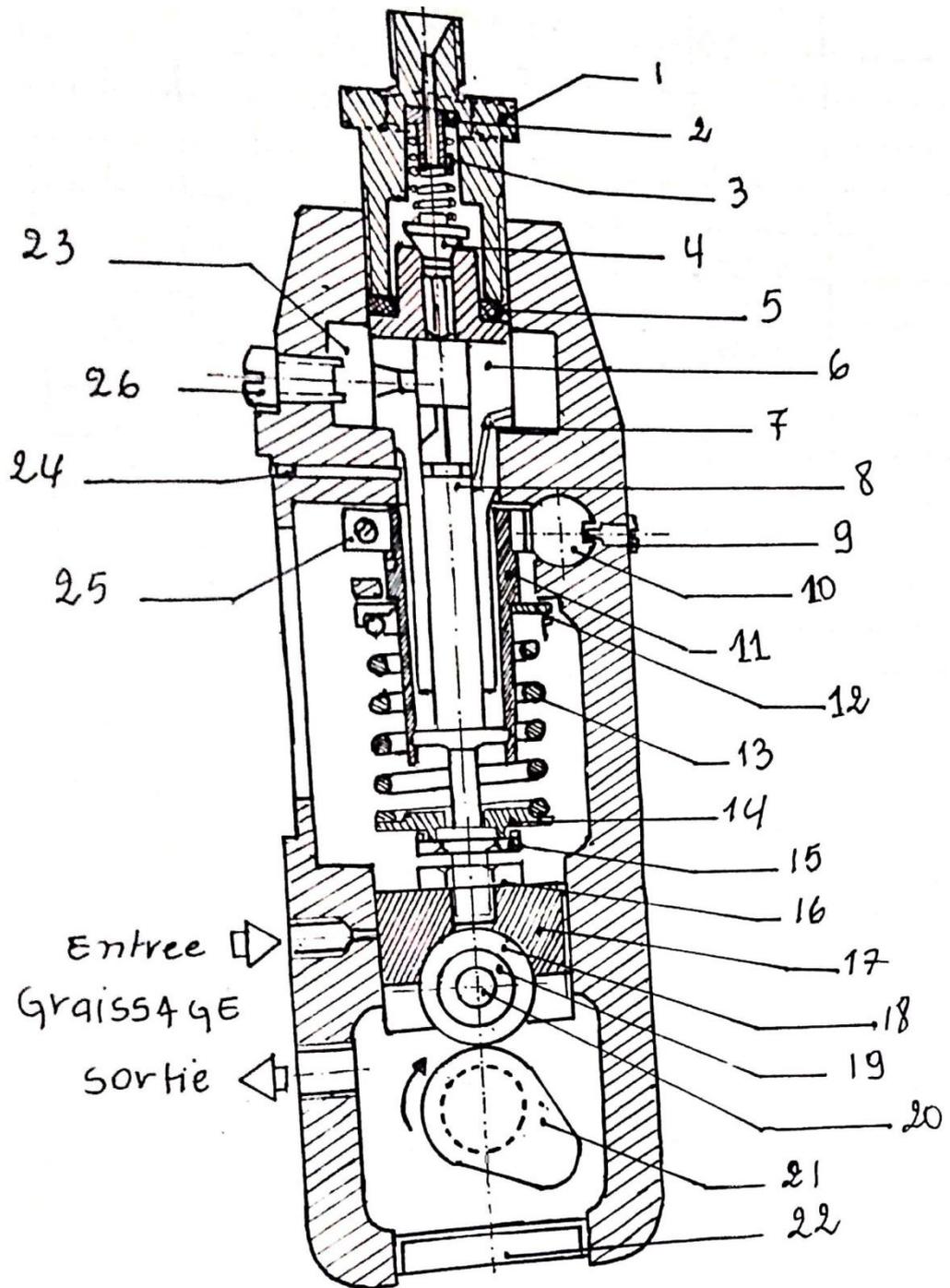


Figure II.19 :Schéma fonctionnel représente la pompe d'injection.

Nomenclature pompe d'injection :

Repère	Nombre	Désignation	Matière	Observe
1	1	Raccord de refoulement	Acier	
2	1	Réducteur de volume		
3	1	Ressort de clapet		
4	1	Clapet de refoulement	Acier	
5	1	Joint de clapet		
6	1	Chemise		
7	1	Retour de fuite	Fonte spé	
8	1	Piston	Allia Aluminium	
9	1	Vis guide	Acier	
10	1	Crémaillère		
11	1	Douille de réglage		
12	1	Coupelle supérieur		
13	1	Ressort du piston		
14	1	Coupelle inférieure		
15	1	Vis de réglage	Acier	
16	1	Contre écrou	Acier	
17	1	Poussoir	Acier	
18	1	Galet		
19	1	Coussinet	Bronze	
20	1	Axe	Acier	
21	1	Arbre à cames	Fonte spé	
22	1	Bouchon en tôle		
23	1	Galerie d'alimentation		
24	1	Pion du guidage		
25	1	Secteur denté		
26	1	Vis brise jet	Acier	

Tableau II.16: Désignation et la matière de constructions la pompe d'injection.

La pompe d'injection assure la circulation du combustible sous pression qui dépasse les 300 bars, ainsi que l'ordre de distribution aux injecteurs suivant l'ordre de fonctionnement du moteur.

La pompe d'injection est entraînée par les pignons de distribution du moteur à la moitié de la vitesse du vilebrequin.

- **Fonctionnement des éléments de la pompe :**

- A. Admission du combustible (remplissage)**

- Au P.M.B le piston découvre les orifices d'arrivée du combustible, celui-ci pénètre dans la chambre A et par la rainure verticale dans la chambre B poussée par la pression d'alimentation.

- B. Pré course :**

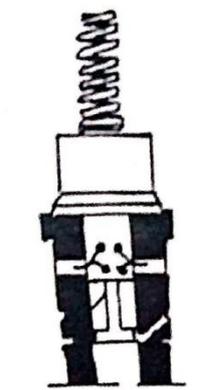
- C'est la course parcourue par le piston entre le P.M.B et le début de refoulement le piston ferme les orifices d'admission et la soupape de refoulement est fermée.

- C. Début d'injection :**

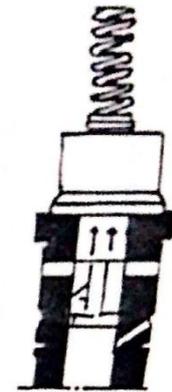
- Le piston ayant effectué la pré course, obture les orifices d'arrivée, c'est le début de refoulement et le combustible comprimé soulève le clapet de refoulement et se dirige vers l'injecteur.

- D. Fin d'injection (décharge) :**

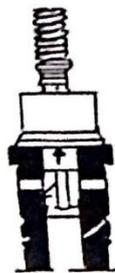
- Le piston continue son mouvement de montée et l'injection s'effectue. Dès que l'arête inférieure de la rampe hélicoïdale découvre l'orifice d'admission, la pression chute brusquement et clapet de refoulement retombe sur son siège. Le combustible dans la chambre A et B est remis à la pression d'alimentation (0,8 à 1,5 bars).



ADMISSION



PRE COURSE



REFOULEMENT



DECHARGE

Figure II.20 : Schéma fonctionnel représente le fonctionnement la pompe d'injection.

1. Principe de fonctionnement de la pompe d'injection :

L'arbre à cames agit sur le poussoir à l'intermédiaire d'un galet, le poussoir pousse le piston vers le haut, le ressort du piston assuré par la crémaillère et la douille de réglage et un secteur denté.

La compression du combustible dans la chemise par le piston ouvre le clapet de refoulement et le combustible est refoulé vers les injecteurs. Le clapet retourne sa position initiale grâce au ressort de rappel.

2. Pompe d'alimentation en combustible :

Dans notre circuit, l'aspiration du combustible du réservoir et ainsi son refoulement à la pompe d'injection à basse pression est assuré par une pompe d'alimentation à double effet.

Sa capacité est adaptée pour qu'elle dépasse les besoins du moteur, le combustible en excès est conduit de retour au réservoir à l'aide d'une soupape de trop plein sur la pompe d'injection à travers des conduites du retour.

La pompe d'alimentation est commandée par l'arbre à cames de la pompe d'injection à l'aide de deux cames. Elle est munie d'un préfiltre pour se débarrasser des grosses impuretés.

3. Fonctionnement de la pompe d'alimentation :

L'arbre à cames de la pompe d'injection tourne et repousse le poussoir qui agit sur une tige de poussée qui comprime à son tour le ressort du piston. Lorsque le piston est poussé contre le ressort, il refoule le combustible par la première soupape de refoulement et aspire au même temps du combustible du réservoir par la première soupape d'aspiration.

L'arbre à came tourne encore, le ressort pousse le piston en arrière, alors le combustible est refoulé par la deuxième soupape de refoulement et aspire au même temps le combustible par la deuxième soupape d'aspiration. Pour chaque rotation de l'arbre à came, la pompe d'alimentation pompe ainsi le combustible quatre fois.

4. Régulateur :

Pour une modification de la charge appliquée sur des moteurs DIESEL, il est nécessaire de faire varier la quantité de combustible injecté afin que la vitesse de rotation soit constante.

5. Dispositif de démarrage à froid :

Pour le démarrage à froid du moteur DEUTZ le dispositif thermostat.

Ce dispositif comporte une bougie, un injecteur de combustible et une électrovanne.

Ce dispositif n'abaisse pas seulement la température limitée de lancement, mais facilite également le lancement à des températures pour

lesquelles une assistance de démarrage n'est pas nécessaire, ce dispositif permet en outre d'éviter les fumées blanches.

6. Principe :

Le dispositif thermostat réchauffe l'air de combustion en brûlant de petites quantités de combustibles à l'aide d'une bougie située à l'entrée du collecteur d'admission.

Le début de combustible en provenance de la pompe d'injection est contrôlé par l'électrovanne.

7. Filtre à combustible :

En raison de la grande précision d'usinage de la pompe d'injection, ainsi que celle exigée par les injecteurs, il est nécessaire d'éliminer par un filtrage les plus fines particules de poussières ou d'autres matières incorporées dans le circuit.

Le filtre à combustible comporte une cuve, une cartouche de cartouche enroulé en spirale, un couvercle, un joint d'étanchéité, une vis d'aération et un tube interne.

8. Fonctionnement :

Le combustible est pompé par la pompe d'alimentation vers l'entrée du couvercle du filtre, il est canalisé vers la partie supérieure du filtre, puis vers le bas à travers le filtre, enfin vers la canalisation de sortie.

9. Les injecteurs :

L'injecteur est un organe de haute précision qui assure la pulvérisation et la répartition du combustible dans la chambre de combustion.

Le combustible est refoulé par un canal du filtre tige vers l'injecteur, le mouvement de l'aiguille de l'injecteur est réglé par la pression du combustible et la force du ressort de pression.

Lorsque le combustible venant de la pompe d'injection atteint une pression déterminée (pression d'ouverture), l'aiguille de l'injection se soulève débit de l'injection et le combustible est injecté en forme pulvérisé dans la chambre de combustion du moteur par les trous d'injection.

Le combustible qui finit entre l'aiguille et le corps est conduit de retour au réservoir par la conduite de retour raccordée à l'injecteur et se limite précisément le début et la fin de l'injection.

10. Calage de la pompe d'injection :

La pompe d'injection doit être calée de façon à ce qu'une quantité correcte de combustible soit injectée dans chaque cylindre au moment précis pendant le cycle de fonctionnement.

Cette opération est subordonnée à deux conditions préalables :

- Connaitre l'ordre d'injection des cylindres du moteur.
- Placer le piston d'un cylindre à la position que convient (fin compression).

11. Procède de calage :

On tourne le vilebrequin dans le sens de fonctionnement imposé, en observant le mouvement des soupapes ou des culbuteurs d'un des cylindres extrêmes afin de placer les soupapes du cylindre opposé au cylindre choisi en bascule (chevauchement).

- Placer le piston n° 1 de la pompe au début d'injection apparent (cylindre côté entraînement).
- Alimenter la pompe en combustible, purger puis placer la crémaillère en plein débit.
- Débrancher le raccord d'injection du cylindre à caler, puis tourner l'arbre à came de la pompe dans le sens imposé.
- A l'instant précis où le gas-oil montre dans le raccord de refoulement, le débit d'injection est atteint.
- Puis on connecte le raccord d'injection du cylindre calé avec le premier piston de la pompe.
- Puis on connecte les autres pistons de la pompe avec les autres cylindres du moteur en suivant l'ordre de fonctionnement du moteur.

Chapitre III

Dossier Entretien

III.1. Présentation de l'entretien

III.1.1. Définition de la maintenance

D'après A.F.N.O.R. NF X60-010 la maintenance est définie comme étant un ensemble d'actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifique ou en mesure d'assurer un service bien déterminé.

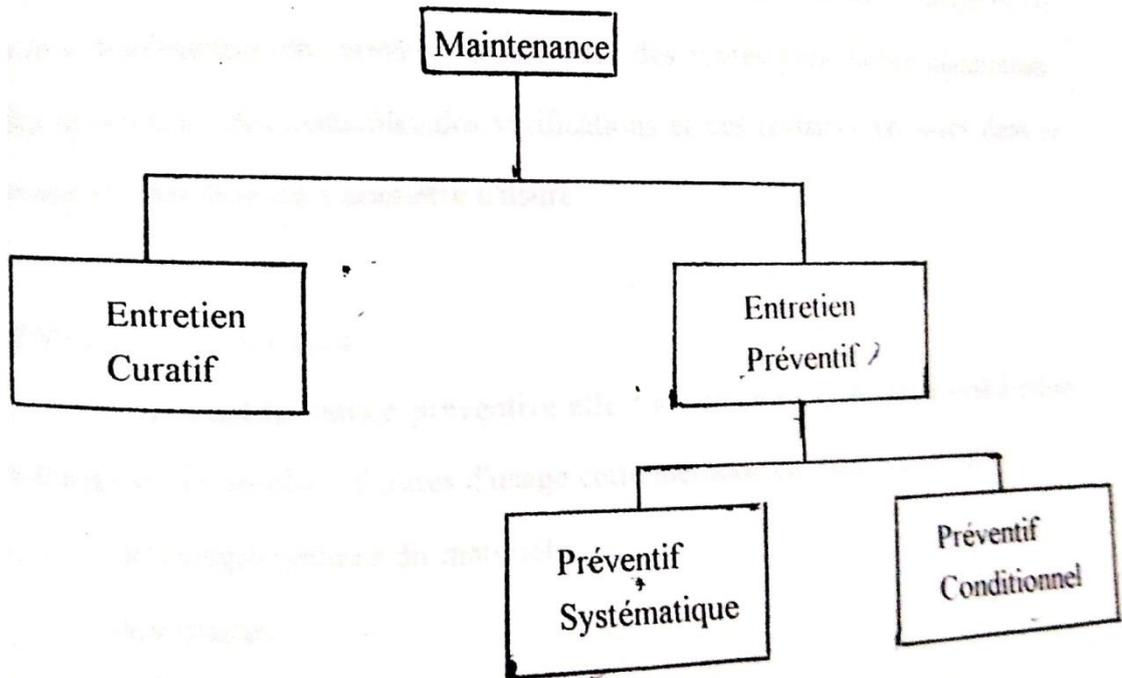


Figure III.219: L'organigramme de la maintenance.

A. Entretien curatif X60-010

La maintenance curatif (corrective a pour tout but de redonner au matériel des qualités nécessaires à son utilisation, elle effectuée après défaillance.

B. Entretien préventif

C'est la maintenance qui permet d'éviter des défaillances matérielles en cours d'utilisation, elle consiste à effectuer des visites périodiques comprenant des opérations, des contrôles, des vérifications et des révisions en allant dans le temps en fonction du paramètre d'usure.

B.1. Préventif systématique :

Est la maintenance préventive effectuée selon un échancier établi selon le temps où le nombre d'unités d'usage cette méthode consiste à connaître :

- Le comportement du matériel.
- Les usures.
- Les modes de dégradations.

B.2. Préventif conditionnelle :

Est la maintenance préventive subordonnée à un type d'événement prédéterminé (auto-diagnostique, information d'un capteur, mesure d'une usure, ...).

Elle se caractérisé par la mise en évidence des points faibles.

B.2.1. But du préventif :

- Augmenter la durée de vie du matériel.
- Diminuer la productibilité de défaillance en service.
- Diminuer le temps d'arrêt en cas de révision ou de panne.
- Prévenir et prévoir les interventions de la maintenance corrective coûteuses.
- Permettre de décider la maintenance dans des bonnes conditions.
- Améliorer les conditions de travail du personnel.
- Supprimer les causes d'accidents graves.

B.2.2. Paramètres d'usure :

Le paramètre d'usure est une grandeur physique de fonctionnement qui indique de manière significative l'ensemble des usures et dégradations du matériel.

Le paramètre d'usure retenu est l'heure de fonctionnement qui est la valeur la plus significative car le moteur fonctionne dans état immobile et sa production ne peut exprimer en quantité.

B.2.3. Conduite et entretien du moteur diesel :

Pour maintenir le moteur Diesel dans ses capacités de production, il faut l'utiliser conformément aux prescriptions de sa conduite et sa surveillance en

fonctionnement et durant la période d'arrêt, ainsi que l'entretien courant en permanence pendant son utilisation.

L'opérateur ou l'utilisateur du moteur diesel doit avoir une connaissance parfaite sur l'utilisation du matériel, et également sur les petites opérations d'entretien courant.

Pour permettre à ce dernier de remplir sa fonction il doit avoir à sa disposition tous les moyens nécessaires en lot de bord en ingrédient et en support technique comportant les modes d'utilisations et les modes opératoires.

Pour pouvoir entretenir un moteur diesel à long terme et de suivre son paramètre d'usure dans le temps, il faut programmer un entretien préventif conditionnel et pour appliquer ce mode d'entretien, le moteur dispose de voyant pour signaler certaines anomalies lors de fonctionnement comme :

- Echauffement.
- Manque d'huile.

B.2.4. Classification du préventif :

L'entretien préventif est réparti en 3 degrés.

Entretien du conducteur, entretien sur chantier, entretien en atelier.

➤ **Entretien du 1^{er} degré :**

Consignes permanentes : son des opérations exécutées par le conducteur (opérateur) du matériel sur le lieu de travail. Elles sont établies par la section méthode suivant les prescriptions et les données du constructeur. Elles sont affichées sur le matériel dans des endroits visibles, elles sont contrôlées aussi au cours des opérations du 2^{ème} et 3^{ème} degré.

➤ **Entretien du 2^{ème} degré :**

Visites périodiques : ce sont des opérations liées au paramètre d'usure, nécessitent un minimum de moyens en spécialité, en outillage, en pièce de rechange et en ingrédients, englobent toutes les visites de fréquence différentes, cet entretien est établi suivant les prescriptions et les données du constructeur et l'expérience du service d'entretien. Les opérations sont exécutées par une polyvalente sur chantier.

➤ **Entretien du 3^{ème} degré :**

Révision générale et réparation.

Elles sont déclenchées à la suite de l'étude des fiches d'expertise par la section méthode en suivant les anomalies constatées au chantier sur le matériel. Ces opérations nécessitent des moyens de réalisation important, elle effectuées aux ateliers par le service de réalisation composé de différentes sections possédant des spécialités diverses et des équipements diverses.

8000					X
4000				X	
2000			X		
1000		X			
500	X				
	A	B	C	D	Révision générale

Tableau III.17: Classification préventif de la maintenance moteur diesel.

Désignation de l'U.I Moteur Deutz F6L913		Visite type A		
Organe	Opérations	Moyen	Equipe	Observe
Moteur	- Vidange d'huile de lubrification.	Manuel	1 Meca	
	- Changer les éléments du filtre à l'huile.	Manuel	1 Meca	
	- Vérification de tension des courroies de la turbine ainsi que de l'alternateur.	Manuel	1 Meca	
	- Vérifier l'étanchéité des circuits d'huile et du combustible.	Manuel	1 Meca	

Tableau III.18: Entretien du 1^{er} degré.

Désignation de l'U.I Moteur Deutz F6L913		Visite type B		
Organe	Opération	Moyen	Equipe	Observe
Moteur	-Vérification du jeu de marche aux culbuteurs.	Manuel	1 Mekan	Léger si nécessaire
	-Nettoyage de la tension de la pompe d'alimentation.	Manuel	1 Meca	
	-Changement du filtre à combustible.	Manuel	1 Meca	Changer si nécessaire
	-Vérification et nettoyage du filtre à air à éléments sec.	Manuel	1 Meca	

Tableau III.19: Entretien du 2^{er} degré.

Désignation de l'U.I Moteur Deutz F6L913		Visite type C		
Organe	Opération	Moyen	Equipe	Observe
Moteur	- Vérification de l'alternateur.	Manuel	1 électricien	Rénover si nécessaire
	- Vérification du démarreur.	Manuel	1 électricien	
	- Vérification de l'avertisseur en cas de ruptures des courroies.	Manuel	1 électricien	
	- Vérification du système thermostat (démarrage à froid)	Manuel	1 électricien	Réparer si nécessaire

Tableau III.20: Entretien du 3^{er} degré (vérification).

Désignation de l'U.I Moteur Deutz F6L913		Visite type D		
Organe	Opération	Moyen	Equipe	Observe
Moteur	- Vérification des injecteurs.	Manuel	1 Meca	Changer s'il est défectueux
	- Vérification de la fixation des collecteurs d'admission et d'échappement.	Manuel	1 Meca	Resserrer si nécessaire
	- Contrôle de l'avertisseur en cas de surchauffé des culasses.	Manuel	1 électricien	
	- Contrôle des conduites d'aspiration et du refoulement du combustible.	Manuel	1 Meca	Changer en cas d'encrassement

Tableau III.21: Entretien du 3^{er} degré (réparation).

AIR ALGERIE	CHECK LIST DE DEPANNAGE	
PANNES	CAUSES	REMEDES
<p>1) Le moteur part mal ou ne part du tout.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Machine opératrice non débrayée (si débrayage possible). - Température ambiante au-dessous de la température limite de démarrage procédé de démarrage à froid non respecté. - Levier d'arrêt de la pompe d'injection n'est pas en position « marche ». - Le levier d'accélération n'est pas en position de démarrage. - Mauvaise qualité d'huile de graissage. - Réservoir de combustible vide. - Robinet du réservoir de combustible fermée. - Air dans le circuit de combustible. 	<ul style="list-style-type: none"> - Débrayage. - Respecter le procédé de démarrage à froid. - Mettre le levier en position marche. - Mettre le levier d'accélération M 1/4 de position. - Choisir la qualité d'huile. - Remplir le réservoir ouvrir le robinet. - Purger le circuit de combustible.

Tableau III.22: Check liste de dépannage du moteur Deutz f6l913.

AIR ALGERIE	CONSIGNES PERMANENTES							
DESIGNATION : DE L'UI MOTEUR DEUTZ : F6L913								
	Objet de l'EMMEN	Fréquence			Equipe	Moyens	Arrêt	March
		J	H	M				
Moteur	- Vérifier le niveau d'huile.	×			Mécano	Visuel (jauge)	×	
	- Nettoyer et vérifier le système de refroidissement.			×	Mécano	Manuel	×	
	- Vérification du séparateur sur filtre à combustible et vidange de l'eau.			×	Mécano		×	
	- Vérification du niveau de l'électrolyte de la batterie.			×	Electricien	Manuel	×	
						Manuel		

Tableau III.23: Check liste de dépannage du moteur Deutz f6l913.

CHECK LIST DE DEPANNAGE		
PANNES	CAUSES	REMEDES
	<ul style="list-style-type: none"> - Filtre de combustible encrassé. - Conduite de combustible encrassé. - Pompe d'alimentation en combustible défectueuse. - Faux joint d'injecteur. - Débit d'injection mal réglé. - Batterie défectueuse ou non chargée. - Raccordement des câbles détachés aux oxydes dans le circuit de démarrage. - Démarreur défectueux, ni le pignon n'engrené pas. - Assistance de démarrage à froid défectueuse. - Jeu de marche aux culbuteurs ni correct ou soupapes usées. 	<ul style="list-style-type: none"> - Changer le filtre - Changer les conduites. - Changer la pompe. - Changer les injecteurs. - Changer le joint. - Régler le débit d'injection. - Changer la batterie si elle est défectueuse, il faut le changer. - Dessouder et réaccorder les câbles. - Rénover ou changer le démarreur. - Rénover le système de démarrage à froid. - Régler le jeu de marche aux culbuteurs.

Tableau III.24: Check liste de dépannage du moteur Deutz f6l913.

CHECK LIST DE DEPANNAGE		
PANNES	CAUSES	REMEDES
- L'avertisseur de température répond.	<ul style="list-style-type: none"> - Compression trop faible. - Cylindre ou segment de piston usé. - Niveau d'huile trop bas. - Niveau d'huile trop haut. - Filtre à air en crassé. - Collecteur d'aspiration et/ou échappement non étanche. - Contre pression à l'échappement trop élevé. - Injecteur défectueux. - Début d'injection mal réglé. - Correcteur d'avance défectueux. - Débit d'injection trop élevé. - Thermostat du réfrigérant d'huile défectueux. 	<ul style="list-style-type: none"> - Changer le jeu de segment. - Rectifier ou changer le cylindre ainsi les segments. - Rajouter d'huile. - Enlever la quantité en plus. - Changer les filtres. - Changer les joints d'étanchéité - Changer les injecteurs défectueux. - Recaler la pompe d'injection. - Changer le correcteur. - Régler le débit. - Changer le thermostat.

Tableau III.25: Check liste de dépannage du moteur Deutz f6l913.

Chatre IV

Diagnostic de la Défaillance

IV.1. Analyse de la défaillance

Après l'acquisition et l'utilisation des groupes électrogènes équipés de moteurs Deutz de type F6L 913, une panne imprévue s'est produite sur un moteur.

Après les premières observations et la consultation des documents du dossier historique de ce moteur ainsi que d'autres moteurs du même constructeur, l'identification et localisation de la panne restaient difficiles car aucune panne de ce genre n'a été enregistrée sur ce type de moteur.

Alors la procédure de démontage de ce moteur s'est imposée pour identifier et localiser cette panne.

Après le démontage, la panne s'est localisée au niveau de l'arbre à cames et il s'agissait d'une rupture au niveau du 2^{ème} cylindre.

IV.2. Cinématique d'arbre à cames

L'arbre à cames est entraîné par le vilebrequin à demi-vitesse de ce dernier.

L'arbre à cames transforme son mouvement de rotation à un mouvement alternatif de translation des soupapes.

L'arbre à cames est supporté et guidé par quatre paliers à coussinets.

Causes possibles pour la rupture d'un arbre à cames :

Certains facteurs ou causes peuvent engendrer la rupture d'un arbre à cames, comme :

- ✓ Différence de sections (diminution de la section dans une partie de l'arbre) et elle résultera de :
 - Manque de matière.
 - Présence de bulles d'air.
- ✓ Mauvaise lubrification de l'arbre.
- ✓ Interpose des chapeaux de paliers de l'arbre.
- ✓ Coincement d'une soupape à la fermeture.
- ✓ Couple au démarrage très important.

IV.2.1. Différence de section

Cette différence de section peut arriver lors du moulage de l'arbre à cames.

Comme l'arbre à cames est fabriqué en fonte grise le point de fusion est très élevé, pour son moulage on utilise des moules en sable.

- **Présence de bulles d'air**

Un moule en sable comporte en générale et au minimum deux parties un châssis supérieur et un châssis inférieur et la surface de contact des deux châssis constitue le joint de moule. Et les deux châssis comportent deux grandeurs différentes (un grand, l'autre petit).

Après le remplissage de la matière fondue, on procède à la solidification.

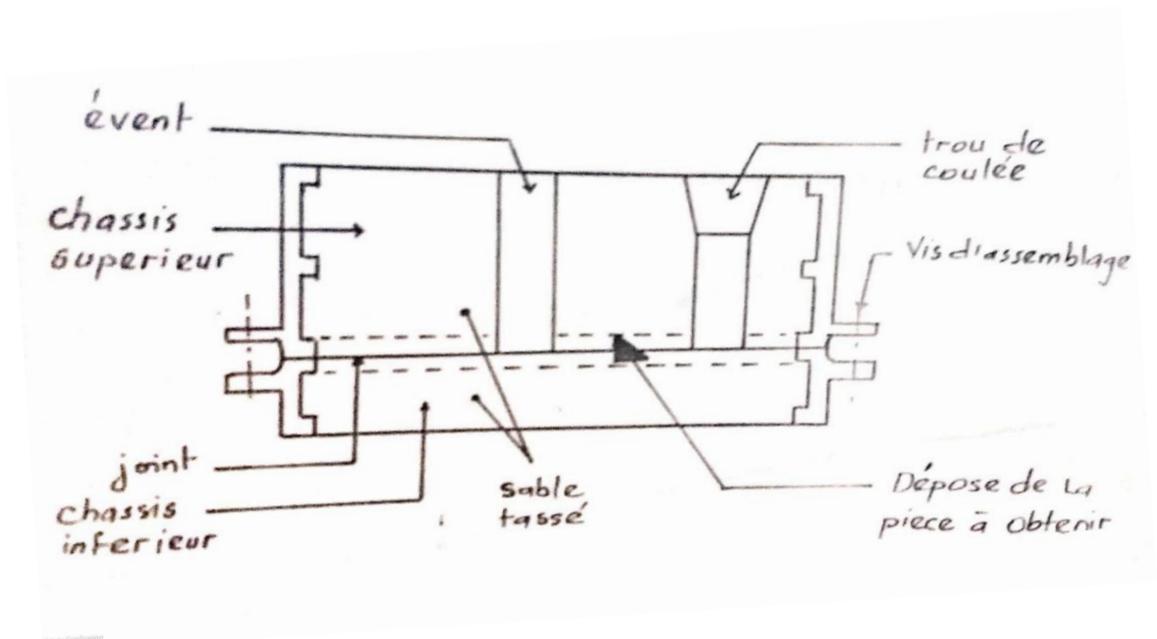


Figure IV.22: schéma de construction d'arbre à cames par moulage en sable.

- **Moule en sable**

Si les ouvertures ne permettent pas l'évacuation complète des gaz (vapeurs), alors ces gaz resteront sur la section de l'arbre et représenteront après solidification des bulles d'air.

Si la partie supérieure de l'arbre s'est refroidie plus rapidement que la partie du châssis inférieur les gaz ne pourront pas traverser cette partie déjà d'air après solidification.

- **Manque de matière :**

Le remplissage correct et complet des moules en sable représente des difficultés car on doit connaître le diamètre minimal ou (diamètre critique) qui est le diamètre au-dessous de lequel on peut assurer que le métal remplisse entièrement le moule de l'arbre.

La grandeur de ce diamètre critique est déterminée pour les aciers et les fontes, en fonction de la longueur de la pièce à mouler.

Et ce graphique nous permettra de déterminer cette valeur critique :

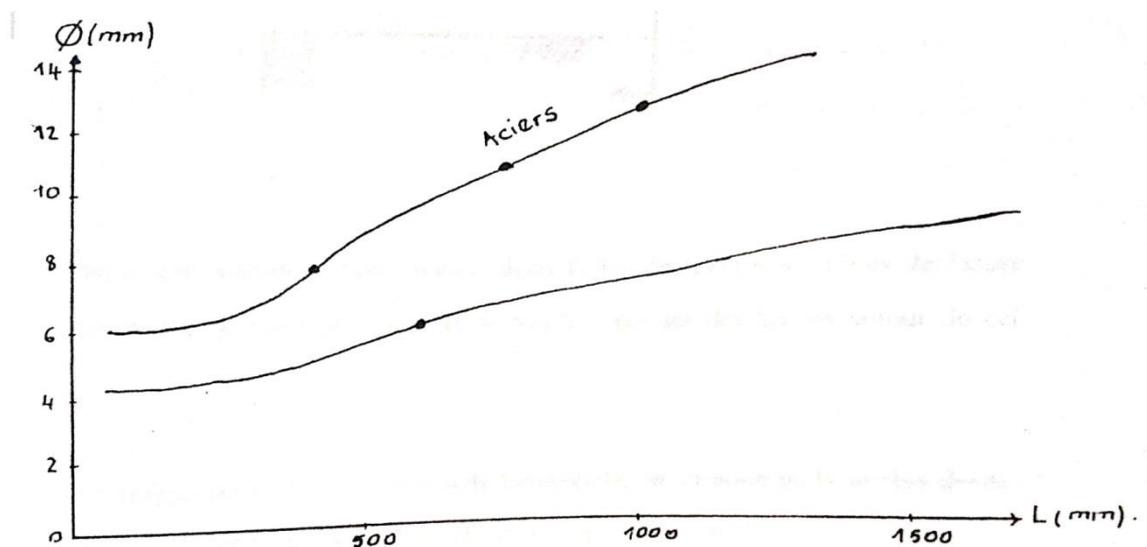


Figure IV.23: Détermination la valeur critique pour assurer que le métal remplisse entièrement le moule de l'arbre.

Tout arbre est caractérisé par sa pratique qui est en fonction de la matière, et surtout du diamètre de sa section.

IV.2.2. Mauvaise lubrification de l'arbre

- Quantité insuffisante d'huile.
- Mauvaise qualité d'huile.
- Perte d'huile de ces caractéristiques après un long usage.

Une mauvaise lubrification peut résulter soit de la :

Une mauvaise lubrification engendre un échauffement excessif de l'arbre au niveau des paliers du au frottement. Et cet échauffement provoque une dilatation et un allongement de l'arbre. Comme sa section se déforme, il résultera un coincement de l'arbre dans les paliers.

L'arbre sera sollicité à une torsion et vu le couple important du moteur, l'arbre subira un cisaillement comme le représente le schéma :

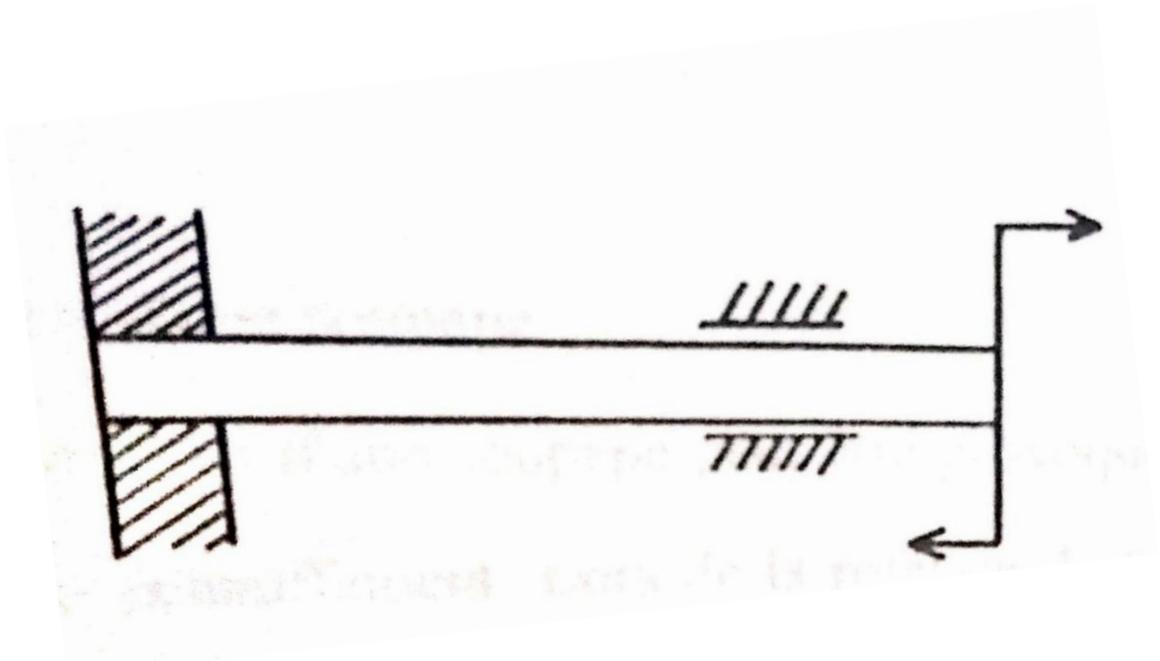


Figure IV.23: Sollicitation d'arbre à cames sous l'effet de torsion.

L'arbre est sollicité à une torsion. Sous l'effet de torsion les fibres de l'arbre parallèle à son axe géométrique s'enroulent suivant des hélices autour de cet axe.

Contrainte à une distance : la contrainte tangentielle en un point de la section droite situé à une distance de la fibre neutre a pour expression

$$T = \varphi \frac{Mt}{I_0} \quad \text{Mt Moment de torsion}$$

I_0 moment d'inertie polaire de la section.

$$I_0 = \int r^2 ds = \int r ds \times r d\theta$$

$$I_0 = \int_0^{D/2} r^3 dr \times \int_0^{\pi/2} d\theta = \frac{\pi D^4}{32}$$

T est maxi lorsque le point est sur la fibre la plus éloignée de l'axe neutre et on désigne cette distance par :

$$T = \frac{Mt}{\left(\frac{I_0}{V}\right)}$$

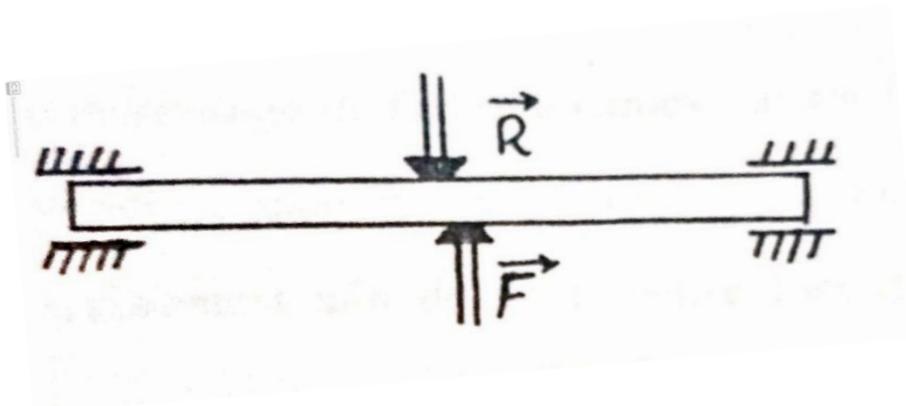
$\left(\frac{I_0}{V}\right)$ Module de torsion

Condition de résistance à la torsion :

$$T_{max} \leq R_{pg} \Leftrightarrow \frac{Mt}{\left(\frac{I_0}{V}\right)} \leq R_{pg}$$

IV.2.3. Coincement d'une soupape

Le coincement d'une soupape peut être provoqué par déformation de sa tige après échauffement. Lors de la rotation de l'arbre à cames, la came agit sur le poussoir avec une force. Et si la soupape est coincée à la fermeture, une force de réaction du poussoir opposée à celle-ci provoquera un cisaillement et cette sollicitation est répétée à chaque tour de l'arbre à une vitesse de 1100tr/mn.



- **Cisaillement**

L'arbre est sollicité à un cisaillement lorsqu'il est sollicité par deux forces opposées qui tendent à le séparer en deux parties :

Contrainte de cisaillement

$$Z = \frac{T}{S} \left(\frac{N}{m^2} \right)$$

Condition de résistance au cisaillement

$$Z \leq \frac{Rg}{s} \Leftrightarrow \frac{T}{S} \leq \frac{Rg}{s}$$

Rg : résistance au glissement par cisaillement.

s : coefficient de sécurité pour tenir compte des certitudes des caractéristiques des matériaux.

I.V.2.4. Couple de démarrage très important

Ce cas ne produise qu'au démarrage et la rupture peut résulter d'un mauvais guidage de l'arbre ou par de très importantes forces de frottement due au grippage au niveau des paliers si le moteur est immobilisé pour une longue durée.

IV.2.5. Interpose des chapeaux de paliers

Lors du démontage de l'arbre à cames, avant l'enlèvement du chapeau de paliers, il est indispensable de choisir un repère numéroté les chapeaux dans l'ordre d'enlèvement afin de les remettre lors du remontage dans leurs places exactes.

Si on change l'emplacement des chapeaux, l'arbre pourra coincer au niveau d'un palier, ce qui provoquera une rupture.

Lors du démontage de l'arbre à cames, un autre problème s'est posé. Il s'est avéré qu'une partie de cet arbre s'est soudée avec les paliers même avec une presse de dizaine de tonnes, l'enlèvement de l'arbre restait impossible.

C'est ce qui a permis d'éclairer la cause de la panne et d'éloigner certaines causes probables.

D'après cette information, on distingue que cette panne est résulté d'un échauffement excessif des parties en contact de l'arbre à cames avec ses paliers qui a engendré des déformations de sa section.

Et cet échauffement ne peut être résulté que d'une mauvaise lubrification des surfaces frottant es.

Lors du démontage de l'arbre à cames, un autre problème s'est posé. Il s'est araire qu'une partie de cet arbre s'est soudée avec les paliers, même avec une presse de dizaines de tonnes, l'enlèvement de cet arbre restait impossible.

C'est ce qui a permet d'éclaircir la cause de la panne et d'éloigner certaines causes probables.

D'après cette information, on distingue que cet est résulté d'un échauffement excessif des parties en contact de l'arbre à cames avec ses paliers qui a engendré des déformations de sa section.

Et cet échauffement ne peut être résulté que d'une mauvaise lubrification des surfaces frottant es.

CONCLUSION

Conclusion :

Le semestre que nous avons passé au sien de la compagnie AIR ALGERIE, Dar Beida, nous a permet de voir le mode professionnel, d'acquérir un aperçu du domaine pratique et d'avoir un aperçu sur l'impact de maintenance dans l'industrie.

La maintenance dans entreprises algériennes est loin d'avoir la considération qu'elle mérite pour manque de moyens ou pour non considération.

Elle est réduite à des simple actions désordonnées.

Cette non considération est traduite plus concrètement par l'inexistence des structures fondamentales de la maintenance comme beaucoup bureau des méthodes.... Dans la majorité des entreprises malgré le rôle stratégique qu'elles jouent ces dernières dans l'économie nationale.

L'état actuel de l'entreprise publique algérienne n'est que le reflet de cette négligence ainsi d'autre facteurs.

Avec cette anomalie, l'évolution de l'entreprise ne pourra plus être proportionné à l'évolution de l'économie mondiale et de la technologie.

Bibliographie :

Manuel d'atelier, Deutz

Catalogue DEUTZ F6L 913

Mémoire de fin d'études : « mise en place et planification des vidanges et graissages pour les engins de maintenance é Melle BOGOUGAM et KACED

Guide du dessinateur industriel, A. CHAEVALIER.

Le moteur diesel, Tome 3, DEBOIS, R. ARMAO, B. VIEUX.

SCANIA SERVICE.