



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMCEN
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

Projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de master en

Génie mécanique

Option

MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Présenté par

HADBI Abdelkader

THÈME

Contribution au diagnostic des moteurs

Diesel à refroidissement à air Deutz

Soutenu le : 23 juin 2014

Devant le jury:

Président	GUEZZEN Samir	MCB	UABB Tlemcen
Encadreur	SEBAA Fethi	MCB	UABB Tlemcen
Co-Encadreur	RAHOU Mohamed	MCB	EPST Tlemcen
Examineur	BELALIA Sid Ahmed	MCA	UABB Tlemcen
Examineur	BOUKHALFA Abdelkrim	MCA	UABB Tlemcen

Année universitaire : 2013/2014

Remerciements

Toute ma gratitude et remerciement vont à *Allah*, le clément et le miséricordieux qui nous a donné la force, la patience, le courage et la volonté pour élaborer ce travail.

C'est avec une profonde reconnaissance et considération particulière que je remercie mon encadreur *Mr SEBAA fethi* «Maitre-assistant classe (B) au Département génie Mécanique »et *Mr.RAHOU Mohamed*, pour la sollicitude avec laquelle ils ont suivis et guidés ce travail.

Mes vives gratitude et remerciement vont aussi à *Mr.SAWLI Elhabib* de ma prenait en charge pour faire un stage en sain de la société *STARR*,

Aussi, merci à *Mr GUEZZEN Samir* de m'avoir honorée en acceptant de présider le jury.

J'adresse mes profonds remerciements *Mr. BELALIA Sid Ahmed* «Maitre-assistant classe (A) au Département génie Mécanique » et *Mr.BOUKHALFA Abdelkrim* « Maitre-assistant classe (A) au Département génie Mécanique».

J'exprime ma gratitude à tous mes enseignants qui ont contribué à ma formation depuis l'école primaire jusqu'aux études universitaires.

Un grand merci à toute personne m'ayant aidée et guidée pour la réalisation de Cette étude en particulier mon collègue *D.fodil*, *M. Youcef*, *T. Hichem* et *W. Mohamed*

DEDICACE

*Tout d'abord je remercie **ALLAH** qui m'a donné
La force, le courage et la patience pour réaliser ce modeste travail.*

*J'adresse mes remerciements avec un grand respect et gratitude à mes chers
parents qui m'ont encouragé dans mes études Ainsi qu'à mon frère et mes sœurs
et ses enfants*

*Ainsi qu'à tous mes amis, collègues de la spécialité « **maintenance industrielle** »
Et à mes amis que j'adore **Hacini Ibrahim, Rouba Barodi**
Meriah youcef et Dali fodile*

*Ainsi qu'à tous ceux qui me connaissent ; qui m'ont aidé et qui sont toujours
présents à mes côtés, avec qui j'ai partagé le bon et le mauvais,*

*Et a toute la famille **Hadbi***

ABDELKADER

ملخص

يركز هذا المشروع على تحليل وتشخيص أجهزة الهواء تبريد محرك الديزل دوتزو لتحقيق هذا الهدف خصصنا جزأين .
يخصص الجزء الأول لمعلومات عامة عن انواع الصيانة الصناعية والهيئات التأسيسية لمحركات الديزل. لأنها تتيح لنا أن نختار سياسة الصيانة.

الجزء الثاني يناقش تطوير وحدة التشخيص لمحركات الديزل دوتزو مع عرض الأسباب والحوادث و تشخيص الأعطال. ويسلط الضوء على مجموعة من الفيديو تبين التشخيص و صيانة وتجديد المحركات و أمثلة على الصيانة التصحيحية

ABSTRACT

This final project study focuses on the analysis and diagnosis of the organs of a diesel engine air cooled Deutz. To achieve the goal in the specifications, both parties have been developed. The first part is devoted to general information on types of industrial maintenance and constituent bodies diesel engines. It allows us to offer a choice of maintenance policy. The second part discusses the development of a diagnostic module of Deutz diesel engines with a presentation of the causes and incidents, diagnoses malfunctions. Video sequences highlight examples of diagnosis for palliative maintenance and renovation examples engines on corrective maintenance.

RESUME

Ce projet de fin d'étude porte sur l'analyse et le diagnostic des organes d'un moteur diesel à refroidissement à air Deutz. Afin d'atteindre le but fixé dans le cahier des charges, deux parties ont été développées.

La première partie est consacrée aux généralités sur les types de maintenance industrielle et les organes constituant les moteurs Diesel. Elle permet de proposer un choix de politique de maintenance.

La deuxième partie aborde le développement d'un module de diagnostic des moteurs diesel Deutz avec présentation des causes et incidents, des diagnostics de défaillances. Des séquences vidéo mettent en relief des exemples de diagnostic pour la maintenance palliative et des exemples de rénovation des moteurs concernant la maintenance curative.

Liste des figures

Chapitre 1

Fig.1-Situation du service de la maintenance dans l'entreprise	4
Fig.2-Différents types de maintenance	5
Fig.3-Interventions préventives.....	6
Fig.4- Etapes d'intervention dans la maintenance systématique	7
Fig.5-Etapes d'intervention dans la maintenance conditionnelle	8
Fig.6-mode de maintenance prédictive On Line	9
Fig.7-mode de maintenance prédictive off Line	10
Fig.8-Différents types d'intervention de maintenance corrective	11
Fig.9-Opérations de maintenance corrective	12

Chapitre 2

Fig.1 - Arbre à cames.....	18
Fig.2 - Tige de culbuteur	18
Fig.3 - Culbuteur	18
Fig.4 -Arbre à cames en tête.....	20
Fig.5 - double arbre à cames en tête	21
Fig.6 - Soupape	22
Fig.7- Piston	22
Fig.8 - Bielle	24
Fig.9 - Bielle monobloc.....	24
Fig.10 - Belle assemblée	24
Fig.11 - Bielle fendue	25
Fig.12 - Vilebrequin.....	25
Fig.13 - volant-moteur	26
Fig.14 - Coussinet.....	27
Fig.15 - Culasse à essence.....	28
Fig.16 - Joint de culasse.....	29
Fig.17 - Chemise humide	29

Fig.18 - Bloc moteur DEUTZ	30
Fig.19 - Bloc usiné non chemisé	30
Fig.20 - Bloc avec une chemise sèche.....	30
Fig.21 - Bloc chemise humide	31
Fig.22 - Carter d'huile.....	31
Fig.23 - Bougie de préchauffage	32
Fig.24 - Circuit d'alimentation	32
Fig.25 - Pompes à membrane	33
Fig.26 - Pompe d'alimentation à simple effet.....	34
Fig.27 - Pompe d'alimentation Bosch à double effet	35
Fig.28 - préchambre	35
Fig. 29 - chambre de turbulence	35
Fig.30 -Injection direct	37
Fig.31 - Système d'injection directe classique	37
Fig.32 - Système d'injection haute pression à rampe commune	39
Fig.33-Fonctionnement du circuit d'alimentation haute pression.....	40
Fig.34 - système Injecteur pompe.....	41
Fig.35 - Injecteur pompe	42
Fig.36 - Système de refroidissement par eau	43
Fig.37 - Refroidissement par air.....	44
Fig.38 - Circuit de graissage	45
Fig.39 - Pompe à engrenage	47
Fig.40 - Crépine.....	47
Fig.41 - Filtre à huile.....	48

Chapitre 3

Fig.1 - Ecran de figure de module développé DDE	47
Fig.2 - Fenêtre principale.....	48
Fig.3 - Fenêtre des causes et incidents.....	48
Fig.4 - Liste des incidents.....	49
Fig.5 - Liste des types des causes	50
Fig.6 - Liste des types des causes et liste des causes	51

Fig.7 - Liste des types des causes avec une liste des causes et photo d'une pompe d'alimentation	52
Fig.8 - Liste des types des causes avec liste des causes.....	53
Fig.9 - Liste des types des causes avec une liste des causes et une photo d'une batterie ...	53
Fig.10 - liste des types d'incidents	54
Fig.11 - Liste des types d'incidents avec une liste des causes	55
Fig.12 - Liste des types des incidents avec une liste des causes avec photo	55
Fig.13 - Fenêtre principale.....	56
Fig.14 - Fenêtre du diagnostic des organes usés.....	56
Fig.15 - Liste des photos des pièces endommagées.....	57
Fig.16 - Exemple d'une liste des photos des pièces avec une liste de diagnostic	57
Fig.17 - Deuxième exemples d'une Liste des photos des pièces avec une liste de diagnostic.	58
Fig.18 - Fenêtre principale.....	58
Fig.19 - Fenêtre des vidéos.....	59
Fig.20 -Tarage d'un injecteur.....	60
Fig.21 - Rectification d'un vilebrequin	60

Table des matières

ملخص

Résumé

Abstract

Liste des figures

Introduction générale I

Chapitre 1

1. Introduction	2
2. Définition de la maintenance	2
3. Importance de la maintenance par rapport à l'activité d'une entreprise	2
4. Situations du service de la Maintenance au sein d'une entreprise	3
5. Différents types de la maintenance	4
5.1 Maintenance préventive	5
5.1.1. Maintenance préventive systématique	6
5.1.2 Maintenance préventive conditionnelle.....	7
5.1.3 Maintenance préventive prévisionnelle	9
5.2 Maintenance corrective.....	12
5.2.1 Dépannage	13
5.2.2 Réparation	13
5.2.3 Localiser / Diagnostiquer	14
5.3 Organisation d'une action de maintenance corrective	14
5.4 Organisation d'une intervention pour le dépannage	14
6. Niveaux de maintenance	15
Conclusion	16

Chapitre 2

1. Introduction.....	17
2. Organes mécaniques	17
2.1 Organes mobiles	17
2.1.1 Arbre à cames	17
2.1.1.1 Moteur culbuté	18
2.1.1.2 Arbre à cames en tête	19

2.1.1.3 Double arbres à cames	20
2.1.2 Soupape	21
2.1.3 Piston.....	22
2.1.4 Bielle.....	23
2.1.4.1 Bielle monobloc	23
2.1.4.2 Bielle assemblée	23
2.1.4.3 Bielle fendue.....	24
2.1.5 Vilebrequin	24
2.1.6 Volant-moteur.....	25
2.1.7 Coussinets	26
2.2 Organes fixes.....	27
2.2.1 Culasse.....	27
2.2.2 Cylindre et bloc cylindre	28
2.2.2.1 Bloc usiné non chemisé	29
2.1.4.2 Bielle assemblée	29
2.2.2.2 Bloc avec une chemise sèche	29
2.2.2.3 Bloc chemise humide	30
2.2.3 Carter d'huile	30
2.2.4 Bougies de préchauffage	31
3. Circuits d'alimentation	31
3.1 Pompes d'alimentation	32
3.1.1 Pompes à membrane.....	32
3.1.2 Pompes à piston	33
3.1.2.1 Pompe d'alimentation à simple effet.....	33
3.1.2.2 Pompe d'alimentation.....	34
3.2 Système d'injection diesel	35
3.2.1 Moteurs à injection indirecte.....	35
3.2.2 Moteurs à injection directe.....	36
3.2.3 Injection directe classique	37
3.2.4 Moteurs à injection haute pression à rampe commune.....	38
3.2.2.1 Circuit d'alimentation basse pression	39
3.2.2.2 Circuit d'alimentation haute pression.....	39

3.2.3 Injection pompe	40
4. système de refroidissement	41
4.1 Refroidissement par eau	42
4.2 Refroidissement par air	43
5. Circuit de graissage	43
5.1 Graissage sous pression et à bain d'huile	44
5.2 Graissage sous pression et à carter sec	45
5.3 Pompe à huile	45
6. Conclusion	47

Chapitre 3

1. Introduction	48
2. Présentation du module	48
3. Fonctions principales.....	49
4. Causes et incidents.....	49
4.1 Exemple 1	51
4.2 Exemple 2	53
4.3 Exemple 3	55
5. Diagnostic des organes usés	57
6. Vidéos.....	60
7. Conclusion	62

Introduction générale

Ce projet a été réalisé au niveau du département de maintenance (service rénovation) de la société de terrassement d'aménagement et de revêtement routier (STARR) située à ABOU-TACHEFINE.

A l'heure actuelle, les entreprises sont en permanence à la recherche de solutions leur permettant de rester compétitives, voire de dominer le marché. Néanmoins, celles qui l'emportent sont essentiellement celles qui assurent en général un temps de fonctionnement optimal des équipements de production. Pour cela, le choix d'une politique adéquate de maintenance permet à l'entreprise de fournir des produits et des services ayant une qualité supérieure à celle de la concurrence.

Le but de ce travail est le développement d'un module contribuant au diagnostic des moteurs diesel DEUTZ.

Le module développé «*DDE*» (Diagnostic Deutz Engine) s'emploie à faciliter le processus d'identification des principales causes d'incidents constatés en vue d'un diagnostic des moteurs DIESEL à refroidissement par air.

Afin d'atteindre l'objectif fixé dans le cahier des charges, cette étude s'articule sur trois chapitres.

Le premier chapitre est consacré aux généralités sur la maintenance industrielle.

Le deuxième chapitre aborde les différents organes composant un moteur diesel en général et plus particulièrement le moteur Deutz à refroidissement à air.

Le troisième chapitre aborde les principales fonctions du module «*DDE*» développé en langage Visual basic 6.0.

La présentation de l'entreprise est faite en annexe.

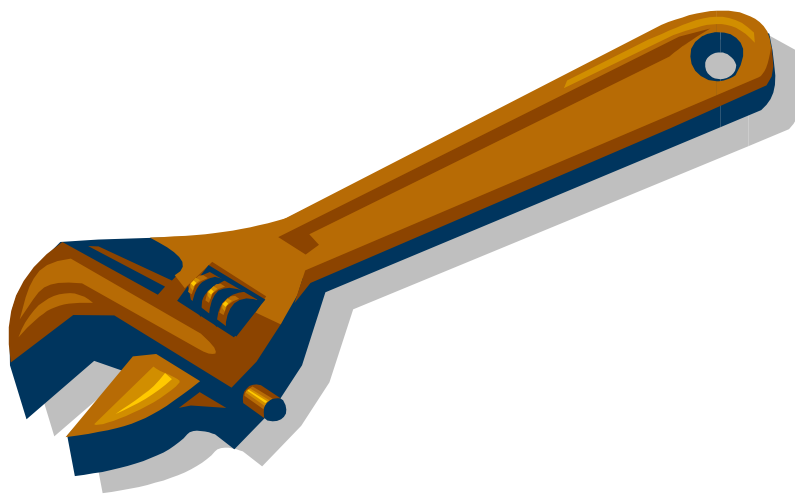
Ce travail se termine par une conclusion générale suivie de perspectives.

CHAPITRE 1

GENERALITES

SUR

LA MAINTENANCE



1. Introduction

Les nouvelles pratiques de maintenance industrielle pénètrent déjà largement dans les pays les plus avancés sur le plan des technologies de fabrication. Aujourd'hui le budget propre de la maintenance est estimé à 18%. Ce budget est consacré essentiellement à couvrir les frais des dispositifs de surveillance (capteurs de température de pression et de vibration...etc.) et les pièces de rechange.

Avec l'automatisation à grande échelle et l'arrivée en force du juste-à-temps, l'heure du zéro-panne, ou plutôt du zéro-arrêt a sonné. L'impératif d'aujourd'hui, dans le domaine de la production d'avant-garde, autant pour les biens de consommation que pour les biens de production, c'est la sûreté de fonctionnement ou la pleine disponibilité des équipements.

Désormais, la maintenance fait partie intégrante des stratégies d'entreprise, au même titre que la qualité, l'innovation ou le marketing.

2. Définition de la maintenance

la maintenance est définie selon la norme AFNOR X60-100 comme étant l'ensemble des opérations permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifique ou en mesure d'assurer un service déterminé donc maintenir c'est effectuer d'opérations (réparation, dépannage, révision) Permettant ainsi l'assurance de la continuité pour la qualité de la production.[1]

3. Importance de la maintenance par rapport à l'activité d'une entreprise

L'importance de la maintenance diffère selon le secteur d'activité. La préoccupation permanente de la recherche de la meilleure disponibilité suppose que tout devra être mis en œuvre afin d'éviter toute défaillance. La maintenance sera donc inévitable et lourde dans les secteurs où la sécurité est capitale. Inversement, les industries manufacturières à faible valeur ajoutée pourront se satisfaire d'un entretien traditionnel et limité.

- Importance fondamentale : nucléaire, pétrochimie, chimie, transports (ferroviaire, aérien, ...etc.) ;
- Importance indispensable : entreprises à forte valeur ajoutée, construction automobile ;

- Importance moyenne : industries de constructions diversifiées, coûts d'arrêts de production limités, équipement semi automatiques ;
- Importance secondaire : entreprises sans production de série, équipements variés ;
- Importance faible ou négligeable : entreprise manufacturière, faible valeur ajoutée, forte masse salariale ; [1]

4. Situations du service de la Maintenance au sein d'une entreprise

Il existe 2 tendances au positionnement de la maintenance dans l'entreprise :

La centralisation où toute la maintenance est assurée par un service.

Les avantages sont :

- Standardisation des méthodes, des procédures et des moyens de communication ;
- Possibilité d'investir dans des matériels onéreux grâce au regroupement ;
- Vision globale de l'état du parc des matériels à gérer ;
- Gestion plus aisée et plus souple des moyens en personnels ;
- Rationalisation des moyens matériels et optimisation de leur usage (amortissement plus rapide) ;
- Diminution des quantités de pièces de rechange disponibles ;
- Communication simplifiée avec les autres services grâce à sa situation centralisée ;

La décentralisation, où la maintenance est confiée à plusieurs services, de dimension proportionnellement plus modeste, et liés à chacun des services de l'entreprise.

Dans ce cas, le service maintenance n'a pas de direction unique. Les différents pôles maintenance adjoints aux autres services de l'entreprise dépendent bien souvent hiérarchiquement de ces derniers.

Les avantages sont :

- Meilleures communications et relations avec le service responsable et utilisateur du parc à maintenir ;
- Effectifs moins importants dans les différentes antennes ;
- Réactivité accrue face à un problème ;
- Meilleure connaissance des matériels ;
- Gestion administrative allégée ;

Il va de soi que les 2 modèles d'organisation étant contraires, les avantages de l'un sont souvent les inconvénients de l'autre.

La figure1 illustre situation du service de la maintenance dans l'entreprise

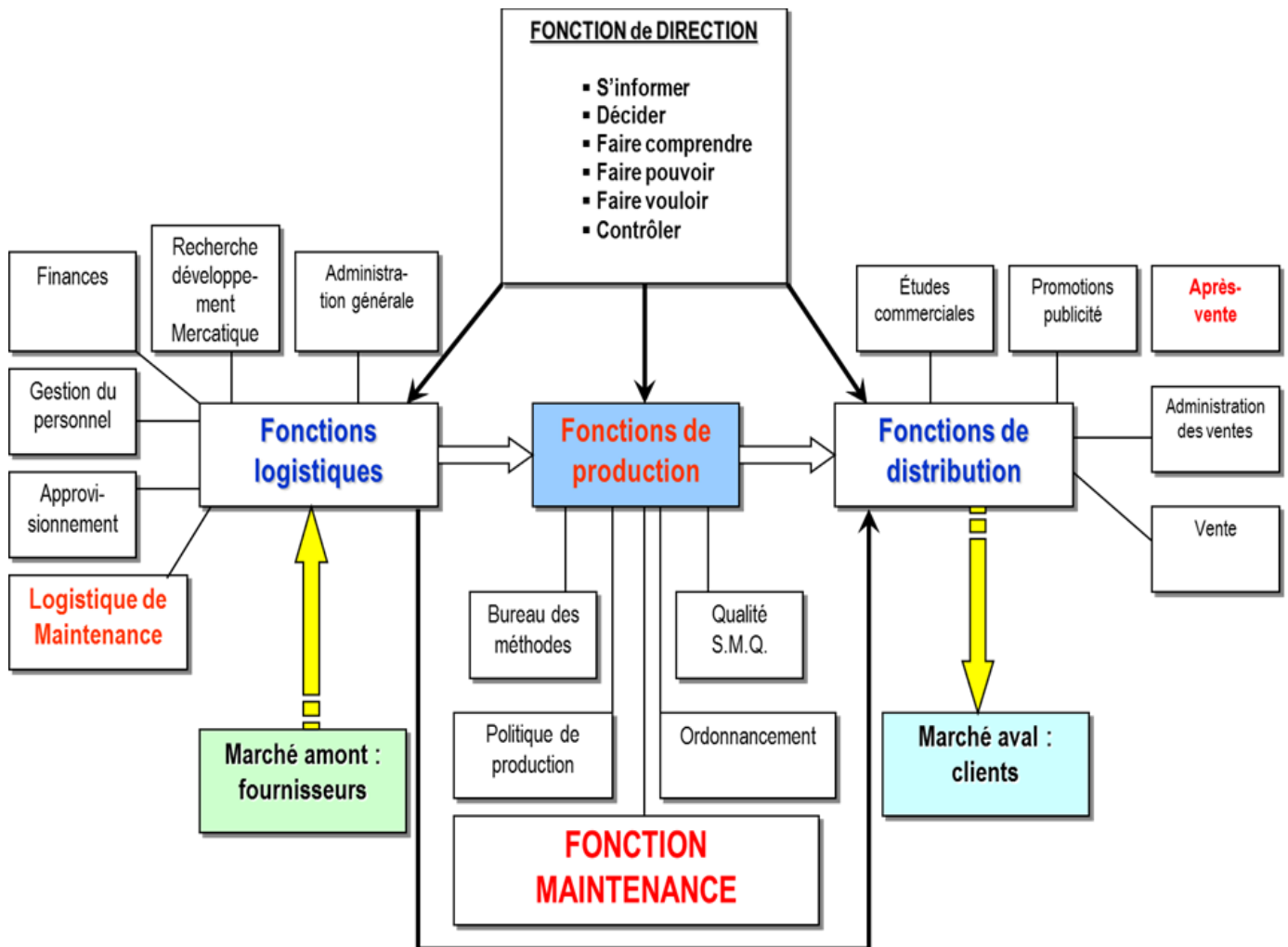


Fig.1-Situation du service de la maintenance dans l'entreprise. [1]

5. Différents types de maintenance

Le choix entre les types de maintenance s'effectue dans le cadre de la politique de la maintenance et doit s'opérer en accord avec la direction de l'entreprise.

Pour choisir, il faut :

- Etre informé des objectifs de la direction ;
- Des directions politiques de maintenance ;
- Connaître le fonctionnement et les caractéristiques des matériels ;
- Le comportement du matériel en exploitation ;
- Les conditions d'application de chaque méthode ;

- Les coûts de maintenance ;
- Les coûts de perte de production ;

La figure 2 illustre différents types de maintenance.

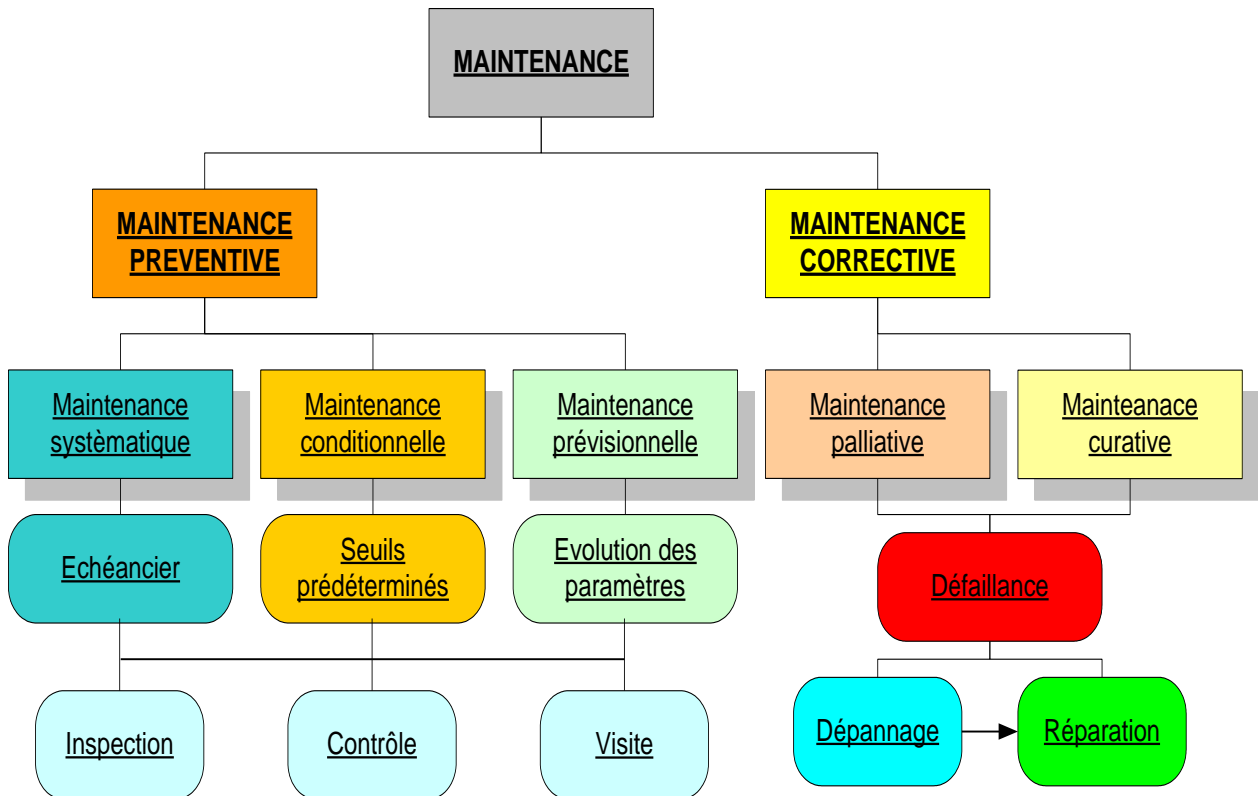


Fig.2-Différents types de maintenance. [2]

5.1 Maintenance préventive

D'après la norme AFNOR X60-010, c'est la maintenance effectuée selon des critères prédéterminés, dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu. [2]

La maintenance préventive a plusieurs buts dont les principaux sont:

- Augmenter la durée de vie des matériels ;
- Diminuer la probabilité des défaillances en service ;
- Diminuer les temps d'arrêt en cas de révision ou de panne ;

- Prévenir et aussi prévoir les interventions coûteuses de maintenance corrective ;
- Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions ;
- Eviter les consommations anormales d'énergies, de lubrifiants ;
- Améliorer les conditions de travail du personnel de production ;
- Diminuer le budget de maintenance ;
- Supprimer les causes d'accidents graves ;

La figure 3 illustre les interventions préventives.

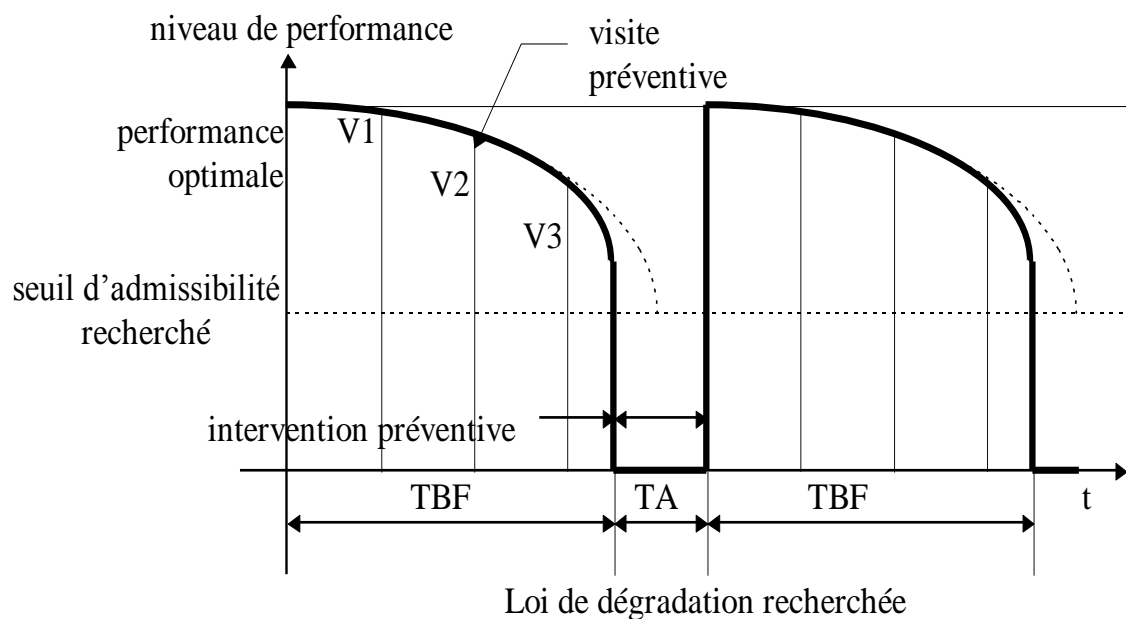


Fig.3-Interventions préventives. [1]

5.1.1 Maintenance préventive systématique

C'est une maintenance effectuée selon un échéancier établi suivant le temps, le nombre d'unité d'usage. Elle s'exécute à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre défini d'unités d'usage mais sans contrôle préalable de l'état du bien.

Même si le temps est l'unité la plus répandue, d'autres unités peuvent être retenues telles que : la quantité de produits fabriqués, la longueur de produits fabriqués, la distance parcourue, la masse de produits fabriqués, le nombre de cycles effectués, etc.

Cette périodicité d'intervention est déterminée à partir de la mise en service ou après une révision complète ou partielle. [1]

La figure 4 illustre les étapes d'intervention dans la maintenance systématique.

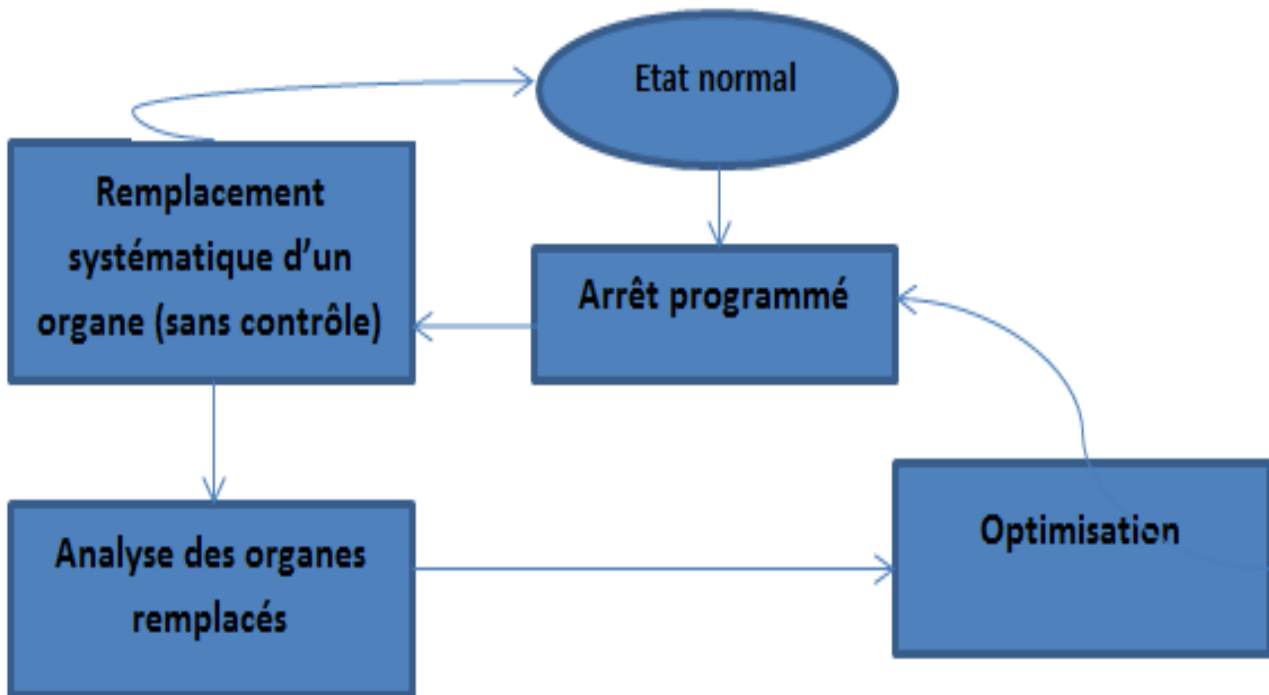


Fig.4- Etapes d'intervention dans la maintenance systématique. [1]

5.1.2 Maintenance préventive conditionnelle

D'après la norme AFNOR X60-010 la maintenance conditionnelle se définit par l'autodiagnostic, l'information d'un capteur caractérisé par les mesures (vibration et bruit, huile, température). Il existe deux types de maintenance prédictive.

La maintenance conditionnelle est donc une maintenance dépendante de l'expérience et faisant intervenir des informations recueillies en temps réel.

Le matériel nécessaire pour assurer la maintenance préventive conditionnelle est souvent onéreux, mais pour des cas bien choisis il est rentabilisé rapidement. [1]

La figure 5 illustre les étapes d'intervention dans la maintenance conditionnelle.

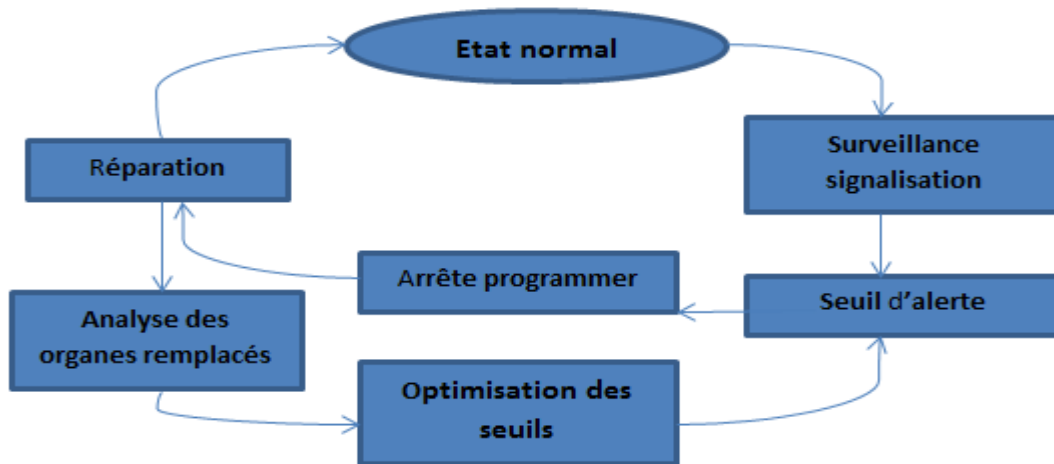


Fig.5-Etapes d'intervention dans la maintenance conditionnelle. [1]

Les paramètres mesurés peuvent porter sur :

- Le niveau et la qualité de l'huile ;
- Les températures et les pressions ;
- La tension et l'intensité des matériels électriques ;
- Les vibrations et les jeux mécaniques ;

Conditions de mise en place :

La condition première est que le matériel s'y prête (existence d'une dégradation progressive et détectable) et qu'il mérite cette prise en charge (criticité du matériel).

Pour que le matériel s'y prête, il est nécessaire de trouver une corrélation entre un paramètre mesurable et l'état du système. Exemple :

- paramètres physiques divers (pressions, débit, températures...);
- niveau de vibrations et de bruits (décibel dB);
- fréquence de vibration;
- teneur en résidus d'usure (analyse de lubrifiant);
- épaisseur de sous-couches, par contrôle non destructif ;

Une période d'expérimentation est nécessaire pour fixer le seuil d'admissibilité, suivant le temps de réaction et la vitesse de dégradation, on fixera un seuil d'alarme. [1]

Différentes formes

- Forme stricte (suivi continu) : des capteurs sont fixés en permanence à la machine. Reliés à une chaîne de télémétrie, ils permettent d'obtenir un signal d'alarme, un arrêt automatique du fonctionnement, un enregistrement continu des paramètres mesurés.
- Forme large (suivi périodique) : l'intervalle entre opérations de surveillance doit être proportionné à la vitesse de dégradation estimée, de façon à éviter des défaillances survenant entre les surveillances.
- Forme intégrée (pas de surveillance) : la prise en compte de la maintenance conditionnelle dès la conception permet de simplifier l'instrumentation. Exemple : témoin d'usure de plaque de frein automobile. [2]

5.1.3 Maintenance préventive prévisionnelle

La maintenance préventive prévisionnelle est subordonnée à l'analyse de l'évolution surveillée de paramètres significatifs de dégradation du bien, permettant de retarder et de planifier les interventions.

on Line

C'est un mode de maintenance prédictive où il est conçu pour faire de la surveillance à une salle de control pour permettre l'arrêt automatique des machines. Cette méthode coûte cher où elle est utilisée que pour les turbomachines ou pour des équipements stratégiques.

La figure 7 illustre mode de maintenance prédictive On Line

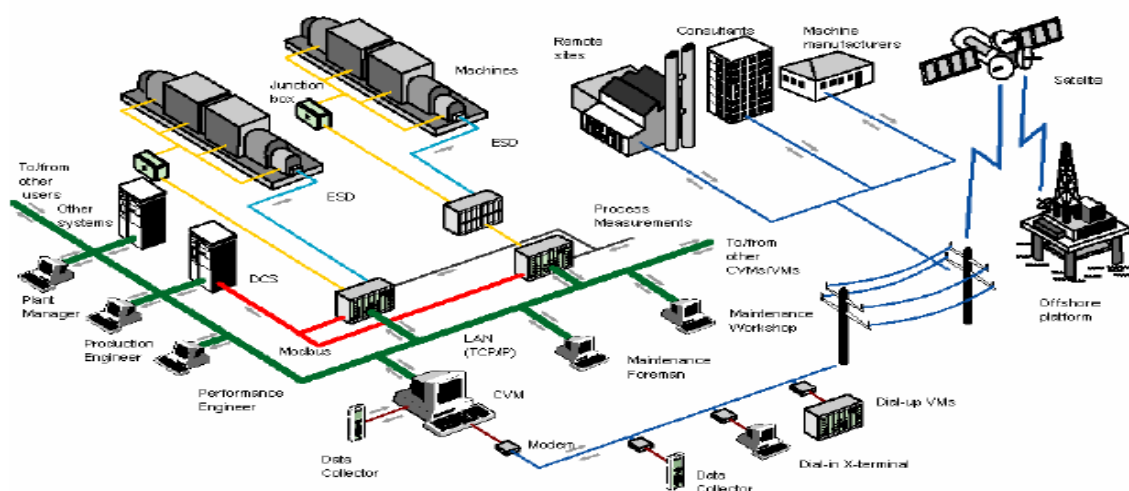


Fig.6-mode de maintenance prédictive On Line. [2]

Off Line

C'est le deuxième mode de la maintenance prédictive ; il est conçu pour faire des contrôles assistés par des appareils portables. [2]

La figure 8 illustre le mode de maintenance prédictive Off Line.

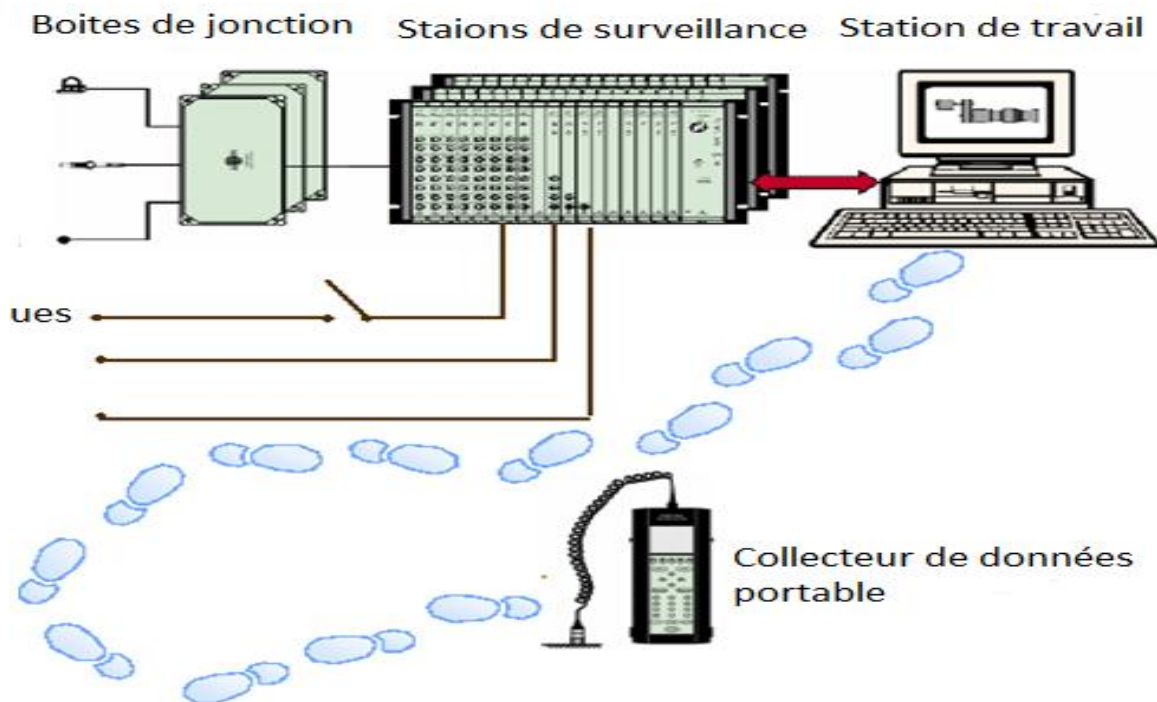


Fig.7-mode de maintenance prédictive off Line. [2]

Les opérations qui peuvent se trouver dans la maintenance préventive :

- Inspections : activités de surveillance consistant à relever périodiquement des anomalies et exécuter des réglages simples ne nécessitant pas d'outillage spécifique, ni d'arrêt de l'outil de production ou des équipements ;
- Visites : opérations de surveillance qui, dans le cadre de la maintenance préventive systématique, s'opèrent selon une périodicité déterminée. Ces interventions correspondent à une liste d'opérations définies préalablement qui peuvent entraîner des démontages d'organes et une immobilisation du matériel. Une visite peut entraîner une action de maintenance corrective ;

- Contrôles : vérifications de conformité par rapport à des données préétablies suivies d'un jugement ;

Le contrôle peut :

- Comporter une activité d'information ;
- Inclure une décision (acceptation, rejet, ajournement) ;
- Déboucher comme les visites sur des opérations de maintenance corrective ;

5.2 Maintenance corrective

D'après la norme AFNOR X60-010 la maintenance corrective est l'opération de maintenance effectuée après défaillance, ce type de maintenance vise à intervenir à la suite d'une panne (curative) ou de réparer (palliative). [2]

La figure 10 illustre différents types d'intervention de maintenance corrective.

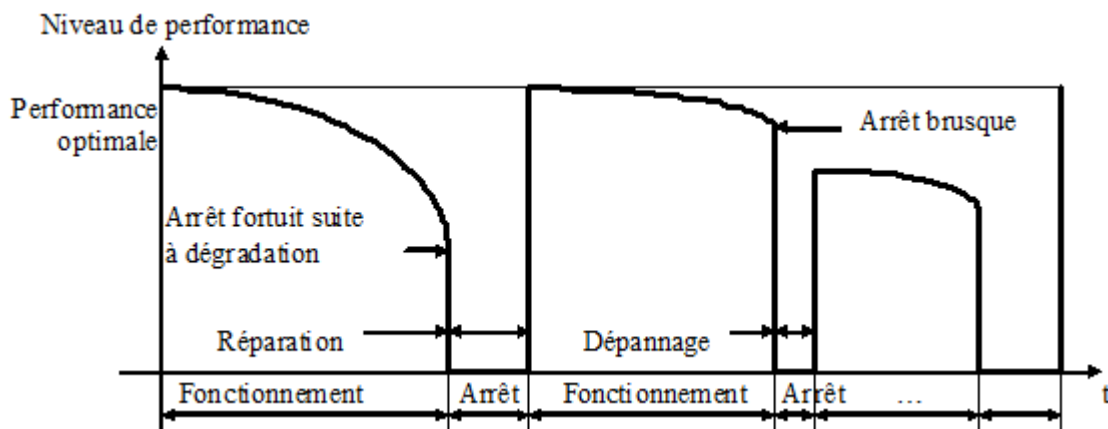


Fig.8-Différents types d'intervention de maintenance corrective. [1]

5.2.1 Dépannage

Cette action peut s'accommoder de résultats provisoires et de condition de réalisation hors règles de procédures, de coûts et de qualité, et dans ce cas sera suivi de la réparation.

5.2.2 Réparation

C'est l'intervention définitive et limitée de maintenance corrective après panne ou défaillance.

La figure 11 illustre les opérations de maintenance corrective.

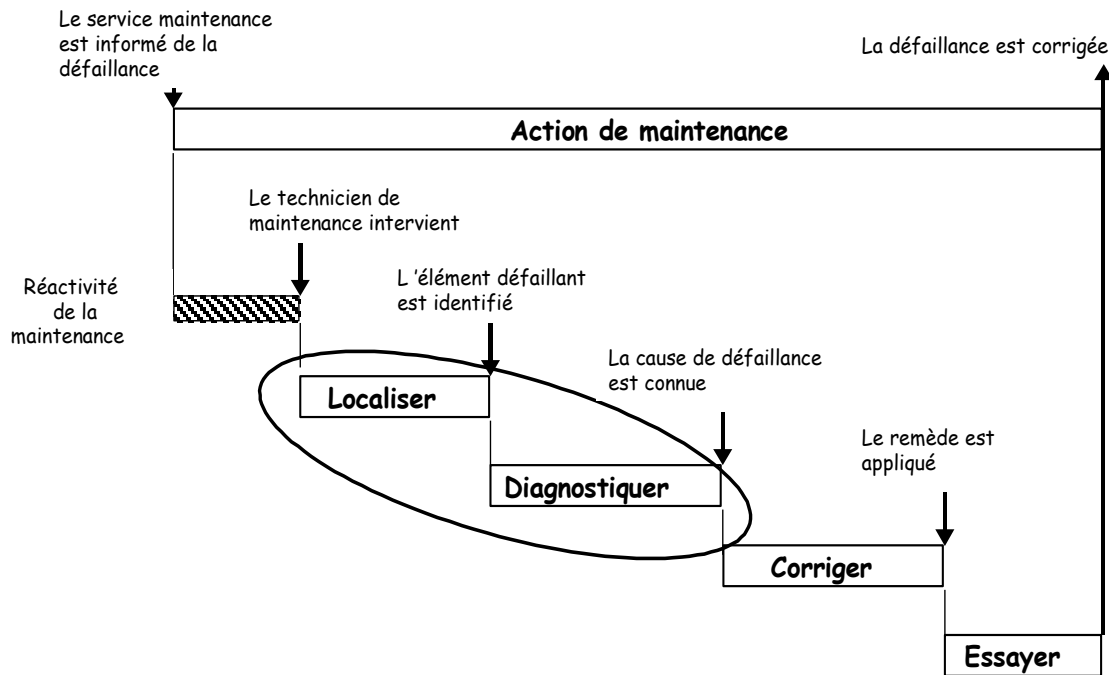


Fig.9-Opérations de maintenance corrective. [2]

L'action de maintenance se déroule en quatre grandes phases :

- localisation ;
- diagnostic ;
- correction de la panne ;
- essais ;

La réactivité du service maintenance sera en fonction de la disponibilité des intervenants.

5.2.3 Localiser / Diagnostiquer

Les définitions sont selon la norme NF EN 13306.

Diagnostic : c'est une action menée pour la détection d'une panne, sa localisation et l'identification de la cause. C'est une action conduisant à identifier les causes probables de des défaillances ou de l'évolution d'un ou de plusieurs paramètres significatifs de dégradation à l'aide d'un raisonnement logique fondé sur un ensemble d'informations.

Le diagnostic permet de confirmer, de compléter et modifier les hypothèses faites sur l'origine et la cause des défaillances, et de préciser les opérations de maintenance corrective.

Localisation : c'est une action menée en vue d'identifier à quel niveau d'arborescence du bien en panne se situe le fait générateur de la panne. C'est donc une action conduisant à rechercher la ou les pièces par là ou lesquelles les défaillances se manifestent.

Cause de défaillance : c'est la raison de la défaillance. C'est l'ensemble des circonstances associées à la conception, l'utilisation et la maintenance, qui ont entraîné une défaillance.

Mode de défaillance : c'est la façon par laquelle est constatée l'incapacité d'un bien à remplir une fonction requise. C'est le processus qui, à partir d'une cause intérieure ou extérieure au bien, entraîne la défaillance du bien considéré. [2]

5.3 Organisation d'une action de maintenance corrective

Dans les processus industriels (que le fonctionnement soit continu ou discontinu), pour le maintien ou la remise en état de l'outil de production, on doit chercher à améliorer la qualité de l'intervention qui doit se traduire par une meilleure qualité du produit fabriqué ou du service rendu et à diminuer « les temps d'indisponibilité pour maintenance corrective » par une organisation appropriée et une mise en œuvre de moyens adaptés. [2]

5.4 Organisation d'une intervention pour le dépannage

L'organisation s'effectue de la manière suivante afin de réduire les immobilisations des matériels :

Avant la panne : il faut pouvoir rassembler tous les moyens nécessaires à une intervention rapide. L'organisation et la structure du service maintenance doivent permettre de récupérer rapidement la documentation (dossiers techniques, historiques, organigrammes de dépannage, tableaux de diagnostics, informations recueillies auprès de l'utilisateur) et le matériel de 1ère urgence (matériel pour le respect des règlements de sécurité, matériel de contrôle, de mesure, de diagnostic, etc.).

Au déclenchement de la panne, 3 phases importantes se dégagent :

- 1ère phase : enregistrement de l'appel

Alarme, coup de téléphone, communication orale ;

- 2ème phase : analyse du travail

Dans un 1er temps, il faut appliquer ou faire appliquer les consignes pour une intervention immédiate. Ces consignes peuvent être liées à la sécurité, aux arrêts de production, au nettoyage préalable des abords, etc. Il faut ensuite organiser le poste de travail, rassembler les

moyens matériels, constater les anomalies pouvant se présenter et déterminer le meilleur moyen d'y remédier ;

- 3ème phase : discussion au niveau de l'analyse

A ce stade, il faut se poser les bonnes questions afin de ne pas faire une intervention trop poussée et choisir entre le dépannage et la réparation ;

Après la panne :

Après l'intervention, le technicien de maintenance a plusieurs tâches à effectuer :

- Faire le compte rendu de l'intervention ;

- Déclencher éventuellement une procédure de remise en service pour le personnel utilisateur;

- Mettre à jour le stock de pièces détachées;

- Exploiter les résultats de dépannage; **[2]**

6. Niveaux de maintenance

Un niveau de maintenance se définit par rapport:

- à la nature de l'intervention;

- à la qualification de l'intervenant;

- aux moyens mis en œuvre;

Il existe 5 niveaux de la maintenance:

Niveaux 1 : Réglage simples ne nécessitant pas le démontage ou l'ouverture de l'équipement.

Niveaux 2 : Dépannage par échange standard des éléments prévus à cet effet et d'opérations mineures de maintenance préventive.

Niveaux 3 : Identification et diagnostic des pannes.

Niveaux 4 : Tous les travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction.

Niveaux 5 : Tous les travaux de rénovation de rénovation, de reconstruction ou de réparation importante, confiés à un atelier central de maintenance ou à une entreprise prestataire de services. **[2]**

Conclusion

L'ingénieur en maintenance industrielle a pour mission de veiller au bon fonctionnement des moyens destinés aux activités de production. Dans ce cadre, il met en œuvre une stratégie de maintenance corrective et préventive sur le site et pilote les équipes sous sa responsabilité. La politique de maintenance est à déterminer en fonction de la taille de l'entreprise et des objectifs fixés par la direction technique. L'intégration d'outils d'aide à la gestion assistée par ordinateur rend les interventions de maintenance, combien complexes, plus conviviales.

CHAPITRE 2

*DIFFÉRENTES
ORGANES
D'UN MOTEUR
DIESEL*

1. Introduction

Les moteurs Diesel doit comporter des pièces plus résistantes que leurs homologues équipant les moteurs à essence car, le taux de compression y étant nettement supérieur, les contraintes mécaniques y sont nettement plus importantes. Les parois d'un Diesel sont en général beaucoup plus épaisses que celles d'un moteur à essence et portent davantage de nervures et de renforts pour mieux résister aux contraintes mécaniques et thermiques. Les pistons, les bielles, le vilebrequin doivent être plus résistant que les mêmes organes montés sur un moteur à essence. La conception de la culasse doit être très différente en raison de la présence des injecteurs de gazole et de la forme spéciale des chambres de précombustion et de combustion. Ce chapitre est consacré à la présentation des différents organes composant un moteur thermique.

2. Organes mécaniques

2.1 Organes mobiles

2.1.1 Arbre à cames

Un arbre à cames est un dispositif mécanique permettant de transformer un mouvement rotatif en mouvement longitudinal. L'arbre à cames représenté dans la figure 1 est une pièce mécanique utilisée, principalement, dans des moteurs thermiques à combustion interne à 4 temps pour la commande synchronisée des soupapes. Il se compose d'une tige cylindrique disposant d'autant de cames que de soupapes à commander indépendamment ou par groupe, glissant sur la queue de soupape, ou sur un renvoi mécanique (ex. : le patin d'un culbuteur). Il est placé au niveau du vilebrequin (moteur culbuté ou Moteur à soupapes latérales), ou sur la culasse (arbre à cames en tête). Les matériaux utilisés pour la fabrication des arbres à cames doivent être capables de résister à l'usure, vu les frottements importants avec les poussoirs ou les culbuteurs, surtout lors des démarrages à froid, lorsque la lubrification n'est pas encore assurée sous pression. On utilise en général, pour les moteurs de grande série, des fontes trempées sur les cames et les portées. [3]



Fig.1- Arbre à came

2.1.1.1 Moteur culbuté

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

Le problème de ce type de moteur est que la chaîne cinématique comprend beaucoup de mouvements alternatifs (tiges, culbuteurs et soupapes).

L'arbre à cames étant encore situé en bas du moteur, parce que lié, pour sa synchronisation, par un train d'engrenage au vilebrequin ou une chaîne, la commande des soupapes nécessite alors de longues tiges de rappel pour atteindre les culbuteurs (figure 3) et donc une augmentation du poids des pièces en mouvement. [3]



Fig.2-Tige de culbuteur



Fig.3-Culbuteur

2.1.1.2 Arbre à cames en tête

L'arbre à cames en tête (figure 4) est une disposition particulière du ou des arbres à cames au-dessus de la culasse, afin d'améliorer la commande des soupapes par diminution des pièces en mouvement alternatif.

Dans un moteur à soupapes en tête, il est d'usage de transmettre la commande d'ouverture des soupapes par un mouvement

rotatif prélevé sur le vilebrequin et transmis à un arbre à cames. En disposant l'arbre à cames en tête, c'est-à-dire en haut du moteur, ces tiges ne sont plus nécessaires, mais la synchronisation de l'arbre se fait par transmission, autorisant un décalage de l'axe de rotation. D'abord adoptée en compétition, cette solution s'est généralisée petit à petit à tous les moteurs de véhicules de tourisme.

Pour éviter l'affolement de soupapes à de hauts régimes (environ 4000 tr/min et plus), il convient de minimiser les pièces soumises à un mouvement alternatif, comme les poussoirs, les tiges de culbuteurs et les culbuteurs eux-mêmes. La suppression de ces pièces éliminant d'autant les jeux mécaniques parasites, la précision de commande des soupapes s'en trouvera améliorée. Pour cela, on place le ou les arbre(s) à cames directement au-dessus des soupapes.

La transmission de la rotation du vilebrequin vers l'arbre à cames se fait par une chaîne, une courroie crantée, une cascade de pignons, un arbre avec couples coniques, voir. Il faut simplement maintenir une stricte synchronisation avec un rapport de deux tours de vilebrequin pour un tour d'arbre à cames. Lorsque toutes les soupapes sont sur une même ligne, un simple arbre à cames suffit à actionner toutes les soupapes sans avoir besoin de culbuteurs ni d'un deuxième arbre.



Fig.4-Arbre à cames en tête [8]

Longtemps, les industriels ont boudé l'arbre à cames en tête pour les automobiles de grande série, à cause des coûts de maintenance, des problèmes de lubrification qu'il posait et des modifications des chaînes de fabrication des moteurs. En fait, les arbres à cames en tête n'ayant d'intérêt que pour atteindre les hauts régimes, il était d'usage de les réserver à des moteurs sportifs. Désormais, la majorité des moteurs d'automobiles sont équipés d'arbre à cames en tête, souvent double, pour actionner les 16 soupapes courantes sur les moteurs modernes à 4 cylindres en ligne. Les moteurs en V utilisant cette technologie occupent plus

d'espace dans le compartiment moteur des voitures que les moteurs à soupapes latérales ou à soupapes en tête avec culbuteurs.

Les moteurs à arbre à cames en tête atteignent leur couple et leur puissance maximale à des régimes-moteurs supérieurs à ceux des moteurs à soupape en tête avec culbuteurs. Pour maximiser le rendement, les constructeurs automobiles doivent donc les jumeler à des transmissions ayant un nombre élevé de rapports.

Parmi les dernières évolutions il faut signaler les moteurs à distribution variable, la technologie cames, ainsi que différents dispositifs permettant de modifier la position ou le profil de l'arbre à cames pendant le fonctionnement du moteur. Cette caractéristique permet d'améliorer le rendement du moteur à haut comme à bas régime. Malheureusement, le coût de ces dispositifs les réserve aux hauts de gamme et aux modèles sportifs. [5]

2.1.1.3 Doubles arbres à cames en tête

Au début des années 1970, afin de permettre un bon centrage de la bougie dans la culasse, ainsi qu'un réglage aisé des lois de distribution, ils ont placé un arbre à cames pour les soupapes d'admission, et un autre pour l'échappement. L'espace entre les arbres permet de placer la bougie au centre de la chambre de combustion.

Le double arbre à cames en tête est une variante de l'arbre à cames en tête, où les rangées de soupapes d'admission et d'échappement sont chacune actionnées par un arbre. Cette technique permet de supprimer presque toutes les pièces intermédiaires entre l'arbre à cames et la soupape, sans avoir besoin, pour autant, d'aligner toutes les soupapes. Le moteur peut, ainsi, tourner plus vite et produit moins de frottements et moins de bruits mécaniques dus aux jeux.

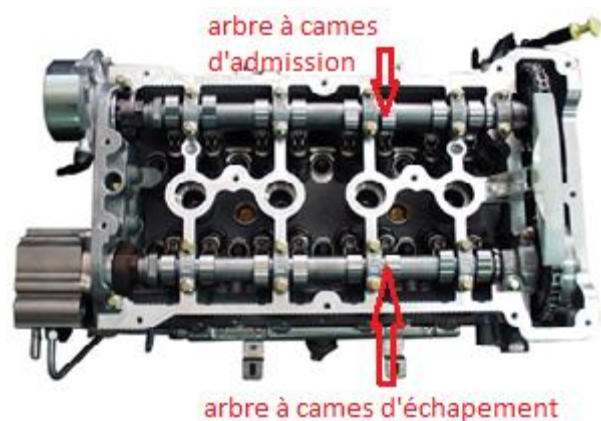


Fig.5- double arbre à cames en tête

La notion de double arbre ne se conçoit que pour chaque rangée de cylindres. Par exemple, un moteur en V qui n'aurait qu'un arbre à cames par rangée de cylindres est considéré comme simple arbre, bien qu'il ait deux arbres à cames en tout. Parfois, certains moteurs à

plusieurs rangées de cylindres sont dits quadruples arbre à cames en tête. Cela désigne en fait un moteur où chaque rangée de cylindre dispose d'un double arbre à cames en tête. Le double arbre à cames est souvent associé aux distributions utilisant quatre soupapes par cylindre, mais ce n'est pas une obligation.

On trouve des moteurs doubles arbres à cames dès 1912 chez Peugeot grâce à Ernest Henry et chez Fiat. Le double arbre à cames en tête a commencé à se généraliser dans les années 1960 en automobile. En moto, la généralisation sur les véhicules de tourisme a été le fait des constructeurs japonais. [3]

2.1.2 Soupape

La soupape (figure 6), dans un moteur à combustion interne, est l'organe qui règle l'entrée et la sortie des gaz dans la chambre de combustion. Les soupapes ont une forme qui est maintenant normalisée depuis la fin du dernier siècle: elles ressemblent à un champignon dont la tête qui constitue l'élément obturateur (en tenant en butée contre le siège ménagé sur la culasse, est soutenue et guidée par la tige cylindrique. Les soupapes sont animées d'un mouvement alternatif et s'ouvrent vers l'intérieur de la chambre de combustion, si bien que l'étanchéité est favorisée par la pression des gaz. Cet organe est apparemment très simple, mais il travaille dans



Fig.6 - Soupape

des conditions critiques (spécialement à l'échappement) aussi, l'établissement d'un projet de soupape exige des études soignées pour la définition des dimensions et des matériaux. [5]

2.1.3 Piston

Le piston représente (figure7) est animé d'un mouvement rectiligne alternatif. Il reçoit et transmet les poussées. Il coulisse librement et assure l'étanchéité du cylindre. Cette étanchéité est réalisée par les trois segments :

- Le premier est le segment « coupe-feu » qui

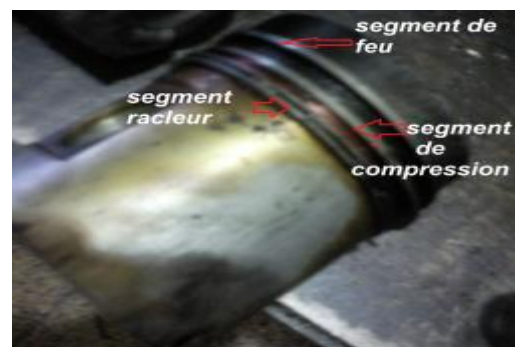


Fig.7- Piston

coupe le rayonnement thermique dû à l'explosion,

- Le deuxième est le segment « d'étanchéité » qui évite le passage des gaz dans la partie basse du bloc,

- Le troisième est le segment « racleur- d'huile » qui évite les remontées d'huile, étale un film d'huile de graissage, élimine et rejette les excès d'huile. Les alliages d'aluminium communément utilisés pour la fabrication des pistons peuvent se classer en trois catégories.

- aluminium-cuivre.
- aluminium-cuivre-nickel (ou fer).
- aluminium- silicium.

Cette dernière catégorie est la plus utilisée parce qu'elle offre d'excellentes caractéristiques de résistance mécanique, un faible coefficient de dilatation et des coefficients de conduction thermique élevés.

Dans toute machine à combustion interne, le piston doit satisfaire aux conditions suivantes :

- Transmettre au vilebrequin par l'intermédiaire de la bielle, les efforts dus aux gaz de combustion.

-Assurer l'étanchéité aux gaz et à l'huile de graissage et céder aux cylindres la chaleur reçue des gaz.

- La première fonction est essentiellement liée à la résistance mécanique du piston (dimensionnement des épaisseurs et choix de la matière) ;

L'étanchéité aux gaz permet l'utilisation de toute l'énergie produite lors de la combustion et évite que les gaz, en fuyant dans le carter, ne brûlent l'huile et ne provoquent le grippage ou l'usure des segments.

La dissipation de la chaleur venant de la tête s'obtient soit par profilage de l'intérieur du piston, surtout dans la zone de raccordement à la jupe, soit en refroidissant par des jets d'huile la partie intérieure de la tête (appelée communément fond du piston), soit encore en ménageant dans le corps de la tête, ou tout autour de la chambre de combustion, des cavités annulaires ou formant un serpentin, dans lesquelles circulera de l'huile de refroidissement. La partie supérieure de ces pistons, directement exposée aux effets de la combustion, constitue la première barrière qui arrête les gaz dans leur détente.

Un jeu trop grand favorise la formation de dépôts carbonneux. Si le jeu est trop petit, le segment de la première gorge travaille dans des conditions voisines du grippage. Ce

segment, en effet, de par sa position, est particulièrement exposé, raison pour laquelle il est recommandé de le disposer le plus bas possible. [3]

2.1.4 Bielle

La bielle (figure8) est un organe reliant le piston au vilebrequin. Elle subit de multiples contraintes: compression, extension, flexion. La bielle est souvent fabriquée en acier dur. Mais dans le cas des moteurs à haute performance, le titane est préférable en raison de son poids et de sa dureté.



Fig.8- Bielle

On peut trouver la bielle sous trois formes :

2.1.4.1 Bielle monobloc

La bielle est faite en une seule pièce (figure 9). Elle nécessite l'utilisation d'un vilebrequin démontable. Le maneton est monté serré dans les masses de vilebrequin. [4]



Fig.9- Bielle monobloc [4]

2.1.4.2 Bielle assemblée

La bielle est en deux parties, la tête dispose d'un « chapeau » qui sera maintenu par deux vis et/ou boulons. Une bielle assemblée (figure10) permet l'utilisation d'un vilebrequin monobloc et facilite l'intervention sur les pièces en mouvement.[4]



Fig.10- Belle assemblée [4]

2.1.4.3 Bielle fendue

Méthode peu répandue, la bielle principale est fendue au niveau de la tête pour permettre à la bielle secondaire de s'accoupler au même maneton du vilebrequin. [4]



Fig.11-Bielle fendue [4]

2.1.5 Vilebrequin

Le vilebrequin (figure 12) est l'élément principal du système bielle-manivelle. Il permet la transformation du mouvement rectiligne alternatif du piston, en un mouvement de rotation. Chaque manivelle est formée de deux bras appelés " bras de manivelle", ou flasques, et du maneton, ou portée de bielle, qui tourne dans le coussinet de la tête de bielle. Les portées sur l'axe de rotation de l'arbre sont appelées portées, ou tourillons de ligne d'arbre.

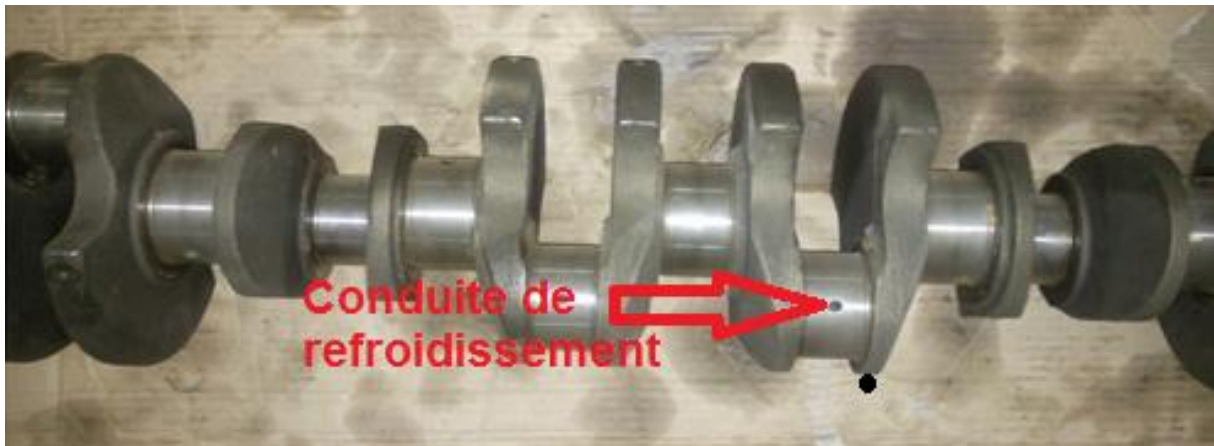


Fig.12 - Vilebrequin

Dans les moteurs en ligne, le vilebrequin comporte autant de manivelles qu'il y a de cylindres. Dans les moteurs à cylindres opposés, le nombre de manivelles peut être égal au nombre de cylindres ou à la moitié. Dans les moteurs en V, en général, le nombre des manivelles est la moitié du nombre de cylindres. Le nombre des paliers de ligne d'arbre, en revanche, peut varier considérablement. Ainsi, par exemple, un moteur à quatre cylindres peut comporter un vilebrequin porté par deux paliers seulement, ou par trois, quatre ou cinq. Le choix dépend de considérations techniques et économiques. Un moteur à deux paliers est de fabrication plus économique, mais ne permet pas d'atteindre des régimes très

élevés ni de grosses puissances spécifiques. En effet, pour éviter des flexions du vilebrequin et les vibrations qui en résultent, le diamètre des manetons doit être très important et il convient de donner aux bras de manivelle une section en rapport, ce qui donne un vilebrequin et des têtes de bielle lourds. Les masses tournantes engendrent alors des forces d'inertie considérables, incompatibles avec des régimes très élevés. Les vibrations de flexion du vilebrequin sont, en outre, une cause de bruit (battement dans les coussinets de ligne d'arbre). Toutes ces raisons font que pour les 4 cylindres, la solution du vilebrequin à deux paliers n'est plus utilisée. Beaucoup de moteurs à quatre cylindres sont donc à trois paliers, mais pour les plus modernes, surtout ceux de cylindrée élevée, la solution à cinq paliers est préférée. Elle est plus coûteuse mais permettant d'atteindre des puissances spécifiques élevées et de réduire en même temps le poids total du moteur. Pour cette même raison, d'une façon générale, les moteurs 6 cylindres en ligne disposent de sept paliers, les 6 cylindres en V de quatre paliers, les V 8 de cinq paliers. Le vilebrequin porte, à l'extrémité destinée à transmettre la puissance, une bride pour l'attache du volant ; celui-ci à son tour portera l'embrayage. A l'autre extrémité, une forme adéquate permet d'assurer le calage de l'engrenage de commande de la distribution et des poulies pour l'entraînement par courroies des organes auxiliaires (pompe à eau, générateur électrique, ventilateur, etc.). Le matériau normalement utilisé pour la construction du vilebrequin est l'acier au carbone ; Pour les fortes sollicitations, on utilise des aciers au nickel-chrome ou au chrome-molybdène-vanadium. [3]

2.1.6 Volant-moteur

Le volant moteur (figure 13) est une masse d'inertie servant à régulariser la rotation du vilebrequin. Le volant a également d'autres fonctions secondaires:

- Porter la couronne de lancement du démarreur ;
- Porter le système d'embrayage et possède une surface d'appui pour le disque ;
- Porter parfois le repère de calage d'allumage ou



Fig.13- volant-moteur

le déclenchement du repère P.M.H... Pour la fabrication, l'acier est souvent utilisé, car les grandes fréquences de rotation font apparaître des forces centrifuges tendant à faire éclater le volant. La fonte sphéroïdale reste une solution grâce à des caractéristiques proches de l'acier: résistance mécanique élevée et bonne capacité d'amortissement des vibrations. La fonte classique peut être utilisée sur des moteurs lents.

-Maintenant, l'équilibrage du volant moteur est effectué avec le vilebrequin assemblé ; [3]

2.1.7 Coussinets

Les coussinets (figure 14) sont des pièces recouvertes de métal antifriction appelée régule, servant à guider et à supporter des organes tournants. La fonction des coussinets est de réduire les frottements, donc de diminuer les résistances au mouvement et d'éviter l'usure ou encore le grippage des pièces. Les coussinets sont composés de deux éléments appelés coquilles. Ils peuvent être également d'une seule pièce appelés plutôt bagues.



Fig.14 - Coussinet

Les matériaux généralement employés pour leur fabrication sont des alliages de bronze avec de l'antimoine ou du plomb. Les coussinets sont montés généralement sur les paliers de l'arbre moteur, sur les manetons les paliers de l'arbre à cames, certains arbres de la boîte de vitesses,... etc.

Les coussinets à coquilles en bronze, trouvant leur emploi dans les moteurs de grandes dimensions, sont rarement utilisés. Les coussinets doivent posséder quelques propriétés caractéristiques. La première est la compatibilité entre le matériau du coussinet et l'organe en mouvement; cette condition est pratiquement toujours remplie : il suffit en effet que les matériaux en contact ne soient pas semblables (par exemple acier sur acier). La deuxième caractéristique fondamentale est l'aptitude à supporter des pressions spécifiques et des vitesses de frottement élevées. [3]

2.2 Organes fixes

2.2.1 Culasse

La culasse représentée (figure 15) est une pièce de fonderie en acier ou aluminium fixée sur la partie supérieure du bloc moteur par des goujons. Elle recouvre soit un cylindre, soit un groupe de cylindres, soit la totalité des cylindres.

Elle doit posséder les mêmes caractéristiques que le bloc moteur (résistance, conductibilité).

Elle comporte:

- Des orifices d'admission et d'échappement ;
- Des chambres du circuit de refroidissement et de graissage ;



Fig.15 – Culasse à essence

- Des emplacements pour les bougies de préchauffage (moteur diesel) les injecteurs ;
- Des emplacements pour les bougies d'allumage (moteur essence) ;
- Des emplacements pour les injecteurs ;

Le joint de culasse (figure 16) assure l'étanchéité entre la culasse et le bloc cylindres. Il comporte :

- des ouvertures à l'endroit de chaque cylindre ;
- Des orifices pour le passage des goujons de fixation de la culasse et pour le système de commande des soupapes et la circulation du liquide de refroidissement ;

Il est généralement en amiante armé graphité, bien que l'on trouve aussi des joints en acier. L'étanchéité du gaz est alors assurée par un bossage sur la chemise qui s'incruste dans le joint lors du serrage de la culasse. L'étanchéité à l'huile et au liquide de refroidissement est assurée par des joints en silicone résistants aux hautes températures et polymérisés sur l'acier. [5]



Fig.16 - Joint de culasse

2.2.2 Cylindre et bloc cylindre

Le bloc moteur ou bloc cylindres (figure 17) est une pièce de fonderie qui enveloppe les cylindres et qui reçoit les différents organes constitutifs. Il doit:

- Assurer sans contrainte le mouvement des organes mobiles ;
- Résister aux pressions de combustion sans déformation ;
- Posséder une bonne conductibilité thermique ;
- Etre résistant à la corrosion due au liquide du circuit de refroidissement ;

Il reçoit à sa partie supérieure une ou plusieurs culasses et à sa partie inférieure un carter d'huile. Il est généralement en fonte moulée et usinée. On peut aussi le trouver en fonte d'aluminium. Les pistons ne se déplacent pas à l'intérieur du bloc moteur en frottant directement sur celui-ci. [5]



Fig.17 – Chemise humide

La figure18 illustre bloc moteur DEUTZ



Fig.18 - Bloc moteur DEUTZ

2.2.2.1 Bloc usiné non chemisé

La partie interne du bloc (figure 19) reçoit un usinage et un traitement spécial de la paroi. L'ébauche et la demi-finition est des opérations d'alésage alors que la finition est une opération de glaçage à l'aide de rodoirs. [6]

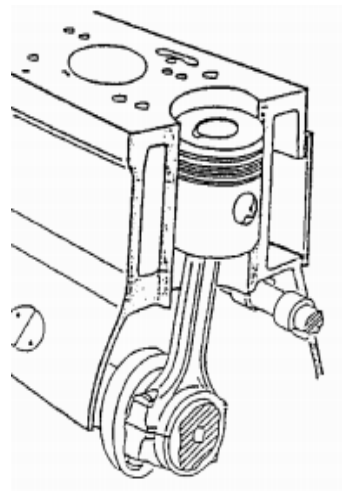


Fig.19 - Bloc usiné non chemisé [6]

2.2.2.2 Bloc avec une chemise sèche

Un cylindre métallique en acier spécial traité, appelé chemise (figure20), s'interpose entre le bloc et le piston. Dans le cas d'une chemise sèche, il n'y a aucun contact direct entre celle-ci et le circuit de refroidissement. [6]

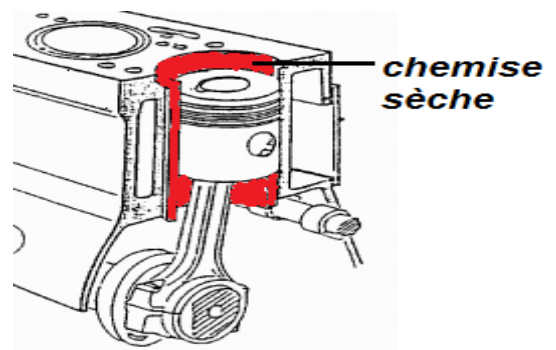


Fig.20 - Bloc avec une chemise sèche [6]

2.2.2.3 Bloc chemise humide

Un cylindre métallique en acier spécial traité, appelé chemise, s'interpose entre le bloc et le piston. Dans le cas d'une chemise humide, il y a contact direct entre la chemise et le liquide de refroidissement. [6]

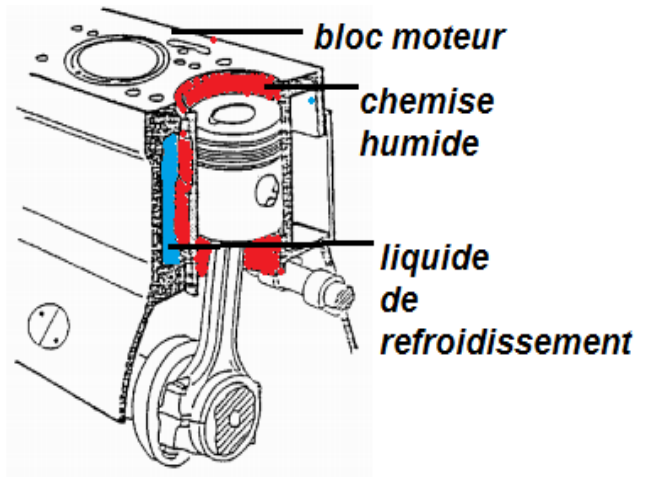


Fig.21 - Bloc chemise humide [6]

2.2.3 Carter d'huile

Le carter d'huile (figure22) est réalisé soit en tôle emboutie, soit ou coulé en alliage léger. Il est positionné sous le bloc moteur et constitue la réserve d'huile du circuit de graissage.



Fig.22 - Carter d'huile

2.2.4 Bougies de préchauffage

Pour faciliter le départ à froid en élevant la température des parois de la chambre de combustion et de l'air admis, les Diesel sont équipées de bougies de préchauffage (figure23). Ces organes, qui ressemblent à des bougies d'allumage mais qui sont plus courts et plus épais, sont connectés à l'alimentation électrique du véhicule; ils comprennent une résistance intérieure qui s'échauffe très rapidement dès qu'elle est mise sous tension. Les bougies de préchauffage sont mises en fonction par la clé de contact-démarrage-antivol. Sur les

moteurs les plus récents, elles sont mises automatiquement hors circuit dès que le moteur est lancé et accéléré au-dessus de son régime de ralenti.



Fig.23 - Bougie de préchauffage

3. Circuits d'alimentation

Les circuits d'alimentation (figure24) permettent d'amener à la pompe d'injection une quantité de combustible suffisante, parfaitement filtrée, sans émulsion ni présence d'eau et sous une pression déterminée.

Ils participent également à la stabilisation de la température de la pompe d'injection et à l'écrêtage des pointes de pression en fin d'injection. [7]

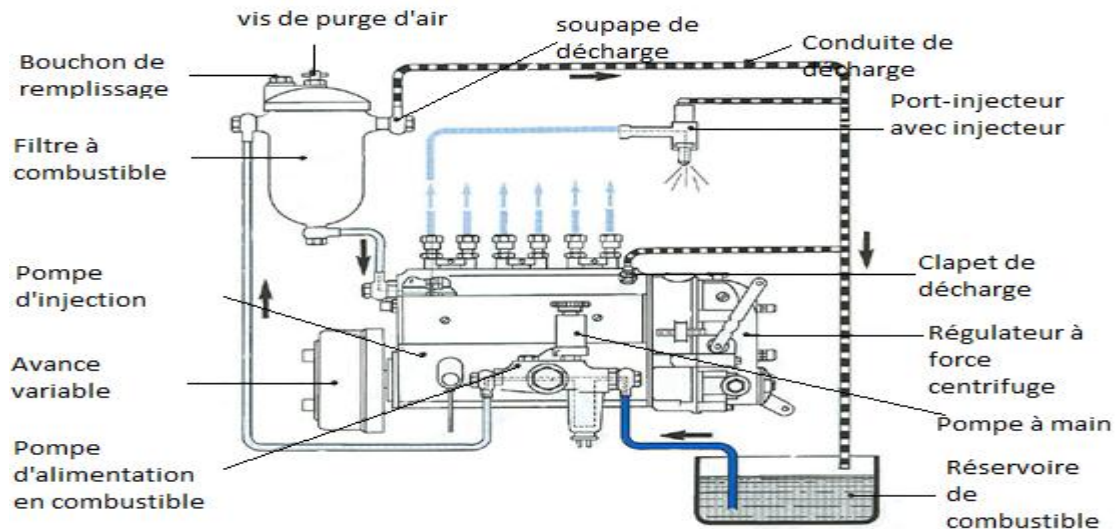


Fig.24 - Circuit d'alimentation [7]

3.1 Pompes d'alimentation

La pression d'alimentation en combustible d'une pompe en ligne classique varie entre 1 bar et 2.5 bars selon le tarage de la soupape de décharge, pour assurer le remplissage optimal des éléments de pompage, avec un débit égal au moins 1.5 à 2 fois le débit de la pompe d'injection au régime nominal de pleine charge. Ceci après avoir aspiré le combustible dans le réservoir, en passant par le pré filtre, et refoulé celui-ci à travers le (ou les) éléments filtrants (pompe à piston ou à engrenages). [7]

3.1.1 Pompes à membrane

Elles sont à commande mécanique comme les pompes à essence, avec généralement une cuve de pré filtrage. Le tarage du ressort de membrane est légèrement supérieur à celui des pompes à essence (0.3 à 0.6 bars). [6]

La figure 25 illustre pompes à membrane

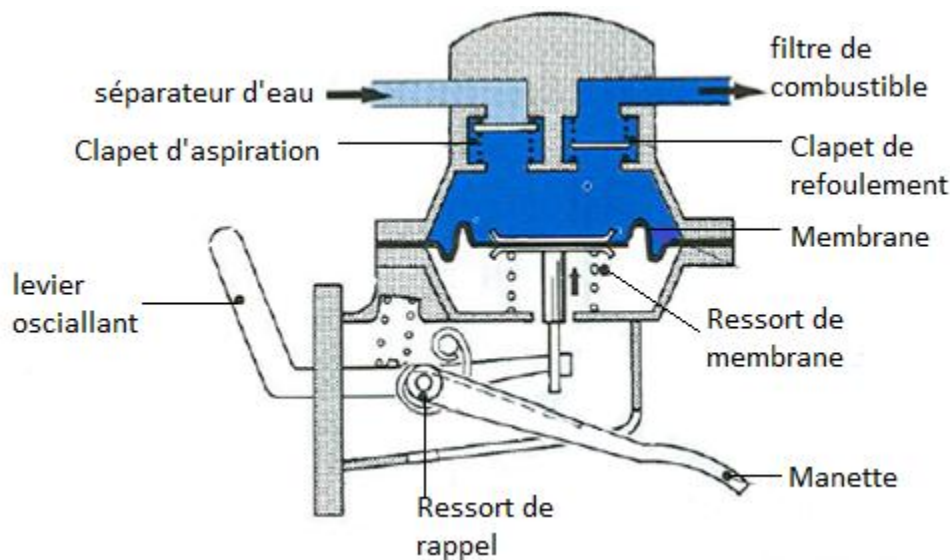


Fig.25 - Pompes à membrane [7]

3.1.2 Pompes à piston

Ce système est le plus fréquent. Elles sont directement montées sur les pompes d'injection et commandées par l'arbre à came de celle-ci. Elles sont autorégulatrices grâce à la valeur de tarage du ressort de piston 2.5 à 4 bars.

3.1.2.1 Pompe d'alimentation à simple effet

L'arbre à cames de la pompe d'injection commande le poussoir à galet. Le piston principal (6), sous la poussée de la tige de pression (1), envoie le liquide contenu dans la chambre **A** vers la chambre **B**, en ouvrant le clapet (7). Un volume correspondant à celui déplacé par la tige de pression (1) est envoyé vers le refoulement.

Le sommet de la came étant dépassé, le ressort principal (3) repousse le piston (6) et la tige de pression (1) :

- le combustible de la chambre **B** est refoulé vers le filtre principal,
- la dépression créée dans la chambre **A** permet l'ouverture du clapet (5) et l'aspiration du combustible venant du réservoir.

Si en **B**, la pression de gazole est inférieure à celle qu'exerce le ressort (3), le piston demeure au contact de la tige-poussoir (1) et la course est complète.

Si, au contraire, la pression de gazole en **B** atteint celle exercée par le ressort, le piston se sépare de la tige-poussoir et sa course n'est que partielle. Il s'agit là d'une autorégulation. [5]

La figure 26 illustre pompe d'alimentation à simple effet

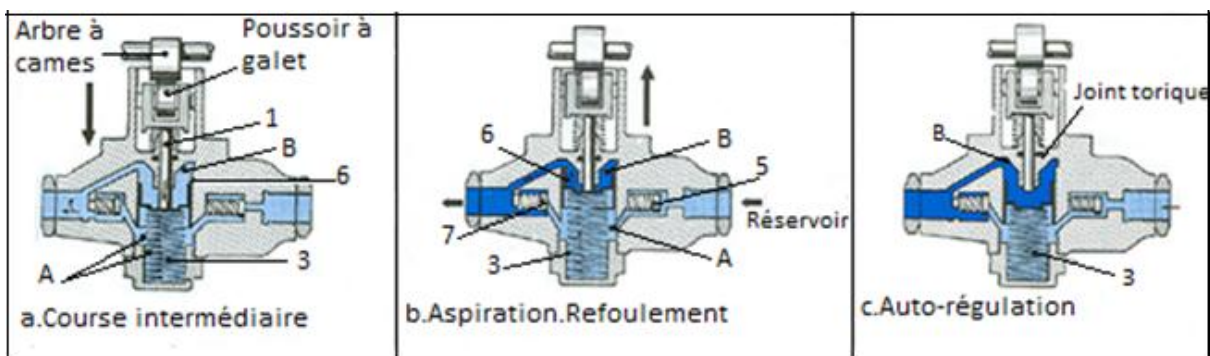


Fig.26 - Pompe d'alimentation à simple effet [7]

3.1.2.2 Pompe d'alimentation Bosch à double effet

Sous l'action de l'excentrique de commande, le déplacement du piston de pompe vers le bas comprime le ressort provoquant l'ouverture des clapets **A1** et **R1** ainsi que le refoulement du combustible vers la pompe d'injection.

Lorsque l'excentrique s'efface, le piston se déplace vers le haut sous l'action du ressort provoquant l'ouverture des clapets **A2** et **R2** et le refoulement vers la pompe d'injection.

Pour chaque déplacement du piston, on obtient une aspiration et un refoulement simultanés du combustible; la pompe d'alimentation est à double effet. [3]

La figure 27 illustre pompe d'alimentation Bosch à double effet

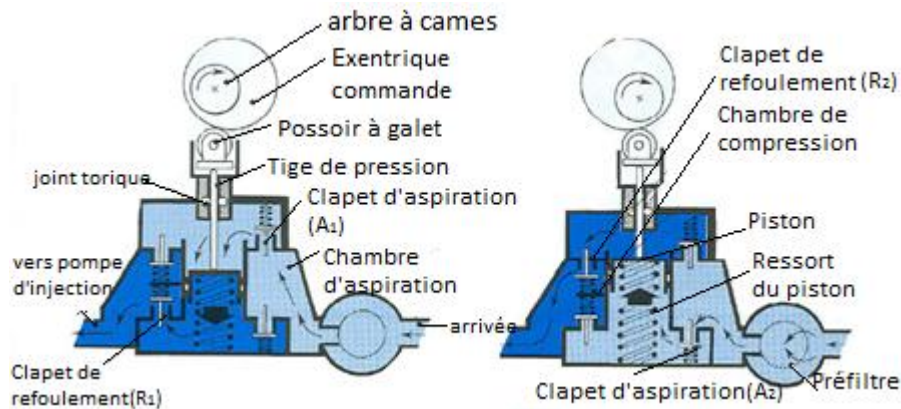


Fig.27 - Pompe d'alimentation Bosch à double effet [7]

3.2 Système d'injection diesel

3.2.1 Moteurs à injection indirecte

L'application du moteur Diesel privilégie souvent le silence de fonctionnement au détriment d'une légère surconsommation. Pour satisfaire à ces conditions, les moteurs Diesel montés sur les voitures par exemple étaient, jusqu'à un passé récent, de type à chambre divisée (injection indirecte). Le terme d'indirecte vient donc du fait que la combustion ne s'amorce pas au-dessus du piston mais dans une chambre annexe. Deux principes sont utilisés : les préchambres (figure 28) et les chambres de turbulence (figure 29).

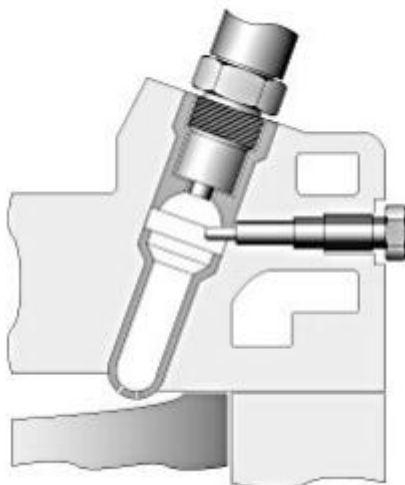


Fig.28 - préchambre [3]

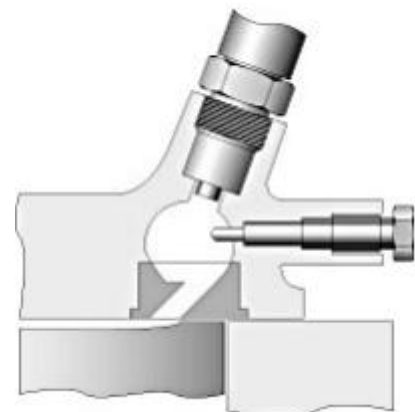


Fig. 29 - chambre de turbulence [3]

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

L'injection du carburant dans ce petit volume relativement chaud permet de réduire le délai d'allumage du combustible. Seule la quantité minimum de combustible nécessaire à l'amorçage de la combustion s'enflamme, le reste se trouve chassé de la préchambre par l'augmentation de pression et la combustion se poursuit dans la chambre principale. Les moteurs à injection indirecte remplissent les conditions requises pour son application à l'automobile, à savoir un relatif silence de fonctionnement et un faible taux d'émissions de NOx.

Cependant la perte de pression dans le passage de la préchambre à la chambre de combustion limite son rendement. C'est cela, le second choc pétrolier en 1973 et les normes de dépollution toujours plus sévères qui ont amené les constructeurs à repenser le moteur Diesel en termes d'économie et de faible pollution et ont provoqués le passage des nouveaux moteurs l'injection directe. [3]

3.2.2 Moteurs à injection directe

Le claquement des moteurs diesel provient du délai d'auto-inflammation du gas-oil. Lors d'une injection, le gas-oil ne s'enflamme pas dès son entrée dans le cylindre, mais après un délai dépendant de divers facteurs comme la température du carburant et de l'air, de la pression en fin de compression ou de la finesse de l'injection. S'il n'y a qu'une seule injection, une grosse quantité sera déjà injectée quand le gas-oil s'enflammera, d'où un bruit élevé particulièrement lorsque le moteur est froid.

La solution est alors de créer une première injection d'une infime quantité de carburant pour amorcer la combustion, ce qui ne va générer qu'un faible bruit. Ensuite, la quantité nécessaire est injectée pour que le moteur délivre la puissance.

Cette première injection est appelée injection pilote.

Elle dure quelques dizaines de micro seconde et la quantité injectée est de l'ordre de 1 à 2 mm³ (une injection moyenne est de 30 mm³). Aujourd'hui, trois technologies sont utilisées :

- La première, l'injection classique, est celle utilisée depuis le début du moteur diesel ;
- Les deux suivantes, le Common rail et l'injecteur pompe, sont des technologies qui remplacent progressivement l'injection classique ;

Il est à noter que le moteur à injection directe s'impose pour son rendement supérieur à ceux des moteurs à injection indirecte. En effet, le rapport entre la surface et le volume de la chambre de combustion est nettement plus faible pour un moteur à chambre à espace mort unique (injection directe) que pour un moteur à préchambre (injection indirecte) ; de plus, la durée de la combustion est plus courte dans un moteur à injection directe.

Ces deux paramètres diminuent les échanges thermiques entre la chambre de combustion et le système de refroidissement, facteurs de perte de rendement. Les problèmes liés à l'injection directe sont de deux ordres : bruits de combustion et émission d'oxyde d'azote).

La figure 30 illustre l'injection directe

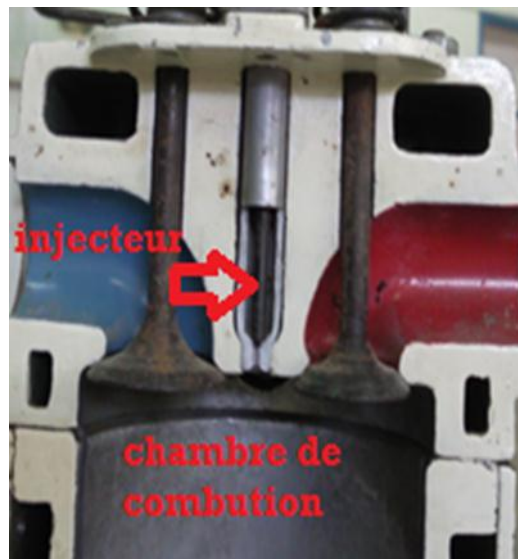


Fig.30 -Injection direct

3.2.3 Injection directe classique

La figure 31 illustre un circuit d'alimentation.

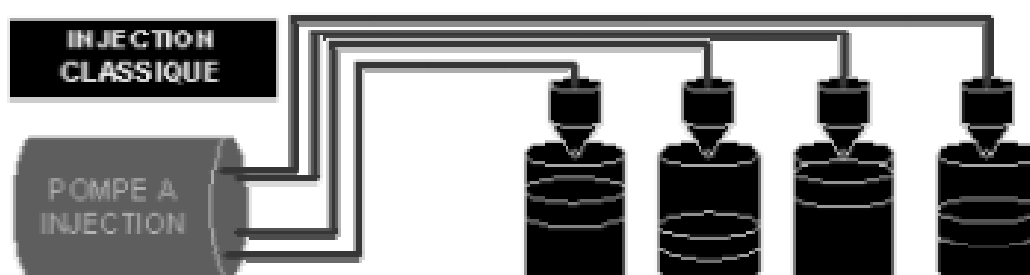


Fig.31 - Système d'injection directe classique [3]

La pompe d'injection génère la pression d'injection qui ouvrira l'injecteur, des tuyaux conduisent le gas-oil sous pression vers les injecteurs, et les injecteurs s'ouvrent à chaque fois qu'ils reçoivent de la pression.

La conception des pompes d'injection utilisées dans l'automobile était au début à pistons en ligne. Cette conception est encore utilisée dans le poids lourd. Depuis un peu plus de 15ans, ce type de pompe a été remplacé par la pompe rotative, moins volumineuse. La pression des dernières pompes, telle que la VP 44 à pistons radiaux de Bosch, montent à 1800 bars au niveau de la pompe et de près de 2 000 bars au niveau des injecteurs. L'apparition de la régulation électronique dans les systèmes d'injection a permis de stabiliser et d'affiner les réglages de base, tant au niveau du moment d'injection que du débit de combustible. Ces différents systèmes d'injection mécaniques par pompe distributrice, régulés ou non de manière électronique, présentent comme caractéristique commune la variation de la pression d'injection en fonction de la vitesse de rotation du moteur. Cette variation de pression d'injection rend difficile une maîtrise totale de la combustion. Le système d'injection à rampe commune s'affranchit de cette contrainte. Il convient alors de s'étendre sur ce système aussi appelé Common Rail car représentatif des innovations actuellement présentes sur nos moteurs Diesel. [3]

3.2.4 Moteurs à injection haute pression à rampe commune

Contrairement aux systèmes à pompe distributrice, le système d'injection haute pression à rampe commune (figure 32) permet, avec sa rampe d'accumulation, de maintenir constante la pression quels que soient la vitesse du moteur et la quantité de carburant injectée.

Cette fois, la pompe injecte le carburant dans une rampe commune à tous les injecteurs. La quantité de combustible injecté peut-être fractionnée pour réaliser une pré-injection, ce qui permet de réduire les bruits de combustion et la formation de NOx. Cette faible quantité de carburant (1 à 4 mm³) permet de préparer, par une augmentation de la température et de la pression dans la chambre de combustion, l'inflammation du combustible lors de l'injection principale. Sur chaque injecteur il ya une électrovanne contrôlée par le boîtier électronique qui commande le temps d'ouverture de celui-ci. La pression dans la rampe atteint 1350 bars, quel que soit le régime moteur.

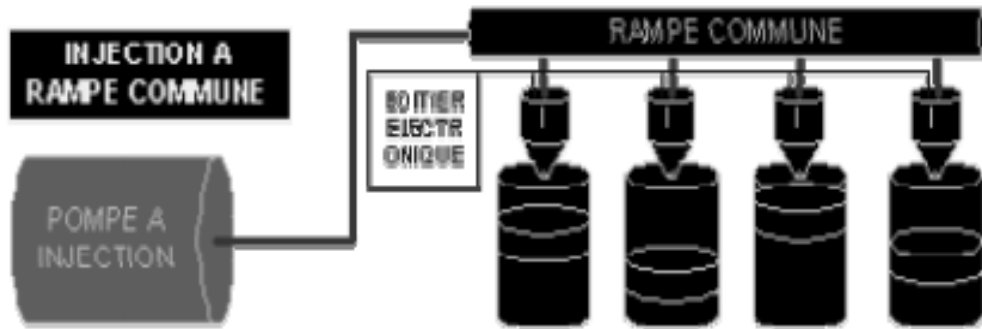


Fig.32 - Système d'injection haute pression à rampe commune [3]

Grâce à ce système, le moteur devient plus souple et surtout pollue moins : plus la pression est forte, plus l'injecteur vaporise le carburant et meilleur est le rendement. Le diesel est ainsi pulvérisé sous forme de très fines gouttelettes. Après l'explosion, il ne reste que très peu d'impuretés imbrûlées. De plus, il est possible de contrôler une postcombustion qui permet de brûler les particules qui n'ont pas brûlées lors de l'explosion. [3]

3.2.2.1 Circuit d'alimentation basse pression

Le circuit d'alimentation basse pression permet d'alimenter en quantité suffisante et à pression constante le circuit haute pression. Son principal élément est la pompe d'alimentation. La pompe d'alimentation refoule le carburant du réservoir vers la pompe haute pression (environ 2,5 bars avec un débit de 200 l/h). Il existe 2 types de pompes : la pompe mécanique à engrenages (implantée directement sur le moteur) de type volumétrique dont le débit fourni dépend de sa vitesse de rotation donc de celle du moteur ; la pompe électrique (implantée à l'extérieur du réservoir ou bien immergée dans celui-ci) de type multicellulaire à rouleaux et entraînée par un moteur électrique à courant continu ; elle fonctionne en général dès la mise sous contact et à une vitesse constante. [3]

3.2.2.2 Circuit d'alimentation haute pression

À une pression inférieure à 0,8 bars, le clapet de sécurité est fermé. Le carburant passe au travers d'un ajutage afin de permettre la lubrification et le refroidissement de la pompe.

À une pression supérieure à 0,8 bars, le clapet décolle de sa portée et permet l'alimentation en carburant des éléments de pompage. Lors de l'alimentation haute pression, la régulation joue un rôle prépondérant notamment par le biais du régulateur.

Ce dernier contrôle la pression dans la rampe haute pression ; il est commandé par un rapport cyclique d'ouverture fourni par le calculateur. La pression d'injection dépend essentiellement des paramètres de charge et de régime du moteur. Une valeur consignée fixée par l'unité centrale est validée par l'information du capteur de pression fixé sur la rampe. En cas d'écart entre la valeur de consigne fixée par le calculateur et la valeur mesurée par le capteur, le signal de commande envoyé au régulateur de pression est modifié de nouveau.

La simple analyse des circuits d'alimentation haute et basse pression surligne bien la place importante qu'ont prise l'électronique et l'automatique au sein du nouveau moteur Diesel notamment par le rôle joué par le régulateur et le calculateur dans la boucle de régulation de l'injection. Un autre élément primordial du circuit d'alimentation haute pression est l'injecteur. [3]

L'injecteur permet la pulvérisation du carburant dans la chambre de pression en dosant avec précision le débit et le point d'avance. Il est composé de deux parties :-la partie inférieure : c'est un injecteur à trous multiples, semblable aux injecteurs classiques montés sur les moteurs à injection directe ;

-la partie supérieure : c'est un dispositif à commande électrique qui permet la commande de l'aiguille. Le temps de commande du solénoïde de l'injecteur varie de 200 à 1 200 ms environ Ce temps comprend les phases d'appel et de maintien. [3]

La figure 33 illustre la Fonctionnement du circuit d'alimentation haute pression

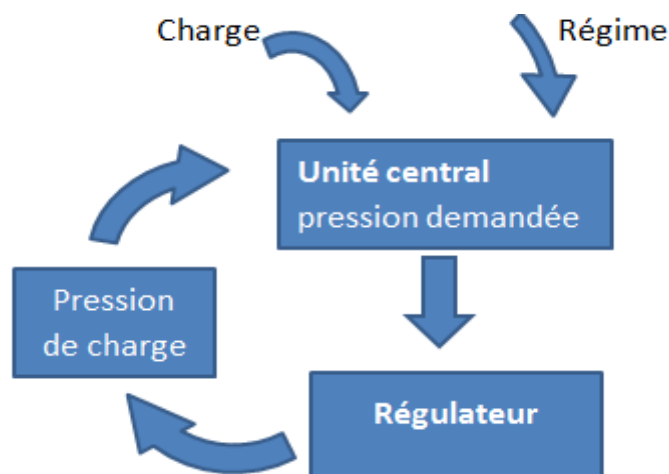


Fig.33-Fonctionnement du circuit d'alimentation haute pression [3]

3.2.3 Injection pompe

Cette technique (figure 34) est née du Docteur Karl Heinz Neumann, responsable de la division développement des organes mécaniques de Volkswagen.

Cet élément est indépendant pour chaque cylindre.

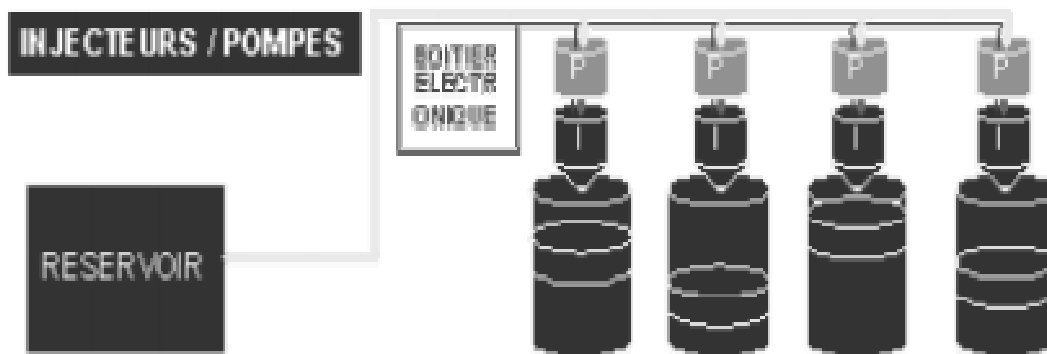


Fig.34 – système Injecteur pompe [3]

La partie pompe est placée au-dessus de l'injecteur qui se situe dans la culasse.

Les tuyauteries sont de ce fait supprimées et la haute pression est produite uniquement dans un très petit volume. L'injecteur pompe permet de très hautes pressions, de l'ordre de 2000 bars. L'élément pompe implanté directement au-dessus de l'injecteur est actionné par une came supplémentaire rapportée sur l'arbre à cames par l'intermédiaire d'un "culbuteur" à galet tourillonnant sur un axe spécifique. Ce culbuteur agit sur un petit piston (dit "plongeur").

Lorsque qu'il descend, la haute pression est obtenue à une vitesse extrêmement rapide de par la forme particulière de sa came de commande afin de fournir la haute pression maximum désirée. Un ressort de "rappel" ramène le piston à sa position initiale. L'injecteur pompe comporte une électrovanne intégrée qui pilote la courbe d'injection. C'est ainsi que la montée en pression dans la chambre sous le piston est contrôlée par cette électrovanne, elle ne peut en effet se constituer dans la chambre que si l'électrovanne est fermée électriquement. Son ouverture quasi instantanée provoque la coupure nette de l'injection favorisant une combustion complète et propre.

Principal avantage, la pression d'injection atteint 2050 bars. Cette haute pression permet d'injecter plus finement les gouttelettes de gas-oil et donc d'améliorer la combustion. Il est à noter que cette pression n'est atteinte qu'au régime le plus élevé et qu'elle n'est malheureusement que de 400 bars à faible régime. Cette technologie, si elle est plus bruyante que le système Common rail, semble donner de meilleurs résultats en termes de consommation.

L'injecteur pompe solution proposé par le groupe Volkswagen depuis 1998 surprend et se présente comme une solution très intéressante. [3]

La figure 35 illustre Injecteur pompe



Fig.35 – Injecteur pompe

4. système de refroidissement

Les principaux systèmes de refroidissement sont :

- Le refroidissement par eau : une circulation d'eau interne refroidit le moteur, ensuite l'eau est refroidie dans un radiateur ;
- Le refroidissement par air : un courant d'air frais passe sur le moteur et le refroidit.

En automobile, c'est le refroidissement par eau qui est le plus utilisé ;

4.1 Refroidissement par eau

La figure 36 représente un circuit de refroidissement d'eau.

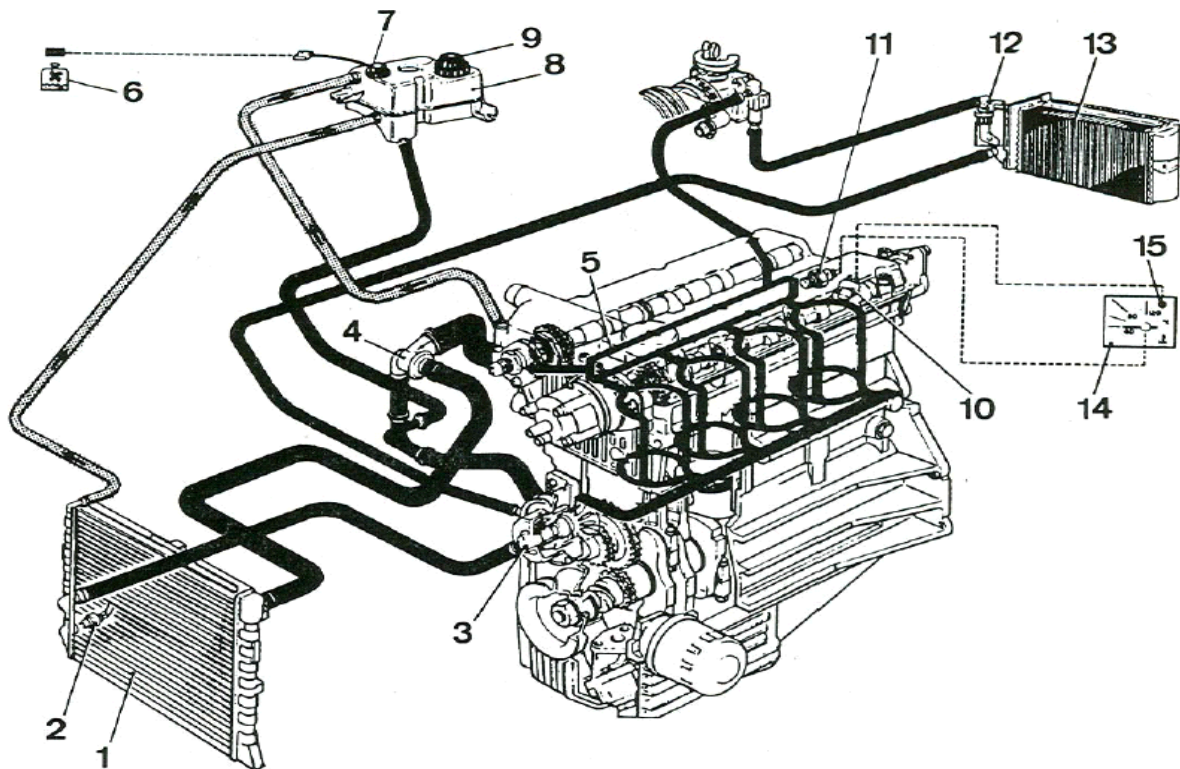


Fig.36 - Système de refroidissement par eau [7]

- | | |
|--|---|
| 1. Radiateur | 11. Sonde pour lampe témoin de température maxi du liquide de refroidissement |
| 2. Sonde du ventilateur électrique | 12. Robinet de chauffage |
| 3. Pompe à eau | 13. Radiateur de chauffage |
| 4. Soupape thermostatique | 13. Radiateur |
| 5. Culasse | 14. Indicateur de température du liquide de refroidissement |
| 6. Lampe témoin de niveau mini du liquide | 15. Lampe témoin de température du liquide de refroidissement |
| 7. Jauge à liquide | |
| 8. Réservoir d'expansion | |
| 9. Bouchon du réservoir d'expansion | |
| 10. Sonde de température du liquide de refroidissement | |

Dans le système (figure 36) le moteur, en particulier la culasse et le bloc-cylindres, comporte des cavités (chambres d'eau) dans lesquelles circule l'eau de refroidissement. La circulation de l'eau est assurée par une pompe centrifuge.

4.2 Refroidissement par air

Ce type de refroidissement (figure 37) encore beaucoup utilisé pour les motos est très rare en automobile. Il est très utilisé pour le refroidissement des moteurs DEUTZ.

Le coefficient de conductivité de l'air étant plus faible que celui de l'eau, les surfaces d'échange doivent être augmentées et le débit d'air être très important.

En pratique, cette surface est augmentée au moyen d'ailettes venues de fonderie au niveau des cylindres et de la culasse.

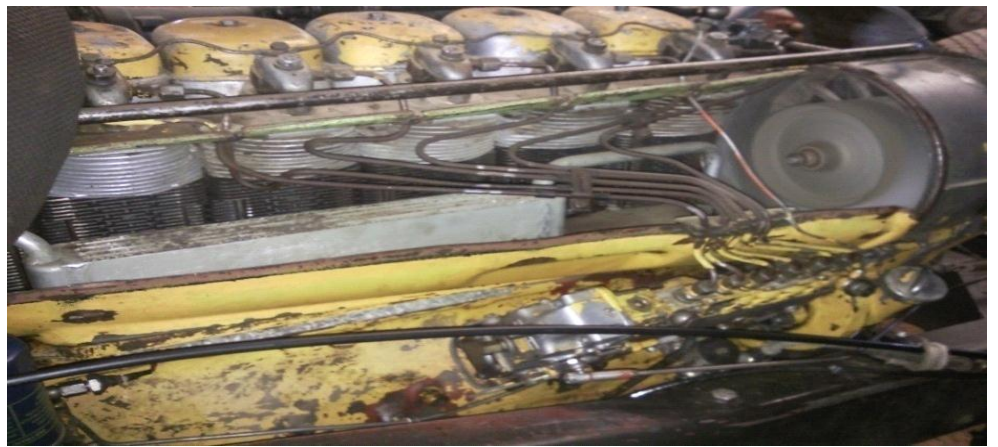


Fig.37 - Refroidissement par air

Pour les moteurs à poste fixe, le moteur est caréné avec des tôles et l'air est pulsé par une soufflante.

5. Circuit de graissage

On peut distinguer deux types de circuits de graissage :

- Les circuits à graissage sous pression et à bain d'huile, le plus généralement utilisé sur les véhicules de tourisme ;
- Le circuit à graissage sous pression et à carter sec, réservés à certaines applications particulières (véhicules tous terrains ou véhicules de compétition) ;

La figure 38 représente un circuit de graissage

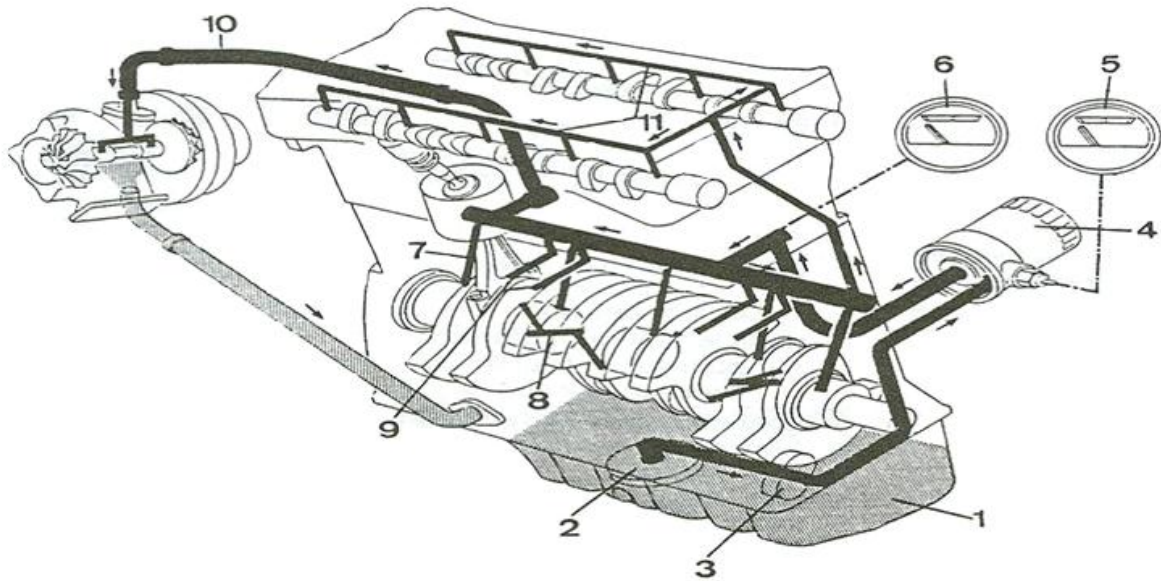


Fig.38 - Circuit de graissage [7]

- | | |
|--|--|
| 1. Carter inférieur du réservoir d'huile | 9. Arrosage des pistons |
| 2. Crépine d'aspiration | 10. Graissage des paliers turbocompresseur |
| 3. Pompe à huile | 11. Graissage des paliers d'arbre à cames |
| 4. Filtre à huile | |
| 5. Manomètre de pression | |
| 6. Thermomètre | |
| 7. Graissage des paliers de vilebrequin | |
| 8. Conduits percés dans le vilebrequin | |

5.1 Graissage sous pression et à bain d'huile

Le carter inférieur constitue une réserve d'huile. Cette dernière est aspirée au travers d'une crépine par une pompe, qui la refoule à une pression dont la valeur maximale (environ 4 à 5 bars) est contrôlée par une soupape de décharge, vers successivement :

- le filtre à huile;
- la rampe principale qui alimente les paliers de vilebrequin;
- la rampe de distribution qui permet de lubrifier les contacts cames-patins ou cames-poussoirs.

L'huile retombe ensuite par gravité dans le carter inférieur par des retours prévus à cet effet.

5.2 Graissage sous pression et à carter sec

Dans ce cas l'huile qui retombe dans le carter inférieur est aussitôt aspirée par une pompe d'épuisement vers un réservoir d'huile souvent séparé du moteur. De là, l'huile est aspirée puis refoulée sous pression par une pompe d'alimentation analogue, ainsi que le reste de circuit de graissage.

La pompe d'épuisement a un débit largement supérieur à celui de la pompe d'alimentation, dans un rapport de l'ordre de 1.5 à 2. Elle aspire donc, en même temps que de l'huile, une certaine quantité d'air. D'où l'intérêt de ce type de moteur, d'huiles ayant de bonnes propriétés anti-mousse.

Le réservoir d'huile permet une désaération de l'huile avant son départ vers la pompe d'alimentation.

Les deux pompes, d'épuisement et d'alimentation peuvent être toutes deux des pompes à engrenages entraînées par un même arbre. [7]

5.3 Pompe à huile

La pompe à huile est entraînée soit :

- Par un arbre commandé par l'arbre à cames à l'aide d'un renvoi d'angles ;
- Directement en bout d'arbre à cames ;
- A partir d'un pignon situé sur le vilebrequin ;

Les principaux types de pompes sont :

- Les pompes à engrenages ;
- Les pompes à palettes ;
- Les pompes "Trochoïde" ou pompes à rotor ;
- Les pompes à piston ;

La pompe à engrenage est le type de pompe le plus utilisé dans les moteurs de véhicules modernes, c'est aussi le plus simple.

La pompe se compose essentiellement de deux pignons cylindriques engrenant l'un dans l'autre et contenus dans le corps de pompe.

L'un des pignons est solidaire de l'arbre de commande de la pompe, cependant que l'autre tourne "fou" autour de son axe, entraîné par le pignon moteur.

Les deux pignons tournant dans l'huile, l'aspiration se fait entre les deux pignons d'un côté de la pompe, le refoulement se faisant de l'autre côté.

Les pignons peuvent être en acier, en fonte ou en bronze. Leur denture peut être droite ou hélicoïdale.

La figure 39 illustre pompe à engrenage



Fig.39- Pompe à engrenage

Il est essentiel que la pompe à huile soit en bon état et capable de fournir une pression d'une dizaine de bars, lorsque le moteur tourne à 3000 tr/min.

Il faut limiter la pression dans le circuit (environ 3 à 4 bars) afin de ne pas sur charger la pompe et d'éviter une consommation d'huile excessive.

Pour cela un clapet est monté en dérivation en sortie de pompe. C'est le tarage du ressort qui détermine la pression dans le circuit. [3]

5.4 Filtres à huile

Le circuit de lubrification d'un moteur comprend deux filtres à huile. Le premier, à crépine (figure40) est situé à l'entrée du tuyau d'aspiration de la pompe pour éviter l'introduction de corps étrangers; le deuxième, à cartouche (figure41), est placé de façon accessible sur le bloc-moteur.



Fig.40 - Crépine

La crépine contient un tamis en mailles de 1 mm environ; sa surface est suffisante pour éviter des pertes de charge, même en cas d'obstruction partielle. Elle se trouve au point bas

du réservoir ou du carter à huile, aménagé de façon que la crépine soit complètement immergée, malgré les mouvements du liquide.

Le filtre à cartouche se compose d'une embase, et d'une cloche contenant le filtre proprement dit.

Le filtre est monté en série au départ du circuit de graissage.

Il assure la rétention des particules en suspension dans l'huile, un clapet de sécurité (bypass) évite l'arrêt du débit d'huile en cas de colmatage du filtre.

Le filtre doit être chargé périodiquement ainsi que l'huile.

Le filtre à cartouche se compose d'une embase, et d'une cloche contenant le filtre proprement dit.

Le filtre est monté en série au départ du circuit de graissage.

Il assure la rétention des particules en suspension dans l'huile, un clapet de sécurité (bypass) évite l'arrêt du débit d'huile en cas de colmatage du filtre. [3]



Fig.41 - Filtre à huile

6. Conclusion

Les organes d'un moteur diesel sont aussi diverses que variés du point technologiques et formes géométriques. Les composants du moteur sont soumis à des contraintes mécaniques et thermiques assez conséquentes. Ces dernières ont une influence néfaste sur la durée de vie des organes du moteur ; d'où l'utilité de développer un outil d'aide au diagnostic d'un moteur afin de faciliter le travail tant sur le plan préventif que sur le plan curatif.

CHAPITRE 3

*MODULE
DEVELOPPE*

« « DDE » »

1. Introduction

Ce chapitre est consacré à la présentation du module didactique développé «DDE » d'aide au diagnostic des moteurs diesel DEUTZ, et d'identifier les causes des symptômes rencontrés par les différents éléments. Cet outil a été développé en Visual Basic 6.0.

2. Présentation du module

Ce module comporte trois étapes :

- Cause et incidents ;
- Diagnostic ;
- Séquences Vidéo ;

La figure1 illustre l'écran de figure du module développé «DDE».



Fig.1-Ecran de figure de module développé DDE

3. Fonctions principales



Appuyez sur le bouton entrer principale.



pour afficher la fenêtre

La figure 2 illustre la fenêtre principale.

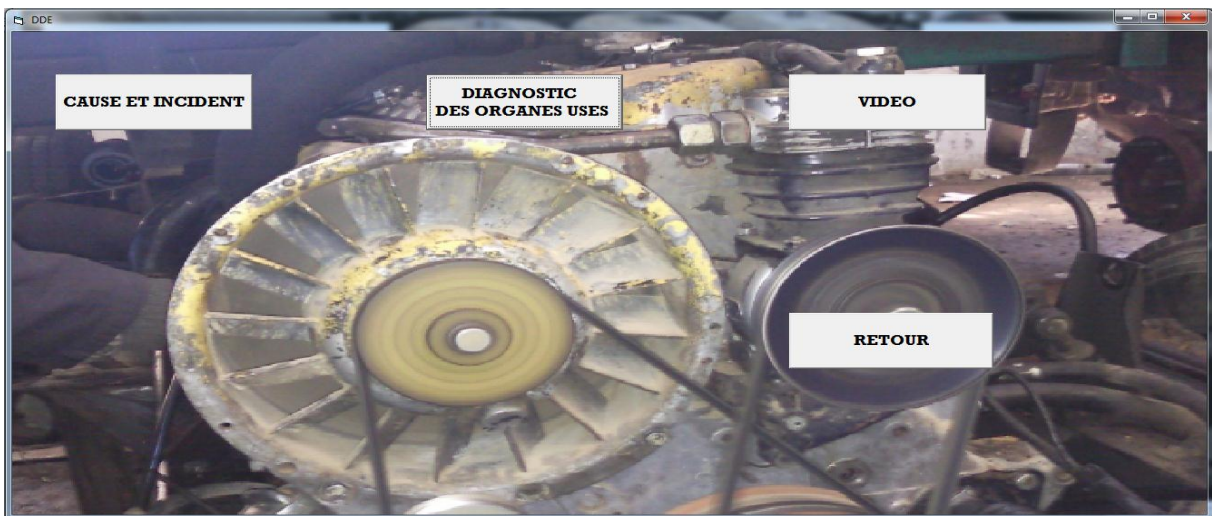


Fig.2-Fenêtre principale

4. Causes et incidents



Appuyez sur le bouton

CAUSE ET INCIDENT

pour afficher la fenêtre suivante

La figure 3 illustre la fenêtre des causes et des incidents.

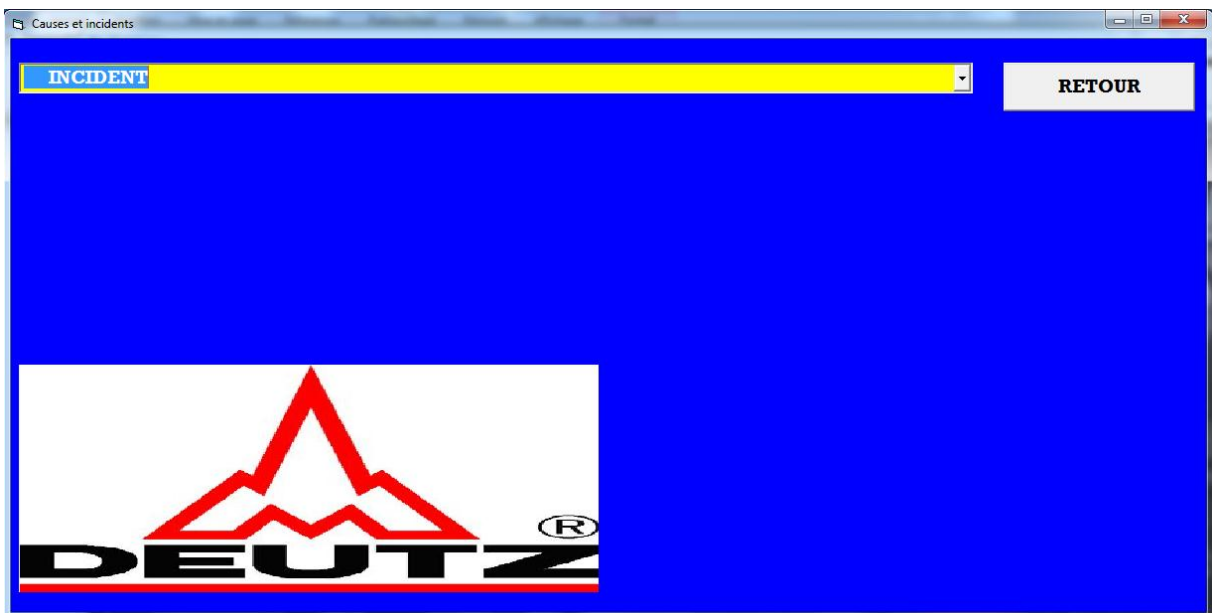


Fig.3-Fenêtre des causes et incidents



Appuyez sur la flèche



pour afficher la liste des incidents suivants :

- Le moteur ne démarre pas ou difficilement ;
- Réaction de la thermo-sonde de température de l'air de refroidissement ou de l'huile de graissage ;
- Manque de puissance ;
- Manque de pression d'huile ou pression d'huile trop faible ;
- Consommation d'huile trop élevée ;
- Le moteur fume bleu ;
- Le moteur fume blanc ;
- Le moteur fume noir ;
- Moteur ne tourne pas normalement ; [9]

La figure 4 illustre liste des incidents.



Fig.4-Liste des incidents

4.1 Exemple 1



Appuyez sur «Le moteur ne démarre pas ou difficilement» sur la liste des incidents précédente pour afficher la liste des types des causes suivantes :

- Conduite ;
- Combustible et lubrifiant ;
- Circuit gasoil ;
- Système électrique ;
- Moteur ;

La figure 5 illustre la liste des types des causes.

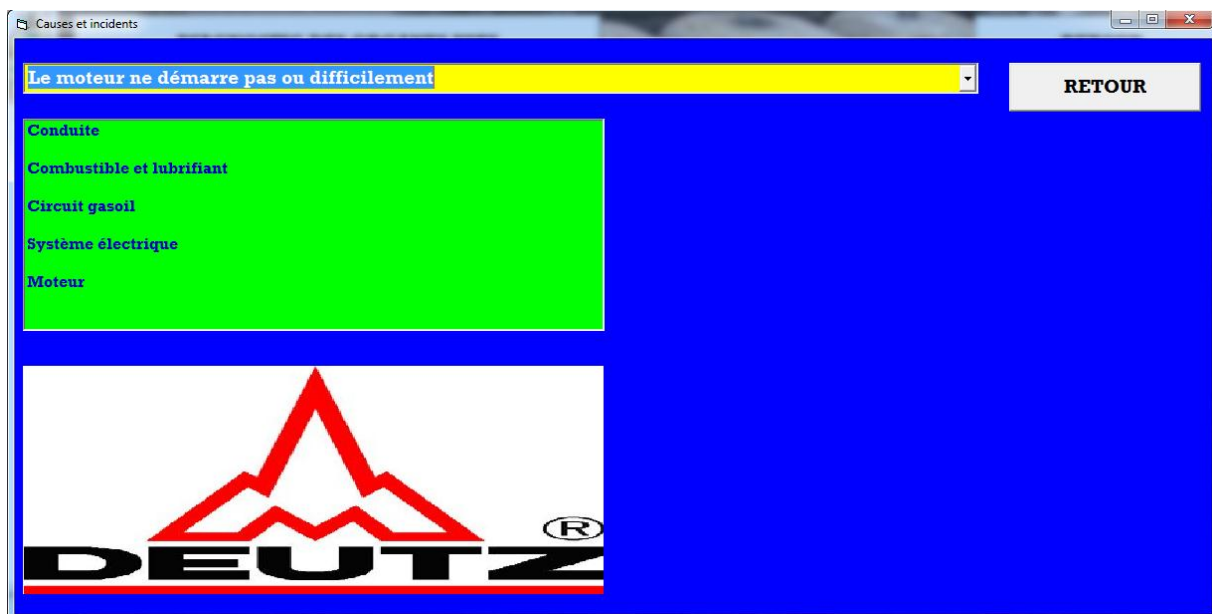


Fig.5-Liste des types des causes



Appuyez sur «Circuit gasoil » sur la liste des causes suivantes :

- Réservoir vide ou robinet fermé;
- Mise à l'air libre du réservoir bouchée;
- Présence d'air dans le circuit d'alimentation;
- Filtre à gasoil et/ou conduites bouchées;

- Pompe d'alimentation défectueuse;
- Pression de gavage trop faible ;
- Limiteur de fumée –LDA- dérégulé ;
- Injecteur défectueux ;
- Joint d'injecteur non conforme ;
- Calage de la pompe d'injection non conforme ;
- Avance automatique défectueuse ;
- Conduites de retours injecteurs bouchées ;
- Débit de la pompe d'injection trop important ;
- Manque d'étanchéité du clapet de décharge ou piston plongeur défectueux ; **[9]**

La figure 6 illustre liste des types des causes et liste des causes.

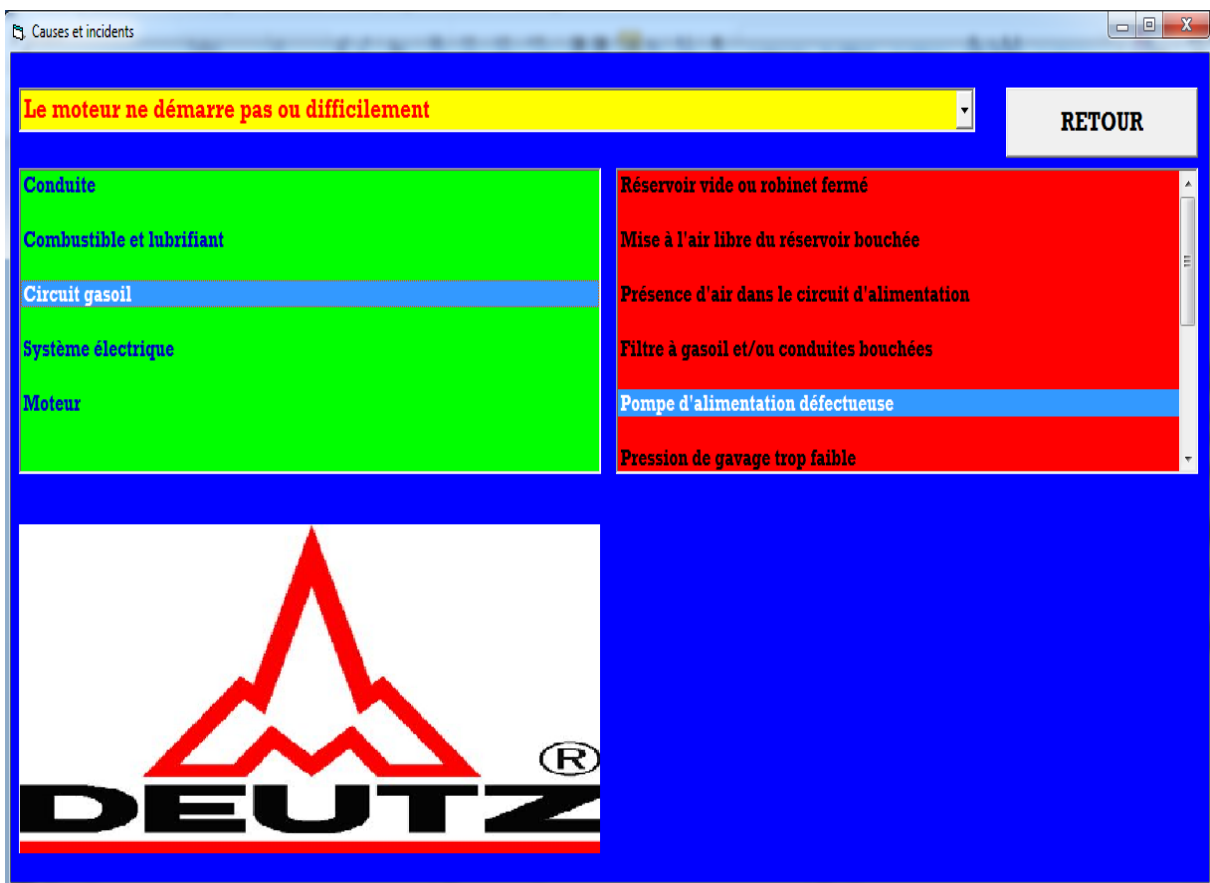


Fig.6-Liste des types des causes et liste des causes



Une clique sur «Pompe d'alimentation défectueuse » elle permet d'afficher une photo D'une pompe.

La figure 7 illustre liste des types des causes avec une liste des causes et la photo d'une pompe d'alimentation.



Fig.7-Liste des types des causes avec une liste des causes et photo d'une pompe d'alimentation

4.2 Exemple 2



Appuyez sur «Système électrique» sur la liste des types des causes précédente pour afficher la liste des causes suivantes :

- Batterie non chargée et/ou défectueuse;
- Cosses de batterie non-serrée ou oxydées;
- Pignon lanceur du démarreur n'engrène pas ou démarreur défectueuses;
- Electro-aimant du limiteur de fumée-LDA- défectueux;

La figure8 illustre liste des types des causes et liste des causes.

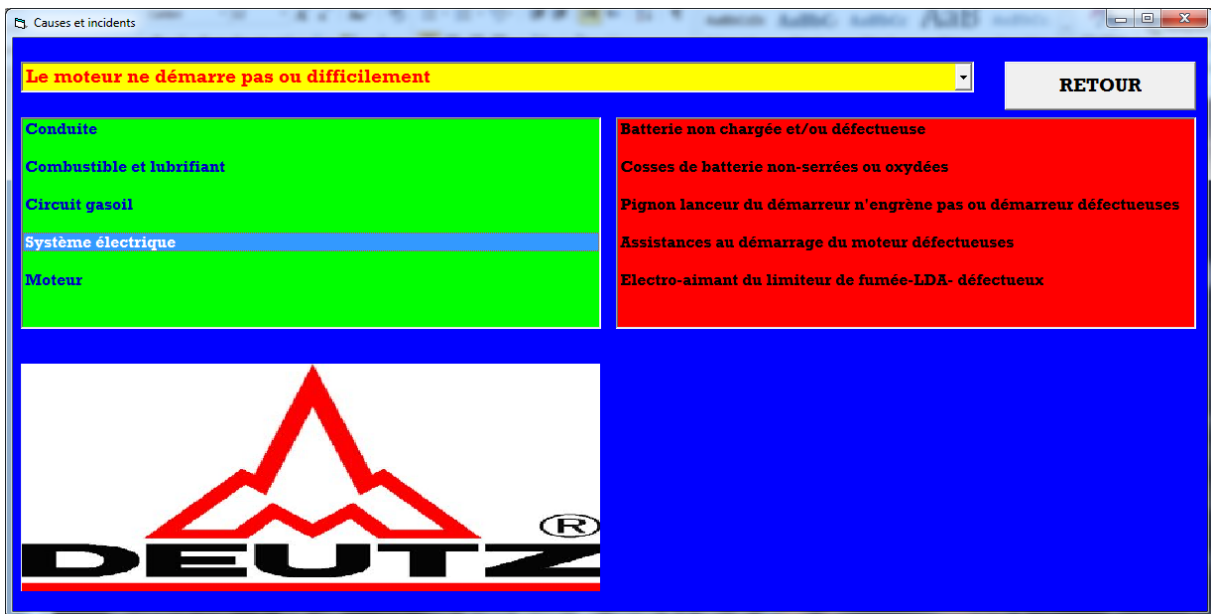


Fig.8-Liste des types des causes avec liste des causes



Une clique sur « Cosses de batterie non-serrées ou oxydées » pour afficher une photo d'une batterie.


La figure 9 illustre Liste des types des causes avec une liste des causes et une photo d'une batterie.



Fig.9-Liste des types des causes avec une liste des causes et une photo d'une batterie

4.3 Exemple 3



Appuyez sur la flèche  pour afficher la liste des incidents.



Une clique sur «Manque de puissance » pour affiche la liste suivante :

- Conduite;
- Combustible et lubrifiant;
- Système d'admission;
- Système d'échappement;
- Circuit gasoil ;
- Système de refroidissement;
- Moteur;

La figure 10 illustre La liste des types des incidents.

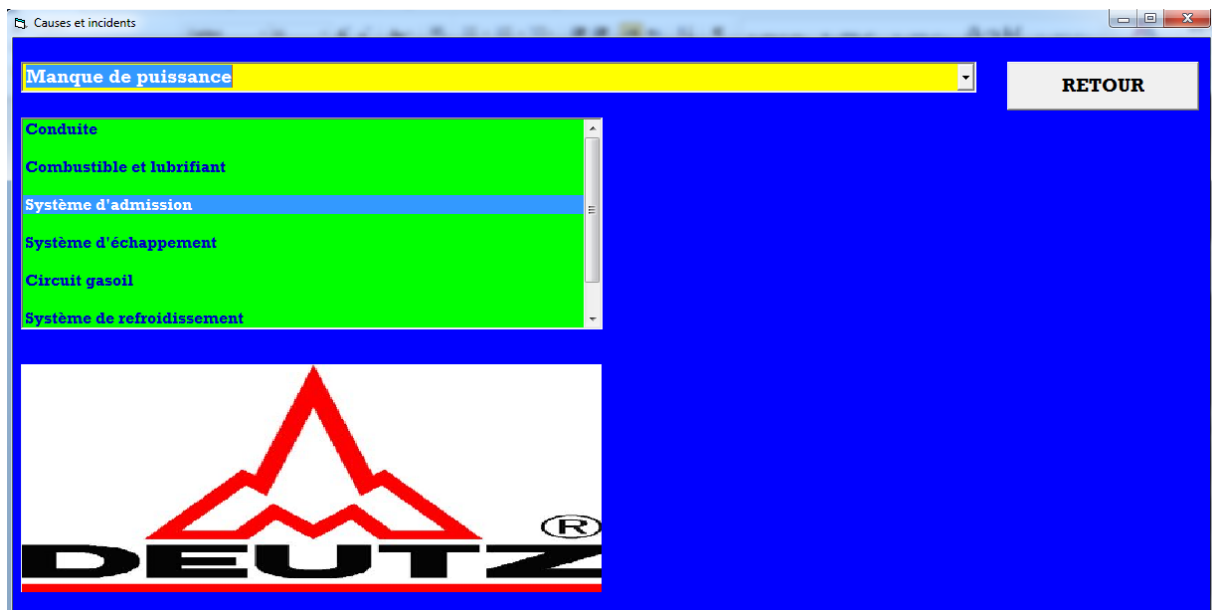


Fig.10-liste des types d'incidents



Une clique sur «Système d'admission» pour affiche la liste des causes suivante :

- Filtre encrassé;
- Turbo compresseur encrassé au défectueux;

- Collecteur d'échappement au d'admission non étanches ;

La figure 11 illustre les types d'incidents avec une liste de causes.

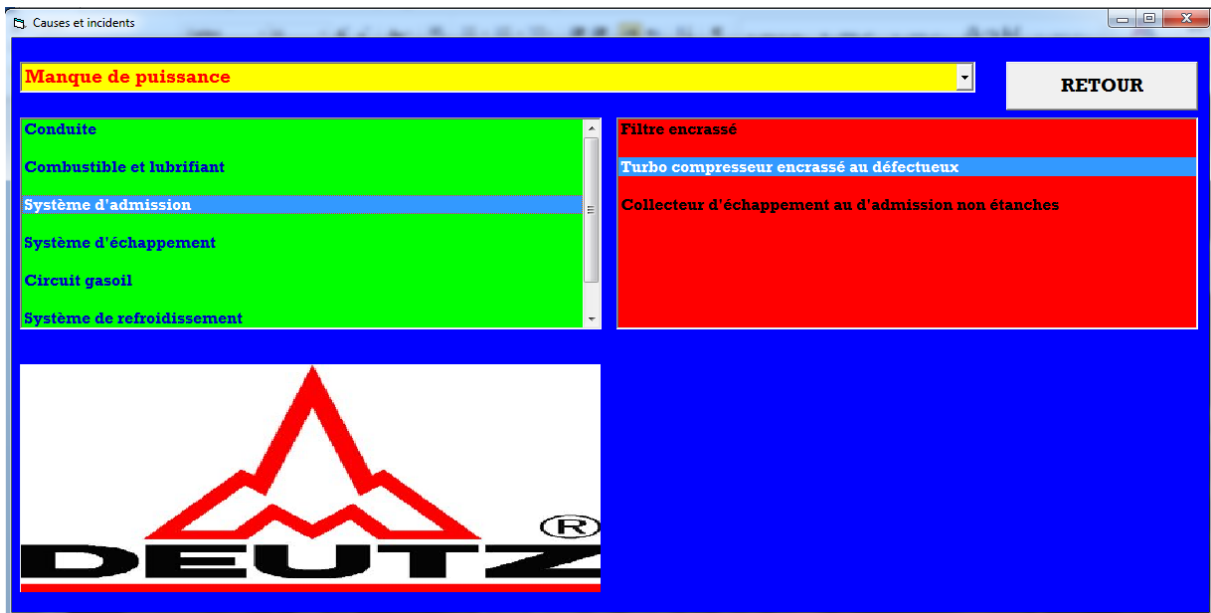


Fig.11-Liste des types d'incidents avec une liste des causes



Une clique sur « Turbo compresseur encrassé au défectueux » pour afficher une photo d'un compresseur

La figure 12 illustre une liste des types d'incidents avec une liste des causes avec photo.



Fig.12-Liste des types des incidents avec une liste des causes avec photo



Appuyez sur le bouton



La figure 13 illustre la fenêtre principale.

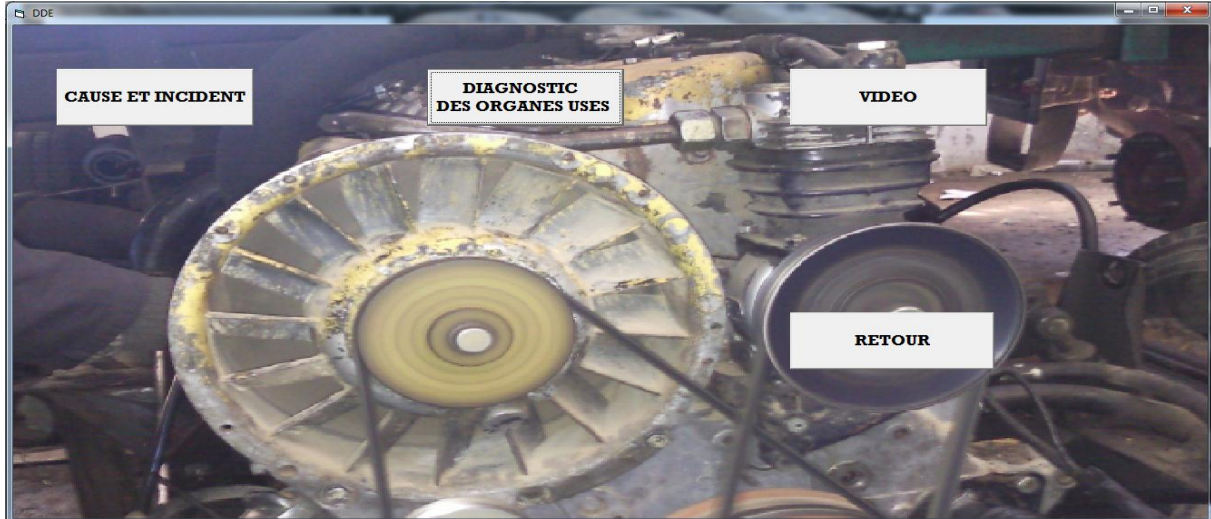


Fig.13-Fenêtre principale

5. Diagnostic des organes usés



Appuyez sur le bouton



Pour afficher la fenêtre suivante :

La figure 14 illustre la fenêtre du diagnostic des organes usés



Fig.14- Fenêtre du diagnostic des organes usés



DIAGNOSTIC DES ORGANES USES

Appuyez sur le bouton pour afficher les photos des pièces endommagées.

La figure 15 illustre une liste des photos des pièces endommagées.



Fig.15-Liste des photos des pièces endommagées



Une clique sur l'un des photos pour affiche les causes possibles.

La figure 16 illustre exemple d'une liste des photos des pièces avec une liste de diagnostic.

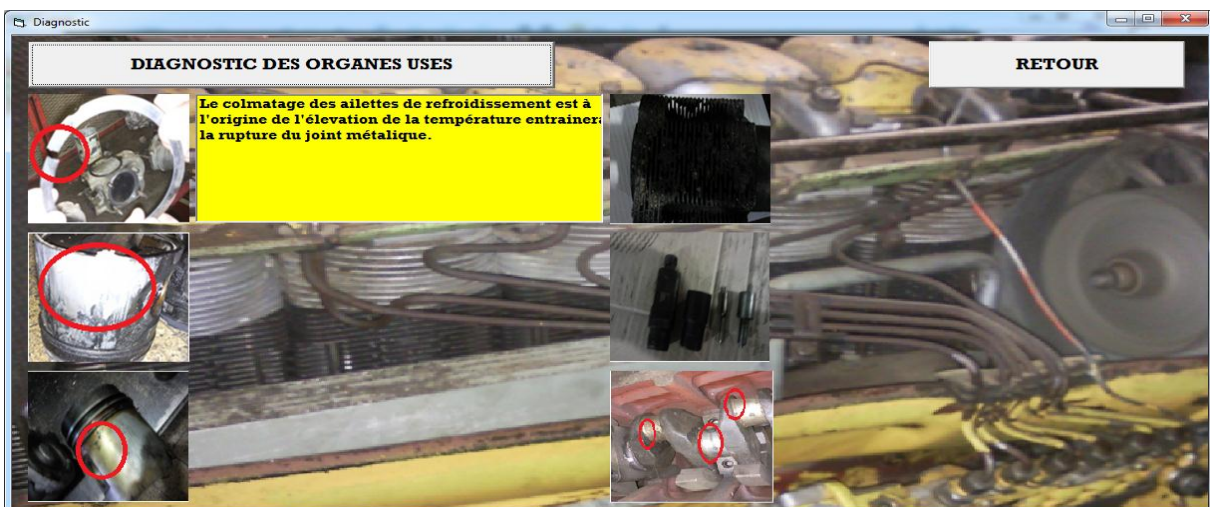


Fig.16- Exemple d'une Liste des photos des pièces avec une liste de diagnostic

La figure 17 illustre deuxième exemples d'une liste des photos des pièces avec une liste de diagnostic.



Fig.17- Deuxième exemples d'une Liste des photos des pièces avec une liste de diagnostic



Appuyez sur le bouton pour revenir à la fenêtre principale.

La figure 18 illustre la fenêtre principale.

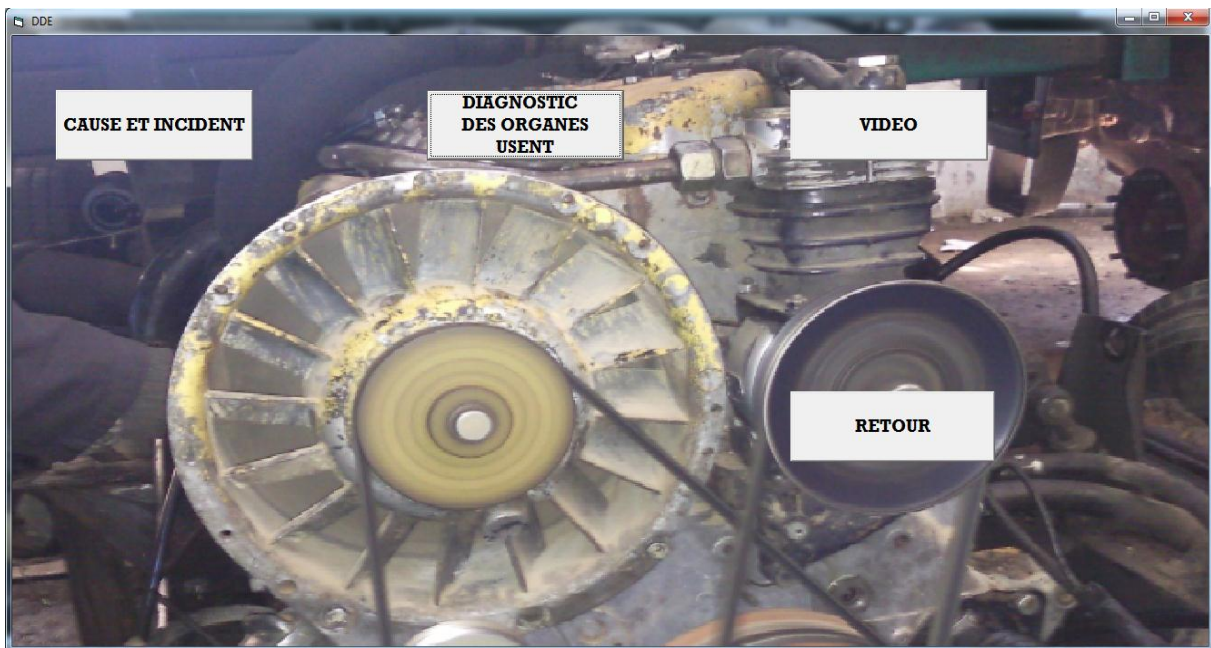


Fig.18-Fenêtre principale

6. Vidéos



Appuyez sur le bouton



pour afficher la fenêtre des vidéos.

Cette fenêtre possède six vidéos:

- Vidéo 1 : Tarage d'injecteur;
- Vidéo 2 : Vérification de vilebrequin;
- Vidéo 3 : Réglage régulateur pression rampe injection;
- Vidéo 4 : Rectification-surfaçage d'une culasse;
- Vidéo 5 : Rectification de vilebrequin;
- Vidéo 6 : Déglaçage de cylindre

La figure 19 illustre la fenêtre des vidéos.

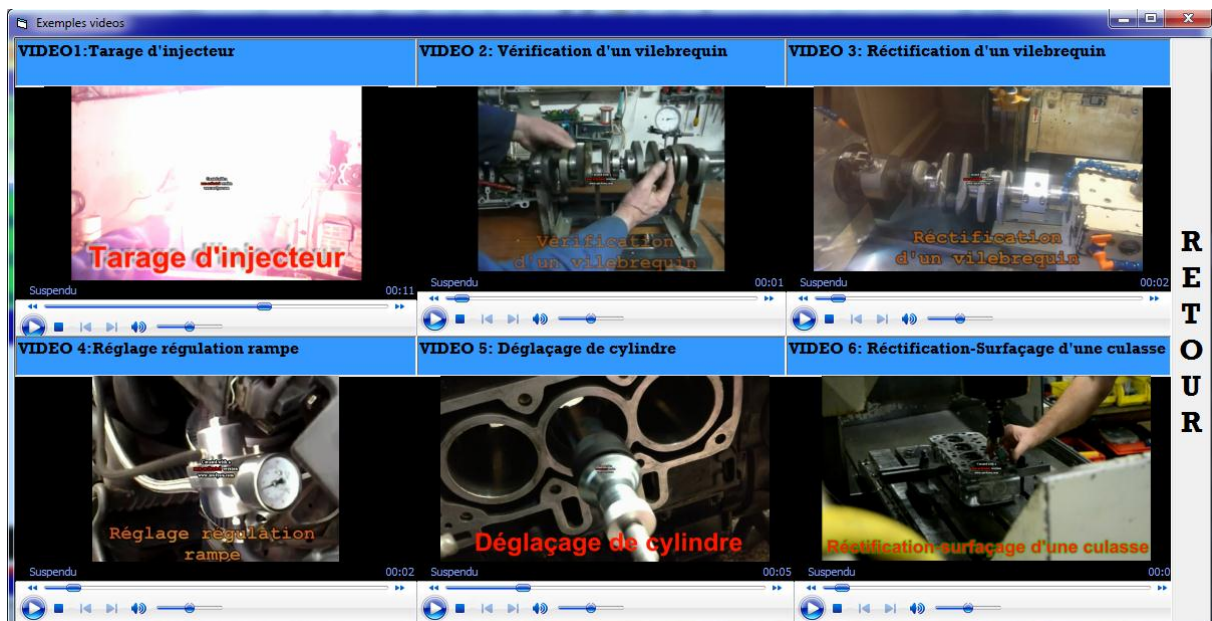


Fig.19-Fenêtre des vidéos

Double cliquer pour agrandir l'image de chaque vidéo.

La figure 20 illustre le tarage d'un injecteur



Fig.20-Tarage d'un injecteur

La figure 21 illustre la rectification d'un vilebrequin



Fig.21-Rectification d'un vilebrequin

7. Conclusion

Ce travail présente une méthodologie d'utilisation du module développé «DDE».

Cet outil contribue bénéfiquement au diagnostic des défaillances des moteurs diesel et surtout dans le cas des moteurs Deutz. Il permet aussi aux employés de la maintenance le diagnostic des organes endommagés. Il pourrait être intégré comme module de GMAO.

Conclusion générale

La préparation des budgets de maintenance est un enjeu important pour assurer une sûreté de fonctionnement des équipements. Ce budget présenté à sa hiérarchie doit être un budget équilibré qui reflète la réalité de l'état des équipements qu'il supervise et qui doit s'intégrer dans le budget général de production de l'entreprise (ou de l'usine).

Une panne reste souvent très difficile à anticiper et que l'œil humain sera un complément indispensable. L'usure des pièces d'un moteur est liée à plusieurs facteurs par exemple présence des jeux axiaux et verticaux entre les organes mobiles, présence des défauts au niveau de circuit de refroidissement, manque du graissage,...etc. Ce dernier il joue un rôle principale dans la réduction de la température et de réduire le frottement de façon à éviter l'érosion des pièces.

D'où l'utilité de développer des modules d'aide au diagnostic rendant moins pénibles les tâches de maintenance qui sont de plus en plus complexes vu le développement technologique dans les différents domaines.

Le module «DDE», développé en Visual Basic 6.0 et logiciel real Player pour la mise en œuvre des vidéos, est un outil d'aide au diagnostic des moteurs diesel type Deutz à refroidissement par air. Cet outil remplit plusieurs fonctions essentielles telles que identification les causes des accidents impliquant le moteur, Un ensemble des clips vidéos montrant comment surveiller des pièces de moteur et comment les corrigé.

Des séquences vidéo mettent en exergue quelques réglages d'organes mécaniques composant le moteur.

En perspective, ce travail sera élargi au diagnostic des bruits de la chaîne cinématique complète de transmission des mouvements.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] AUBERVILLE «Maintenance industrielle »-Edition ellipses-paris 2004.

[2] G.BERTRAND «Maintenance pratiqué des équipements industrielle».

[3] L ES MOTEUR DIESEL-M.RIVERE- institut polytechnique des sciences avancées 2003.

[4] Créatives Commons Attribution-Share-Alike 3.0 Uported

[//creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/](http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/)

[5] [http://www.ac-nancy-metz.fr/enseigne/Auto-compétences/2 ressources pédagogiques/1 motorisation/stockage le%27ons technologie/organes-du-moteur.pdf](http://www.ac-nancy-metz.fr/enseigne/Auto-comp%C3%A9tences/2-ressources-p%C3%A9dagogiques/1-motorisation/stockage-le%27ons-technologie/organes-du-moteur.pdf)

[6] Direction de la Défense et de la Sécurité Civiles - Sous-direction des services de secours et des sapeurs-pompiers - DDSC 9 - Mars 1998
www.interieur.gouv.fr

[7] Livre «le moteur a quatre temps et l'équipement d'injection TOME 3» les éditions Foucher -Paris, 1974.

[8] <http://formameca.free.fr/formation/national/moteur/RES/Moteur%2520thermique.pdf>

[9] Catalogue DEUTZ-Klöckner-Humboldt-DEUTZ.

RESUME

Ce projet de fin d'étude porte sur l'analyse et le diagnostic des organes d'un moteur diesel à refroidissement à air Deutz. Afin d'atteindre le but fixé dans le cahier des charges, deux parties ont été développées.

La première partie est consacrée aux généralités sur les types de maintenance industrielle et les organes constituant les moteurs Diesel. Elle permet de proposer un choix de politique de maintenance.

La deuxième partie aborde le développement d'un module de diagnostic des moteurs diesel Deutz avec présentation des causes et incidents, des diagnostics de défaillances. Des séquences vidéo mettent en relief des exemples de diagnostic pour la maintenance palliative et des exemples de rénovation des moteurs concernant la maintenance curative.

ABSTRACT

This final project study focuses on the analysis and diagnosis of the organs of a diesel engine air cooled Deutz. To achieve the goal in the specifications, both parties have been developed. The first part is devoted to general information on types of industrial maintenance and constituent bodies diesel engines. It allows us to offer a choice of maintenance policy. The second part discusses the development of a diagnostic module of Deutz diesel engines with a presentation of the causes and incidents, diagnoses malfunctions. Video sequences highlight examples of diagnosis for palliative maintenance and renovation examples engines on corrective maintenance.

ملخص

يركز هذا المشروع على تحليل وتشخيص أجهزة الهواء تبريد محرك الديزل دوتز. ولتحقيق هذا الهدف خصصنا جزأين . يخصص الجزء الأول لمعلومات عامة عن انواع الصيانة الصناعية والهيئات التأسيسية لمحركات الديزل. لأنها تتيح لنا أن نختار سياسة الصيانة.

الجزء الثاني يناقش تطوير وحدة التشخيص لمحركات الديزل دوتز مع عرض الأسباب والحوادث، وتشخيص الأعطال. ويسلط الضوء على مجموعة من الفيديو تبيين التشخيص و صيانة وتجديد المحركات و أمثلة على الصيانة التصحيحية.