Dans ce chapitre on présente en premier lieu la société de Maintenance des Equipements Industriels (MEI) de M'sila, à savoir ; sa situation géographique, son développement et ces objectifs. En suite on passe à la description du moteur Diesel de type 7FDS16 qui fait partie du groupe électrogène GE. Le refroidissement de ce dernier s'effectue par un échangeur de chaleur à plaques de type GXD-042P.MFG qui va être substitué par un autre échangeur de chaleur tubes et calandre de type LOC-30. La dernière partie de ce chapitre présente la composition et les caractéristiques techniques de deux échangeurs de chaleurs.

Partie 1 : Présentation de la société MEI de M'sila

II.1.1 Situation géographique de MEI :

La société de Maintenance des Equipements Industriels (**MEI / SPA**) (Figure II.a) est située à 260 Km au sud d'Alger, et à 6 Km au ouest de M'sila (route Ouled Mansour, Draa Elhaja) (Figure II.1b). Elle a été créée en 1997 dans l'optique de réunir les principaux corps de métier de la maintenance développés au sein de SONELGAZ, afin de palier aux différents problèmes de ses unités de production de l'électricité. C'est une société par action au capital social de 250 000 000 DA.



Figure II.1a : La société MEI de M'sila [11].



Figure II.1b : La situation géographique de la société MEI [web2].

II.1.2 Développement de la société MEI

La société MEI est aujourd'hui d'une grande réputation du savoir-faire dans les divers métiers de la maintenance industrielle sur site et dans ses ateliers. En fait, elle dispose d'un important parc de machines et d'une logistique intégrée à l'entreprise (jusqu'à 60 t), capables de traiter des pièces de grande dimension. De même, le professionnalisme de ses techniciens allié à une politique accrue de la direction en faveur d'une diversification des activités et des marchés, a fait de MEI un des leaders nationaux du marché pour la maintenance industrielle.

On peut résumer le parcoure du développement de la société MEI dans ces points [11] :

- **1984 :** Création des ateliers centralisés de SONELGAZ.
- **1997 :** MEI s'est constituée dans le cadre de la mise en œuvre de la restructuration interne de L'EPIC SONELGAZ., en filiale avec la fusion des ateliers centraux de maintenance et des services d'intervention de l'ancienne direction de production de l'électricité de SONELGAZ.

1998-2003 : *Phase de création.*

- **1998 :** Mise en place des statuts de MEI avec un capital social de 10 000 000 DA.
- **1999 :** Mise en place d'un projet d'organisation avec formalisation des procédures (organigramme, barème de facturation, convention collective,

système de stimulation, immatriculation au R.C et position fiscale, charte graphique…).

- **2003 :** Aboutissement de l'audit de certification Système Management Qualité 'SMQ' dans sa version ISO 9001/2003.

2004-2009 : *Phase d'organisation et de grands projets*

- Mise en place de l'organisation de MEI.
- Augmentation du capital social de 10 000 000,00 DA à 250 000 000,00 DA.
- Négociation de projets d'envergure.
- Passage à la version 2008 de la certification qualité ISO 9001.

2010-à nos jours : *Phase de développement*.

- **2011 :** Création d'une unité d'usinage des pièces de rechange.
- **2012 :** Fusion absorption d'EURL ARMEL, avec augmentation du capital social à 400 000 000,00 DA.
- **2013 :** Au mois de décembre de cette année, montage des premiers jeux d'ailettes sur une turbine de 25 M Watts.
- **2014 :** Création d'une fonderie de précision.
- **2017 :** Fusion absorption de SKMK, avec augmentation du capital social à 475 000 000,00 DA.

II.1.3 Objectifs de la société MEI

La société MEI présente un logo illustré sur la Figure II.2. Elle se compose d'un ensemble d'ateliers, implantés sur l'ensemble du territoire national, et d'équipes volantes intervenant sur la totalité du pays. Forte d'un capital expérience de plus de 20 années de son personnel, elle a pour mission de répondre aux besoins de l'industrie en matière de maintenance et de réparation des équipements des centrales électriques et des équipements industriels ainsi que la fabrication et réparation des pièces mécaniques entrant dans le cadre de ses activités. Le domaine d'intervention de cette société couvre :

- Rénovation des groupes électrogènes en ateliers.
- Inspection des turbines gaz, vapeur et groupe diesel sur site.
- Rénovation des machines électrique tournante MT, BT.
- Travaux de grosse mécanique (tournage, fraisage, rectification …).

- Equilibrage de roues turbines, rotors de gros moteurs électriques, rotors turbocompresseurs et turboalternateurs.
- Traitements thermiques.
- Chaudronnerie (fabrication de ballon BP, distillateurs thermiques, moules de buses, réparation de vannes hydrauliques, fabrication des baffles et réparation des cheminée de turbine à Gaz.
- Réparation de coussinets, tous types confondus.
- Réparation et revêtement des pièces par projection plasma (APS et HVOF).



Figure II.2: Logo de société MEI [11].

Partie 2 : Le système de refroidissement du moteur

II.2.1 Description du groupe électrogène

Notre étude porte sur un moteur diesel qui fait partie d'un groupe électrogène, ce dernier est illustré sur la Figure II.3. Un groupe électrogène est un dispositif autonome capable de produire de l'électricité, il permet d'atteindre des puissances et des durées de fonctionnement importantes. Outre son application en source de remplacement, le groupe électrogène offre des possibilités d'utilisation dans différents domaines

Un groupe électrogène qui est une machine permettant de transformer en électricité un combustible primaire comme le fioul est constitué d'un moteur thermique transformant l'énergie primaire en énergie mécanique qui actionne un alternateur transformant l'énergie mécanique développée par le moteur thermique en énergie électrique. Leur taille et leur poids peuvent varier de quelques kilogrammes à plusieurs dizaines de tonnes.



Figure II.3 : Groupe électrogène GE.

Le groupe électrogène GE (Amimer Energie) comporte un alternateur **AVK** de type **DIG 150 l/6** illustré sur la Figure II.4a et présentant les caractéristiques techniques regroupées au Tableau II.1, un moteur Diesel noté sur la Figure II.4b et des radiateurs (HT Radiateur, LT Radiateur, l'huile de refroidissement) comme illustré sur la Figure II.4c.

Il comporte également des auxiliaires mécaniques à savoir ; séparateur d'eau de carburant, compresseur d'air électrique, récepteur d'air, pompe à carburant électrique, filtre à carburant duplex (double), filtre à huile de lubrification, pré-lubrifiant et pré-pompe de chaleur et un réservoir de carburant. On trouve également un espace électrique composé d'auxiliaire à transformateur abaissent (AUXILIARIES STEP DOWN TRANSFORMER), clés des moyennes tensions et d'auxiliaire panel et contrôle panel.



Figure II.4a : Alternateur AVK type DIG 150 l/6.

Tableau II.1 : Fiche technique d'Alternateur AVK type DIG 150 l/6[11].

Marque	**AVK**
Type	**DIG 150 l/6**
Puissance	**3625 KVA**
Tension	**11 KV**
Fréquence	**50 Hz**
Courant d'excitation	**183.70 A**
Palier	**Roulement**
Poids	**12900 Kg**

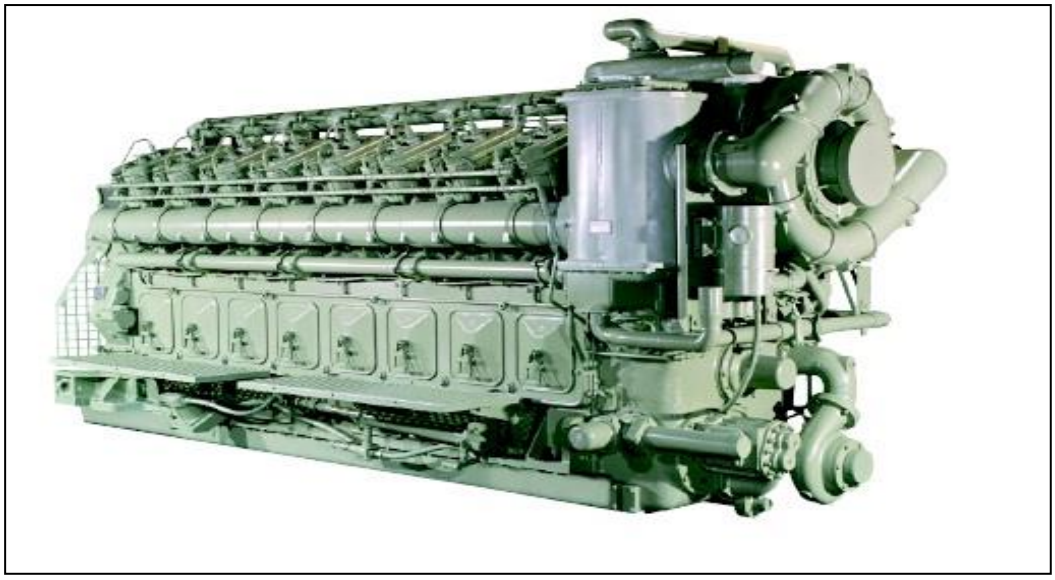


Figure II.4b : Moteur Diesel 7FDS16 [Web2].



Figure II.4c : radiateur.

II.2.2 Description du moteur diesel

II.2.2.1 Composition et caractéristiques techniques

Le moteur diesel utilisé dans le groupe électrogène est de type 7FDS16, illustré sur la Figure II .4b. C'est un type de moteur à combustion interne, ces caractéristiques techniques sont regroupées dans le Tableau II.2.

Un schéma détaillé est représenté en ANNEXE1.

Tableau II.2 : Fiche technique de moteur Diesel 7FDS16 [11].

Fiche technique de moteur	**(7FDS16)**
Nombre de cylindre	**16**
Nombre de temps	**4**
Disposition de cylindre	**45-degrés V**
Alésage	**228.6 mm**
Course	**266.7 mm**
Rapport de compression	**12.7-1**
Vitesse de ralenti	**400, 425, ou 450 tpm**
Vitesse maximum	**1000, 1025, ou 1050 tpm**
Ordre d'Allumage	**1D-1G-3D-3G-7D-7G-4D-4G-8D-8G-6D-6G-2D-2G-5D-5G**
Turbo-compresseur	**Seul ou unique**
Dimensions du moteur: Hauteur (hors tour, comprenant la base d'échappement)	**2.811 m**
Longueur (hors tour, comprise la génératrice)	**6.615 m**
Largeur (hors tour)	**1.737 m**
Poids (sec, moteur, seulement)	**19736 Kg**

II.2.2.2 Principe de fonctionnement :

Le moteur Diesel est constitué d'un vilebrequin et de pistons, qui lui sont reliés par des bielles, et qui coulissent dans des cylindres percés. L'ensemble est recouvert d'une culasse, où des soupapes, grâce à un arbre à cames lui-même actionné par le

vilebrequin, ouvrent et ferment alternativement ces espaces, reliés aux collecteurs d'admission et d'échappement.

Un mélange d'air et de gazole est aspiré dans la chambre de combustion (le volume libéré par le piston dans le cylindre), compressé par la rotation du vilebrequin, puis évacué dans l'échappement après sa combustion [Web3].

- **Admission** d'air par l'ouverture de la soupape d'admission et la descente du piston ;
- **Compression** de l'air par remontée du piston, la soupape d'admission étant fermée ;
- **Temps moteur** : peu avant le point mort haut on introduit, par une injection, le carburant qui se mêle à l'air comprimé. La combustion rapide qui s'ensuit constitue le temps moteur : les gaz chauds repoussent le piston, libérant une partie de leur énergie. Celle-ci peut être mesurée par la courbe de puissance de moteur.
- **Échappement** des gaz brûlés par l'ouverture de la soupape d'échappement, poussés par la remontée du piston.

La spécificité du Diesel tient à son auto-inflammation dans la chambre.

II.2.3 Le système de refroidissement du moteur :

Le refroidissement du moteur est assuré via un système de refroidissement composé d'un échangeur de chaleur (huile/eau), l'huile du moteur entre à l'échangeur de chaleur à une température de 93 °C et sort à une température de 67° C, par contre l'eau de refroidissement entre à la température de 43°C et sort à la température de 67°C, comme illustré sur le schéma de la Figure II.5.

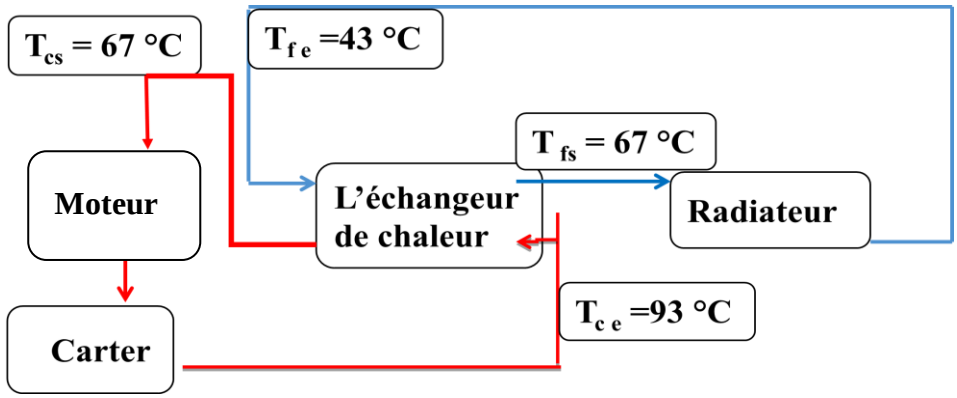


Figure II.5 : Schéma représentatif du système de refroidissement du moteur. [11]

L'huile de lubrification utilisée dans ce système est une huile spéciale nommée 20W40 suivant norme SAE (la Society of Automotive Engineer). C'est une huile minérale non détergente formulée pour les véhicules de Collection, ou d'ancienne génération, essence ou diesel équipé ou non de turbo (automobile, bateau, camion, tracteur,....).

Elle présente une haute résistance à l'oxydation, un pouvoir anti-corrosion et anti-usure élevé, une très bonne stabilité thermique, et une bonne réserve d'alcalinité [Web4].

Les caractéristiques techniques de cette huile sont regroupées en ANNEXE2.

Lors de la maintenance de ce type de moteur, il à été constaté que l'échangeur à plaques original du moteur présenté des problèmes (perte d'huile). Sa réparation par le changement du joint d'étanchéité et son collage ne présentée pas une solution évidente suite au problème de fuite de l'huile et de l'eau.

Dans le but de trouver résoudre ce problème, une solution a été proposée; de remplacer l'échangeur de chaleur à plaques par un échangeur de type tubes et calandre.

II.2.3.1 L'échangeur à plaques

L'échangeur original du moteur Diesel de type 7FDS16 est un échangeur à plaques de type GXD-042P.MFG, il est représenté sur la Figure II.6. C'est un échangeur eau/huile à plaques jointées construit sur la base d'un concept modulable garantissant une grande efficacité du transfert thermique entre deux liquides. Son avantage réside dans la possibilité d'ajouter ou de remplacer les plaques en cas de modifications des conditions d'utilisations. Les dimensions de cet échangeur sont notées dans l'ANNEXE 3.

Cet échangeur de chaleur comporte les éléments suivants ; un bâti fixe, un bâti mobile, une colonne support, des plaques, des tirants de serrage, une barre de guidage inférieur et une autre barre de guidage supérieure, il est destiné pour le refroidissement du moteur Diesel.

Une série de fines plaques cannelées assemblées sont embouties ensemble dans un bâti rigide afin de créer une circulation de flux parallèles. L'un des fluides se déplace dans les canaux impairs, l'autre fluide dans les canaux pairs.



Figure II.6 : Echangeur à plaques de type GXD-042P.MFG.

Les plaques Ultraflex GX de l'échangeur sont des plaques qui possèdent un relief asymétrique avec à la fois des angles larges et aigus (Figure II.7a) et peuvent ainsi être agencées en plusieurs combinaisons différentes.

Les plaques Ultraflex permettent d'optimiser le transfert thermique avec des débits asymétriques entre les circuits primaire et secondaire comme illustré sur la figure II.7b.



Figure II.7a : Les plaques Ultraflex GX [Web5].

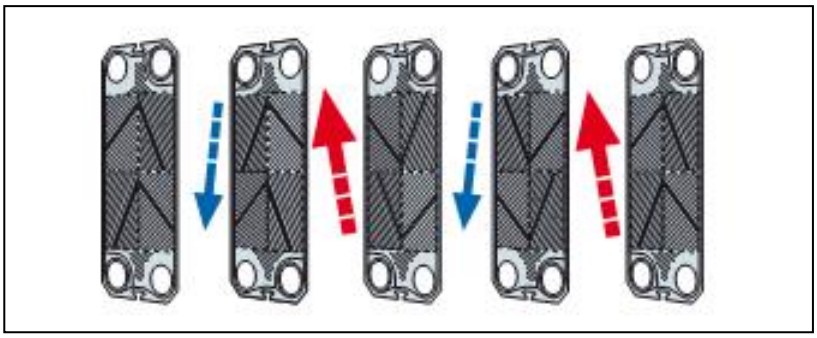


Figure II.7b : Le transfert thermique entre les plaques [Web5].

Les joints de plaques Olaer sont des élastomères spécialement moulés pour offrir des performances supérieures, ils résistent jusqu'à des températures de service maximales de 180 °C. Les joints sur les plaques de la série GX sont placés dans l'axe neutre comme représenté sur la Figure II.7c.

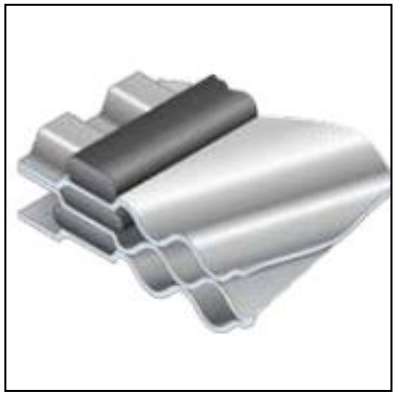


Figure II.7c : Les joints de plaques GX [Web5].

Notant que les caractéristiques techniques l'échangeur à plaques type GXD-042P.MFG sont rassemblées au tableau II.3.

Tableau II.3 : Fiche technique de l'échangeur à plaques type GXD-042P.MFG [11].

Model : GXD-042P.MFG, year 2006 Serial : 125994-1 Control : 01-813472		
	Side 1	**Side 2**
Max/min. Work pressure	**10/-1**	**10/-1**
Max/min. Working temp, TS (°C)	**111/0**	**110/0**
Volume V (L)	**11571**	**11571**
Channel arrangement	**87HS+0HD**	**0HS+87HD**

Connection IN/OUT	**S1/S3**	**S2/S4**
Matrial in connections	**14401**	**14401**
Test pressure PT (bar)	**12**	**12**
Weight empty/full (Kg)	**765**	**996**

II.2.3.1 L'échangeur tubes et calandre

L'échangeur de chaleur tubes et calandre utilisé pour substituer l'échangeur à plaques du groupe électrogène dans le but du refroidissement du moteur est de type LOC-30. Il se compose d'une entrée côte calandre, sortie côte calandre, entrée côte tube, sortie côte tube, calandre, faisceau de tube, chicanes, tube, boite de distribution et de retour comme illustré sur la Figure II .8. Notant que cet échangeur de chaleur date des années 1986, c'est un type ancien.

L'échangeur tubes et calandre fonctionne grâce à un échange de chaleur entre deux fluides, un (chaud) chargé de transférer la chaleur, et un autre (froid) qui récupère cette énergie (calorifiques). Ainsi, l'un des fluides de l'échangeur circule à l'intérieur des tubes et l'autre circule dans la calandre, c'est-à-dire autour des tubes. Afin d'améliorer le transfert à l'extérieur des tubes et de créer quelques turbulences dans l'écoulement du fluide des chicanes sont installées à l'intérieur de la calandre.

De boites de distributions assurent par ailleurs la circulation du fluide dans le faisceau de tubes, elles sont disposées à chaque extrémité du faisceau de tubes.



Figure II.8 : Echangeur de chaleur tubes et calandre de type LOC-30.

Les caractéristiques techniques de l'échangeur de chaleur tubes et calandre type LOC-30 sont regroupées au tableau II.4.

Tableau II.4 : Fiche technique de l'échangeur de chaleur tubes et calandre type LOC-30 [11].

Type	LOC-30
Test pressure	**S.S : 10 bars** **T .S : 10 bars**
Manufacture 's number	**SS-87210**
Weight	**800 Kg**
Date of built	**6/6/87**

Notant que nous n'avons pas pu avoir plus de données sur nombre de tubes, le nombre de passe dans la calandre, le diamètre des tubes, de la calandre, la longueur de passe qui consterne cet échangeur de chaleur.

Conclusion

L'étude faite durant ce chapitre nous permet de retenir les points suivants :

- La société de maintenance des équipements industrielle (MEI) répare dans ces ateliers les différents types, tailles, conceptions et version des moteurs Diesel, tout en respectant les normes de contrôles et de sécurités,
- Durant notre stage à la société MEI, on s'est intéressé au moteur diesel de type 7FDS16 utilisé dans le groupe électrogène GE. Le système de refroidissement de ce moteur est effectué par un échangeur de chaleur à plaques de type GXD-042P.MFG,
- Lors de la maintenance de ce type de moteur, il à été constaté que l'échangeur à plaques original du moteur présenté des problèmes (perte d'huile). Sa réparation par le changement du joint d'étanchéité et son collage ne présentée pas une solution évidente. Une solution a été proposée; de remplacer l'échangeur de chaleur à plaques par un échangeur de type tubes et calandre.
- L'échangeur de chaleur proposé est un échangeur tubes et calandre de type LOC-30. Notant que_nous n'avons pas pu toutes les données sur nombre de tubes, le nombre de passe dans la calandre, le diamètre des tubes, de la calandre, la longueur de passe qui consterne cet échangeur de chaleur sur ce type d'échangeur de chaleur au niveau de la société MEI (parce que c'est un ancien modèle qui date des années 80).