

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

BADJI MOKHTAR ANNABA-UNIVERSITY  
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA



جامعة باجي مختار عنابة

FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIORAT  
DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

## MEMOIRE

PRESENTE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

### INTITULE

*ORGANISATION DES EQUIPEMENTS DE LA STATION DES  
GROUPES ELECTROGENES « BLACK START » POUR DES  
FINS DE MAINTENANCE PREVENTIVE ET CORRECTIVE.*

DOMAINE : SCIENCES ET TECHNOLOGIE

FILIERE : GENIE MECANIQUE

SPECIALITE : MAINTENANCE INDUSTRIELLE ET FIABILITE MECANIQUE

PRESENTE PAR : TAGUIDA MOHAMED AMINE

DIRECTEUR DU MEMOIRE : PR. AMIRAT ABDELAZIZ

DEVANT LE JURY

PRÉSIDENT: Mr. KHELIF R. MCA

EXAMINATEURS: Mr. AISSAOUI R. MAA  
Mr. TADJINE K. MAA  
Mr. BOUSSAID O. MCA  
Mr. MERABTINE A. MAA

Année: 2012/2013

# *Remerciements*

*Merci Allah le tout puissant, pour la patience que tu m'as accordé, la santé et la force pour réaliser ce travail.*

*Tous mes remerciements a mon encadreur Pr. AMIRAT Abdelaziz, pour sa disponibilité, ses conseils qui m'ont énormément aidé pour réaliser ce travail.*

*Je voudrais aussi montrer ma gratitude envers le Président de jury ainsi que ces membres pour avoir à lire et critiquer ce travail.*

*Je remercie tous les enseignants du département de génie mécanique et surtout les enseignants de spécialité «Maintenance Industrielle ».*

*Je me fais un agréable devoir de remercier tous le personnel qui n'a managé aucun effort pour rendre mon séjour à la centrale électrique SKD Koudiet Ed Draouch d'El Taref, fructueux, plein de savoir et de compréhension, je cite l'équipe technique Mr LAHRECH Nadir, Mr MENACERI Nacer, Mr REFFAS Ammar, Mr DRIDI Hani, et Mr AISSAOUI Abd El Aziz le directeur technique.*

*Mohamed Amine*

# *Dédicaces*

*Je dédie ce travail à mes chers parents,*

*A mes frères et sœurs,*

*Ainsi qu'à tous mes amis et collègues dans la*

*Maintenance Industrielle.*

*Mohamed Amine*

# *Sommaire*

<b>Résumé</b> .....	1
---------------------	---

<b>Introduction</b> .....	2
---------------------------	---

## **Chapitre I : Etude bibliographique « Généralités sur les moteurs diesel ».**

1.1 Introduction .....	4
1.2 Historique des moteurs diesel .....	4
1.3 Classification des moteurs diesel .....	5
1.3.1 Classement selon Les dispositions des cylindres .....	6
1.3.2 Classement selon système d'injection .....	6
1.3.2.1 Les Moteurs à injection directe .....	7
1.3.2.2 Les moteurs à injection indirecte .....	7
1.4 Les organes de moteur diesel .....	8
1.4.1 Les organes fixes .....	8
1.4.1.1 Le bloc moteur .....	8
1.4.1.2 Chemises des cylindres .....	8
1.4.1.3 Culasse .....	9
1.4.1.4 Le carter .....	10
1.4.2 Les organes mobiles .....	10
1.4.2.1 Le piston .....	10
1.4.2.2 La bielle .....	11
1.4.2.3 Le vilebrequin .....	11
1.4.2.4 L'arbre à came .....	12
1.4.2.5 Les soupapes .....	12
1.5 Mécanisme de distribution .....	12
1.6 Mécanisme d'auto- inflammation .....	13
1.7 Le système d'injection .....	13
1.8 Principe de fonctionnement de moteur diesel .....	14

1.8.1 1 <sup>er</sup> temps Admission .....	14
1.8.2 2 <sup>ème</sup> temps Compression .....	14
1.8.3 3 <sup>ème</sup> temps Combustion .....	14
1.8.4 4 <sup>ème</sup> temps Echappement .....	14
1.9 Utilisations des moteurs diesel avec cylindres en V .....	15

## **Chapitre II : Présentation générale de la centrale SKD Spa.**

2.1 Objectifs de réalisation de la centrale .....	17
2.2 Site géographique.....	17
2.3 Description détaillée du Centrale .....	18
2.4 La zone de l'entreprise .....	18
2.5 Le cycle combiné mono-arbre (sigle-Shaft) .....	19
2.5.1 Centrales Classiques .....	19
2.5.1.1 Centrale électrique a cycle simple .....	19
2.5.1.2 La centrale électrique conventionnelle à vapeur .....	20
2.5.2 Centrale á cycle combiné .....	20
2.5.2.1 Justification du choix du type de cycle combiné .....	20
2.5.2.2 Procédure de fonctionnement de cycle combiné .....	23
2.5.2.3 Procédés de production de l'électricité .....	25
2.6 Description détaillée des installations de la centrale .....	25
2.6.1 Les installations Principales .....	28
2.6.1.1 La turbine à gaz 9FB .....	28
2.6.1.2 La turbine à vapeur A16 .....	29
2.6.1.3 Le générateur électrique H450 .....	31
2.6.1.4 La chaudière de récupération .....	31
2.6.1.5. La cheminée .....	32
2.6.1.6 Le condenseur de vapeur .....	32
2.6.2 Les installations auxiliaires de la centrale .....	33

2.6.2.1 Le bâtiment BlackStart .....	33
2.6.2.2 La station de dessalement d'eau de mer .....	34
2.6.2.3 Station de déminéralisation d'eau .....	34
2.6.2.4 Station de protection contre incendies (PCI) .....	35
2.6.2.5 Poste de détente gaz .....	37
2.6.2.6 Station de production d'air comprimé .....	38
2.6.2.7 Station de traitement de gasoil .....	39
2.6.2.8 Station de dosage Produits Chimiques .....	39
2.6.2.9 Station de traitement et de pompage d'eau de mer .....	40
2.6.2.10 Système de refroidissement .....	41
2.6.2.11 Station d'Injection de chlore (biocide) .....	42
2.6.2.12 Bacs d'alimentation.....	43
2.6.2.13 Systèmes de canalisation dans la centrale .....	44

### **Chapitre III : Etude de cas: Groupes électrogènes de secours Black Start (partie moteur diesel).**

3.1 Situation de Bâtiment BlackStart.....	45
3.2 Rôle des groupes électrogènes de secours dans la centrale .....	46
3.3 Constitution d'un groupe électrogène.....	46
3.4 Équipements principaux du système BS .....	47
3.5 Description de groupes électrogènes 6.6kV .....	48
3.5.1 Moteur diesel MTU V16.....	50
3.5.2 Désignation du type de moteur .....	51
3.5.3 Désignation des côtés et des cylindres du moteur .....	51
3.5.4 Dimensions principales de moteur.....	52
3.5.5 Caractéristiques techniques .....	52
3.5.6 Refroidissement de moteur .....	53
3.6 Maintenance de moteur .....	54

3.6.1 Définition de la maintenance.....	54
3.6.2 Types de maintenance .....	54
3.6.3 Maintenance préventive .....	54
3.6.3.1 Maintenance préventive systématique .....	55
3.6.3.2 Travaux de maintenance préventive systématique pour le moteur MTU V16 .....	55
3.6.3.3 Maintenance préventive conditionnelle .....	56
3.6.3.4 Les techniques de maintenance conditionnelle.....	56
3.6.3.5 Travaux de maintenance préventive conditionnelle pour le moteur MTU V16.....	56
A. Contrôler l'état des ensembles (ex : courroie d'entraînement) .....	56
B. Endoscopie des chambres de cylindres .....	57
C. Analyse des échantillons d'huile de moteur .....	59

## **Chapitre IV : Organisation des équipements de la station Black Start pour des fins de maintenance préventive et corrective.**

4.1 Gestion de maintenance assistée par ordinateur .....	60
4.1.1 Objectif de GMAO .....	60
4.1.2 Fonctionnalités d'une GMAO .....	60
4.1.3 Préparation des données techniques pour GMAO .....	61
4.2 Système de gestion de base de données .....	61
4.2.1 But de SGBS .....	61
4.2.2 Microsoft Office Access 2007 .....	62
4.2.3 Principales caractéristiques du MS Access 2007 .....	62
4.2.4 Les avantages de MS Access .....	62
4.2.5 Structure de base des données MS Access .....	63
4.3 Organisation des équipements de la station Black Start .....	64
4.3.1 Menu général de base de données .....	64
4.3.2 Formulaire renseignement d'équipe .....	67
4.3.3 Etat renseignements d'équipe .....	68

4.3.4 Interface installations principales .....	69
4.3.5 Interfaces installations auxilliaires (Black Start) .....	70
4.3.6 Interface équipements Black Start .....	71
4.3.7 Interface de moteurs MTU V16 .....	72
4.3.8 Formulaire de caractéristiques techniques de moteur .....	73
4.3.9 Interface table nomenclature des pièces .....	74
4.3.10 Interface schéma d'ensemble de moteur .....	74
4.3.11 Formulaire d'historique des pannes .....	75
4.3.12 Interface plan de maintenance de moteur .....	76
4.3.13 Interface des installations auxilliaires .....	77
4.3.14 Interface de PDR de moteur .....	78
4.4 Fiches OT, DI, BC, BR .....	79
4.4.1 L'ordre de travail .....	81
4.4.2 Demande d'intervention .....	82
4.4.3 Bon de commande .....	83
4.4.4 Bon de réception .....	84

## **Chapitre V : Application sur la chemise de cylindre de moteur MTU V16.**

5.1 Application sur la chemise de cylindre de moteur MTU V16 .....	85
5.2 Formulaire expertise chemise de cylindre .....	86
5.3 Les différents actions sur formulaire d'expertise de la chemise .....	87
5.4 Exemple de formulaire d'OT pour remplacement de la chemise .....	88
5.5 L'état d'ordre de travail pour changement de la chemise .....	89
5.6 Développement de la base de données au futur .....	89
<b>Conclusion générale</b> .....	<b>90</b>
<b>Perspectives</b> .....	<b>91</b>
<b>Références bibliographiques</b> .....	<b>92</b>



# *Résumé*

Dans ce travail nous avons présenté une étude sur l'organisation de la fonction maintenance au niveau de la station de groupes d'électrogènes de la centrale électrique de Sharikat Kahraba Koudiet Draouch (SKD Spa) sise au Nord Est d'Algérie à 35 kms vers l'Ouest du Chef Lieu de la Wilaya d'EL TAREF. Cette centrale utilise un système à cycle combiné. Sa construction a démarré en Juin 2008 et sa mise en service est prévue pour Juin 2013. Les groupes électrogènes de la station BS sont équipés de moteur Diesel MTU V16 et constituent l'équipement stratégique de la station.

En première partie, une étude bibliographique sur les moteurs Diesel est présentée afin de comprendre leur principe de fonctionnement, la composante des éléments le constituant, et les différentes parties de ce moteur (Bloc, Carter, Piston, culasse etc...).

La deuxième partie présente le principe de fonctionnement de la centrale électrique SKD Spa reposant sur un système à cycle combiné tout en montrant l'avantage de ce système par rapport au systèmes classiques (système turbine gas et système conventionnelle à vapeur).

Il s'en est suivi, donc la partie principale de notre travail qui consiste à montrer comment l'organisation des différentes informations relatives à la maintenance de ce moteur en créant un système de gestion de données sous MS Access. Cette partie de travail ne serait pas possible sans notre présence à la centrale électrique à travers un stage de fin d'étude d'un mois.

Les résultats de notre travail sont exprimés à travers une application réaliste de la procédure d'expertise d'un élément du moteur tel que les chemises de cylindre.

**Mots Clés :** Centrale électrique, groupe électrogène, GMAO, sureté de fonctionnement.

# *Introduction*

Les ruptures fréquentes d'électricité au niveau national pose un problème crucial surtout quand il s'agit d'équipements stratégiques, souvent causant des dégâts matériels et humains très coûteux et dangereux. Le recours aux groupes électrogènes apporte une certaine autonomie et sécurité mais elle est ponctuelle et n'est ni sûre ni efficace.

L'Algérie ayant lancé un programme de développement fort intéressant et immense a lancé un projet pour venir à bout de ces coupures fréquentes de l'électricité. Il s'agit de la centrale électrique SKD Spa sise au Nord Est du pays à 35 Kms du chef lieu de la Wilaya d'EL TAREF. Cette centrale comprend une station de groupes électrogènes de secours qui produit 100 MW. Ils sont conçus pour alimenter la centrale en électricité seulement en cas de rupture national en énergie électrique ; d'où le nom de « Black Start (BS) » c'est-à-dire « démarrage noir ». Le principe de la centrale se repose sur le cycle combiné. La centrale est en cours des essais est verra sa mise en service au mois de Juin 2013.

La mise en service implique automatique la production de l'électricité. Deux services principaux assureront la sureté de fonctionnement de la centrale à savoir le service 'exploitation' et de le service 'maintenance'. Ces deux dernières entités sont indissociables car la maintenance est connue aujourd'hui comme une fonction productrice de richesse. La sureté de fonctionnement implique la fiabilité, la maintenabilité et la disponibilité (FMD) de tous les équipements particulièrement les équipements stratégiques. Ces trois paramètres FMD vont jouer un rôle prépondérant dans la durée de vie de la centrale. Ils sont tous des fonctions de temps. Pour déterminer ces paramètres une organisation de l'entreprise est prépondérante surtout au démarrage. Ceci dit, connaître le principe de fonctionnement de la centrale, le choix du site d'implantation, les conditions d'installation, les conditions de démarrage, les conditions de mise en service, la maintenance préventive des équipements, les procédures de contrôle, les procédures de démontage et montage, les expertises et autres, est d'une importance capitale pour la sureté de fonctionnement de la centrale. Ceci demande une organisation parfaite des différents services dans l'exploitation et dans la maintenance.

C'est dans ce contexte que nous avons développé le travail de ce mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master en Maintenance industrielle et fiabilité mécanique. Il faut noter qu'il est rare de trouver des opportunités d'implantation de nouvelles

usines telles que la centrale électrique SKD Spa. En effet, nous avons saisie l'occasion pour avancer une étude sur l'organisation d'un groupe stratégique d'équipement de la centrale. Il s'agit de 'l'organisation des équipements de la station des groupes électrogènes pour des fins de maintenance préventives et corrective.'

Le mémoire est divisé en cinq (5) chapitres qui sont synthétisés comme suit :

Le chapitre I donne une revue bibliographique sur les moteurs diesel (particulièrement moteur en V), leurs classements, leurs organes, leurs mécanismes, le principe de fonctionnement et leurs utilisations.

Le chapitre II est une présentation générale de la centrale électrique à cycle combinée de Koudiet Ed Draouch SKD Spa, sa localisation, ces installations, et le principe de fonctionnement de cycle combiné et sa comparaison avec les cycles classiques.

Le chapitre III prend en considération l'étude d'un moteur diesel V16, qui forme l'équipement stratégique du groupe électrogène de secours à grande puissance.

Le chapitre IV constitue notre principale collaboration dont l'objectif est d'organiser toutes les informations relatives à la station des groupes d'électrogène. Ces informations sont organisées sous forme de structure de base de données qui sera supportées par un outil informatique pour constituer un système de gestion de base de données. Ce système est développé sous MS Access 2007. L'axe est orienté vers le moteur MTU V16 partie intégrante de chacun des groupes de la station Black Start.

Le chapitre V est très révélateur du développement de ce système de gestion de base de données puisqu'il introduit une application réelle sur un élément du moteur MTU V16 comme le suivi des chemises de cylindre. Nous montrons combien c'est facile, rapide et fiable de trouver la bonne information quand les informations géographique, technique, opérationnelle, de maintenance, de pièce de rechange, de procédures sont bien organisées.

Nous souhaitons que ce travail contribue à mieux entreprendre l'installation d'une gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO).

Cette GMAO implique une proposition de saisie de données pour organiser l'historique des pannes. Aujourd'hui nous ne pouvons que simuler des pannes. Mais en réalité il faut remplir la table de l'historique des pannes au fur et à mesure que les événements de défaillances se produisent. Il est donc nécessaire en perspective de donner la chance aux prochains étudiants d'utiliser cette application.

## 1.1 Introduction :

Le moteur diesel s'est principalement développé pour des applications industrielles, dans lesquelles il a permis d'utiliser, avec un bon rendement, un carburant rustique et bon marché. La puissance spécifique et la plage de régimes utilisable n'ont pas été des objectifs prioritaires.

Bien que le moteur diesel soit centenaire, il est en constante et forte évolution, à la fois du fait d'une meilleure connaissance des phénomènes impliqués et d'une exigence croissante de performances, de faible consommation et de réduction des émissions de polluants.

Le moteur diesel est reconnu pour présenter l'un des meilleurs rendements énergétiques avec une remarquable flexibilité d'utilisation. Ses performances, qu'il s'agisse de sa puissance, de son rendement ou de ses émissions de polluants, sont particulièrement sensibles à la qualité de la combustion. Celle-ci est essentiellement liée au choix du système de combustion, à la forme de la chambre ou préchambre de combustion ainsi qu'à la façon dont le combustible y est introduit.

## 1.2 Historique des moteurs diesel :

Le moteur diesel, doit son nom à l'ingénieur RUDOLF DIESEL, qui l'a inventé. Les moteurs diesel furent adoptés presque exclusivement pour des installations fixes.

Après quelques essais sporadiques sur des embarquements fluviaux, la véritable utilisation natale débuta en 1911 pour s'étendre ensuite au, sub-mesurables et en application routières : autobus, camion, voiture et automobiles.

Le moteur diesel est un moteur alternatif à combustion interne dans lequel l'allumage du mélange s'effectue par simple compression.

Les diesels sont appelés moteurs à auto allumage (par apposition aux moteurs à essence, appelés moteurs à allumage commandé) dans un premier temps l'air parte à une pression très élevée, s'échauffe lorsque la température dans la chambre combustible est suffisante, le combustible est injecté en fine particule qui s'enflamme spontanément au contact de l'air.

Les moteurs diesels qui a un rendement thermique plus élevé que les moteurs à essence, sont préférés pour les unités de fortes puissance (plus de 3000 ch.) c'est pourquoi ils ont été utilisés pour la production des navires dans ce cas il s'agit de moteur à simple effet fonctionnent selon le cycle à deux temps de régime très lent (120 à 180 tr/min), ils développent des puissance allant jusqu'à (45000 ch.) sont capables de brûler dans de bonnes conditions par rapport aux groupe à essence. Ces gros moteur permettent une réduction du tiers de la consommation de tout temps les diesels furent destinés aux véhicules industriels à cause de leur fiabilité, l'inconvénient caractéristique du poids et de l'encombrement retarde de long temps l'application de ces moteurs dans les automobile. [16]

### 1.3 Classification des moteurs diesel :

On peut classifie les diesel par différents façons en fonction de : [3]

- De la disposition des cylindres ;
- De disposition des soupapes ;
  - Arbre a came en tête et soupape en tête.
  - Arbre a came latéral et soupapes culbuté.
  - Arbre a came latéral et soupapes latérales.
- De mode de répartition de carburant ;
  - A injection directe.
  - A injection indirecte.
- De mode de refroidissement ;
  - Refroidissement par eau
  - Refroidissement par air
- De mode d'admission d'air ;
  - A aspiration naturelle.
  - Suralimenté.
  - Suralimenté et refroidisseur d'air d'admission.

#### 1.3.1 Classement selon les dispositions des cylindres :

- a) **Moteur en ligne** : les cylindres, pistons, bielles, et vilebrequin sont montés sur le même plan. La présence de plus de 8 cylindres disposés en ligne n'est pas praticable en automobile du fait de la longueur requise. En outre, un vilebrequin long est sujet à des torsions importantes. Les dispositions à 2 et 3 cylindres sont problématiques en cycle 4-temps.
- b) **Moteur en V** : les bielles agissent généralement au nombre de deux par maneton. La construction relativement courte du moteur obtenue doit cependant prendre en compte les portées étroites des coussinets de bielle. Les rangées de cylindres forment un angle qui varie de  $15^\circ$  à  $135^\circ$  sur une ligne d'arbre commune (vilebrequin). Les VW V5 et V6 ( $15^\circ$ ), évolutions du VR 6, ont également une culasse commune. Pour obtenir des intervalles égaux entre les combustions avec deux bielles sur un même maneton, l'angle entre les rangées de cylindres doit être, en cycle 4-temps, équivalent à  $720^\circ$  (deux tours de vilebrequin) divisé par le nombre de cylindres ou à un multiple du résultat. Un V 12 sera idéalement à  $720^\circ$  divisé par 12, soit  $60^\circ$ , un V10 à  $72^\circ$ , un V8 à  $90^\circ$ , un V6 à  $120^\circ$ . Les V 6 à  $60^\circ$ , entres autres, ont un maneton par bielle.
- c) **moteur "boxer"** : ou à cylindres opposées permet de réaliser une construction très plate et mieux équilibrée qu'un 4 cylindres en ligne, mais par contre large. Les rangs de cylindres sont opposés à  $180^\circ$ .

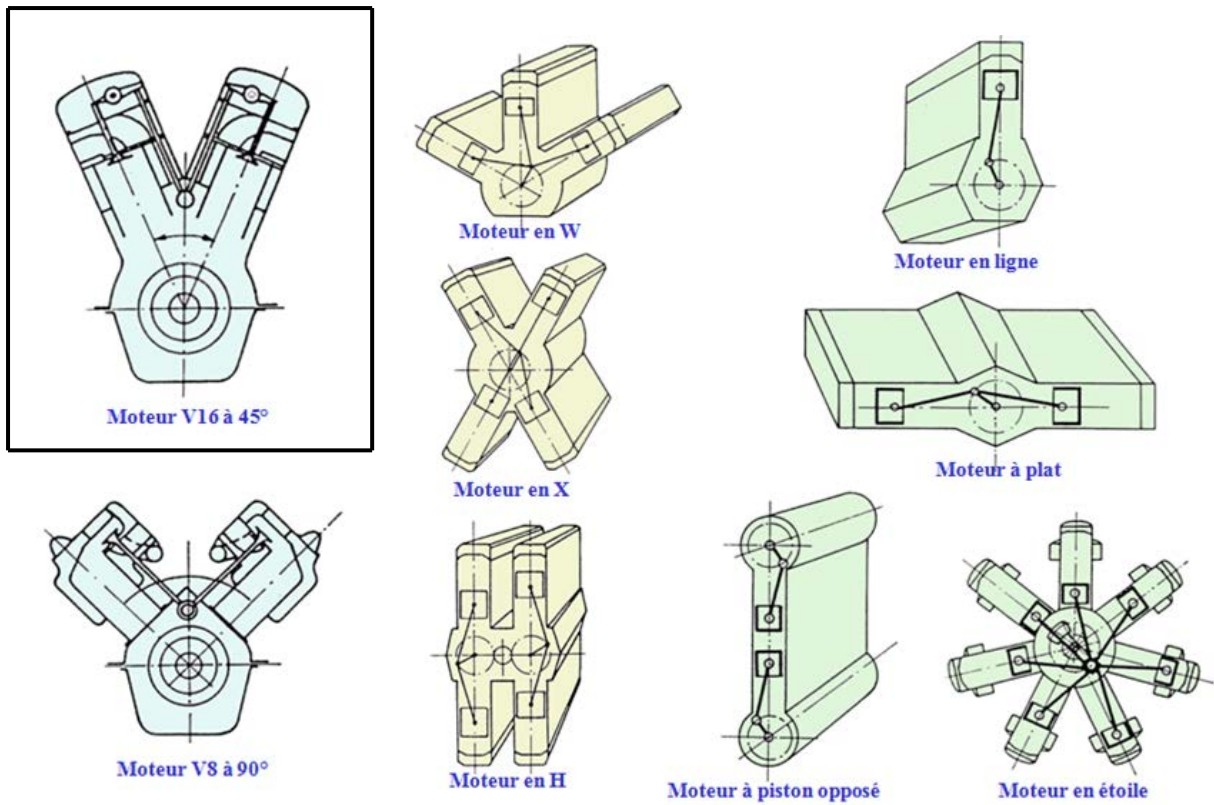


Fig.1.1 disposition des cylindres des moteurs diesel. [3]

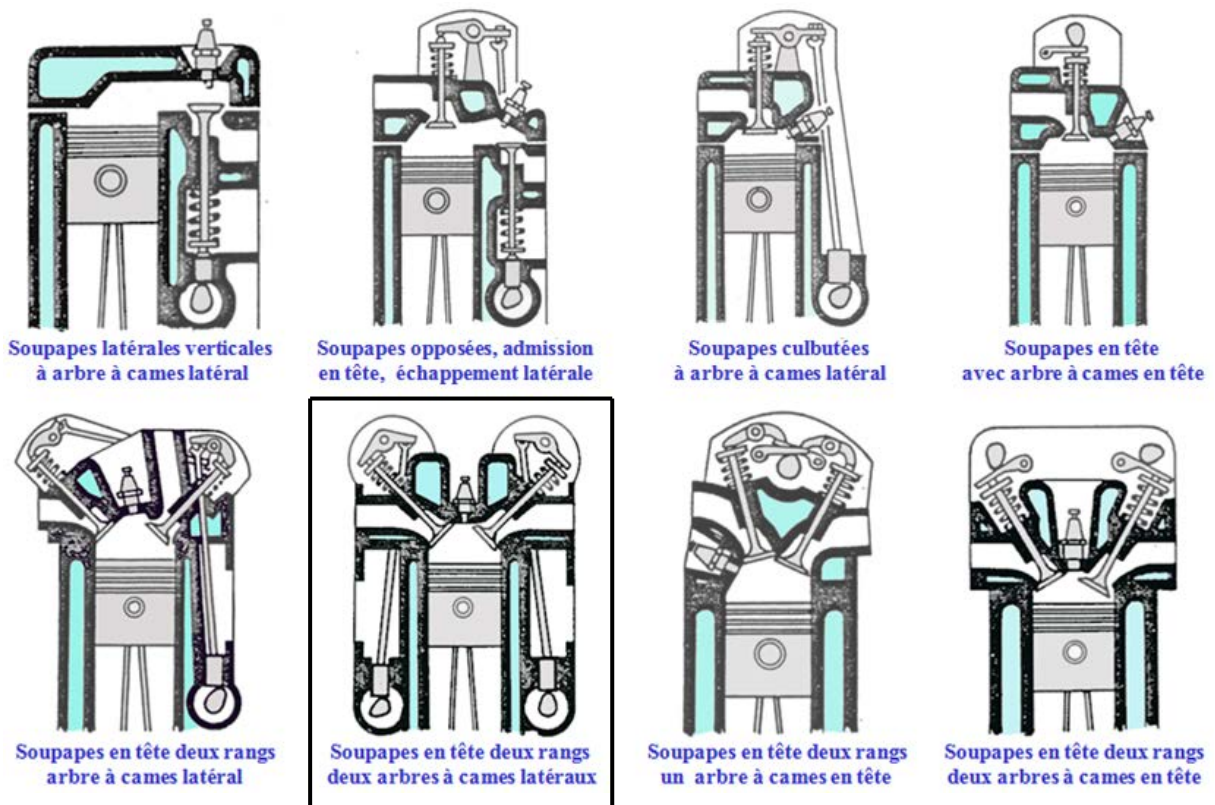


Fig.1.2 disposition des soupapes du moteur diesel. [3]

### 1.3.2 Classement selon type d'injection :

Il existe deux grandes familles de moteur diesel : [1]

#### 1.3.2.1 Les Moteurs à injection directe :

La chambre de combustion est usinée dans le piston.

L'injecteur débouche directement dans la chambre de combustion, il est du type à trous (plusieurs orifices)

##### Avantage :

- Rendement élevé, donc consommation assez faible.
- Bon départ à froid
- Simplicité de réalisation.

##### Inconvénients :

Moteur bruyant : cognement caractéristique au ralenti et à faible régime.

#### 1.3.2.2 Les moteurs à injection indirecte :

Ils se regroupent en 3 familles :

- L'injection à chambre de précombustion.
- L'injection à chambre auxiliaire de réserve d'air.
- L'injection à chambre de turbulence.

L'injecteur, en principe à aiguille, pulvérise le gazole dans une préchambre située dans la culasse.

La solution la plus répandue pour les moteurs à injection indirecte est la chambre de turbulence, notamment sur les véhicules légers (Peugeot, Renault, Citroën...).

Pour ce type de moteur, un dispositif d'aide au démarrage est indispensable (bougies de préchauffage).

##### Avantage :

- Pression d'injection moins élevée qu'avec l'injection directe.
- Moteur moins bruyant;
- Combustion plus souple et plus rapide.
- Régimes moteurs plus élevés.

##### Inconvénients :

Départ à froid impossible sans dispositif d'aide au démarrage.

Pour le domaine industriel, les groupes électrogènes en particulier (notre cas d'étude) on utilise les moteurs diesel :

Disposition de cylindre	V12/ <b>V16</b> / V20
Type d'injection de carburant	Moteur a injection directe
Disposition arbre a came et soupapes	Deux arbres à came en tête et soupapes en tête
Refroidissement	Refroidissement par air
Alimentation d'air	Suralimenté et refroidisseur d'air d'admission

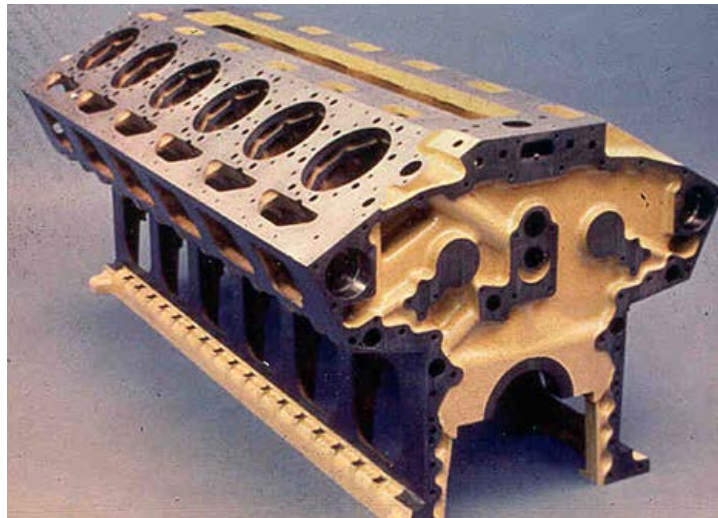
## 1.4 Les organes de moteur diesel :

### 1.4.1 Les organes fixes :

#### 1.4.1.1 Le bloc moteur :

Le bloc est réalisé en fonte alliée. Le bâti cylindre offre une grande résistance aux sollicitations dynamiques de fonctionnement (mécaniques et thermiques). Les circuits de lubrification et de refroidissement sont intégrés au bloc.

Le bloc comporte des portes de visite qui autorisent l'accès aux embiellages, aux paliers de vilebrequin et aux arbres à cames.



**Fig.1.3** le bloc moteur. [2]

Le bloc-cylindres est soumis à des contraintes élevées dues aux efforts mécaniques et thermiques.

Ses différentes fonctions sont :

- Résister à la pression des gaz de la combustion qui tendent à le dilater et pousser sur la culasse.
- Guider le piston, d'ou la nécessité de réduire le frottement et d'augmenter la résistance à l'usure.
- Contenir le liquide de refroidissement tout en résistant à la corrosion.

#### 1.4.1.2 Chemises des cylindres :

Les chemises sont en fonte spéciale centrifugée et du type amovible. Chaque chemise est fixée à sa partie supérieure par sa collerette serrée entre la culasse et le bloc.

La partie inférieure est guidée dans le bloc et l'étanchéité assurée par des joints toriques. La surface extérieure est revêtue d'un traitement antioxydant. La surface interne est pierrée.



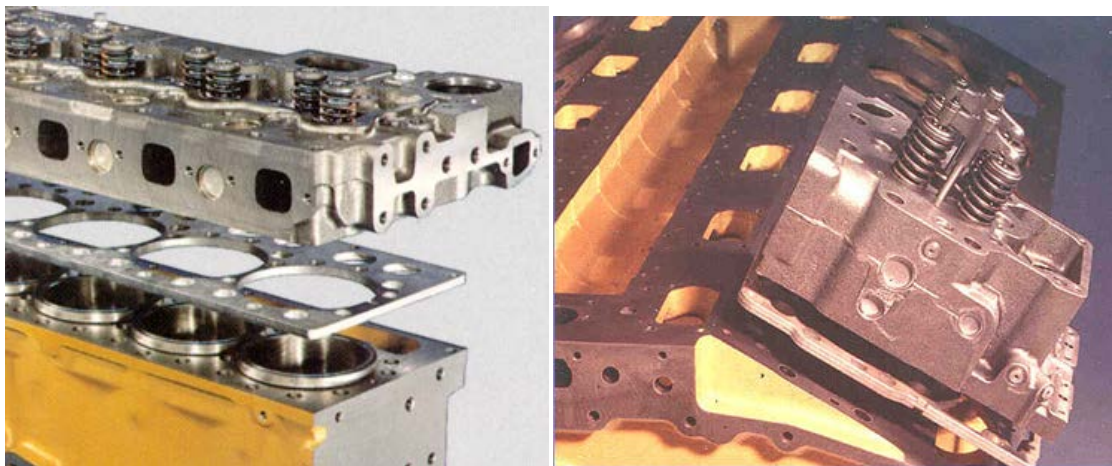


**Fig.1.4** chemise de cylindre. [2]

### 1.4.1.3 Culasse :

La culasse est la partie qui ferme le haut des cylindres et les chambres de combustion. Les organes de distribution, c'est à dire les soupapes et leur système de commande y sont généralement logés, ainsi que les injecteurs.

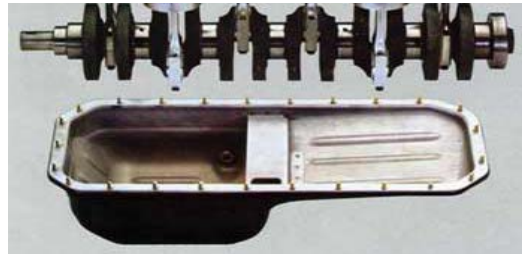
Les culasses sont soumises à de fortes contraintes mécaniques et thermiques. Elles sont soigneusement refroidies par de larges chambres d'eau (ou des ailettes si le moteur est refroidi à air) qui entourent les chambres de combustion et les conduits d'échappement. Des passages dans le plan de joint relient ces chambres avec celles du bloc-cylindres. L'huile parvient sous pression à la distribution par des canalisations qui traversent le joint.



**Fig.1.5** culasse. [2]

#### 1.4.1.4 Le carter :

Le carter est en principe une enveloppe rigide destinée à protéger des pièces en mouvement contre des agents extérieurs (eau, poussière) qui pourraient les détériorer et il est un support qui reçoit les ensembles du moteur (bloc cylindre, vilebrequin et les accessoires moteur).



**Fig.1.6** le carter moteur.

#### 1.4.2 Les organes mobiles :

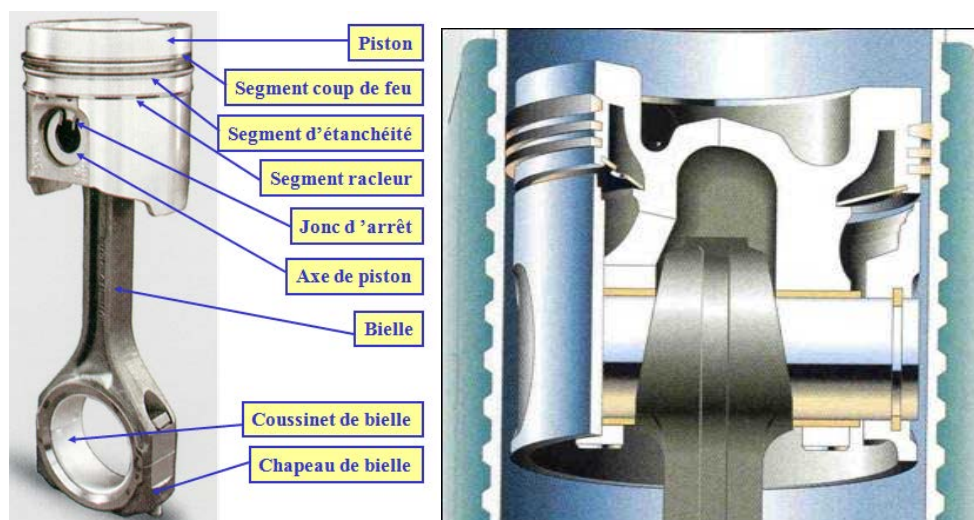
##### 1.4.2.1 Le piston :

Le piston est l'organe mobile qui constitue l'une des parties de la chambre de combustion fermée par le cylindre et la culasse.

Le piston reçoit la pression des gaz de combustion. Il est animé d'un mouvement alternatif et relatif dans le cylindre et transmet au vilebrequin par l'intermédiaire de la bielle l'effort exercé par la pression des gaz pendant le temps moteur.

Il supporte quatre sortes d'efforts qui sont :

- La pression des gaz et la température d'explosion (combustion).
- La réaction proies des cylindres.
- Le piston permet de comprimés une masse de gaz et assure son évacuation.



**Fig.1.7** le piston. [2]

### 1.4.2.2 La bielle :

La bielle est un organe qui permet la liaison entre le piston et le vilebrequin et a pour rôle de transmettre le mouvement alternatif du piston en mouvement circulaire du vilebrequin.

La bielle est constituée de parties:

- Le pied de bielle est muni d'une bague antifriction dans laquelle bouge un librement.
- La tête de bielle a pour plan d'assemblage avec le chapeau oblique ou droit cranté.



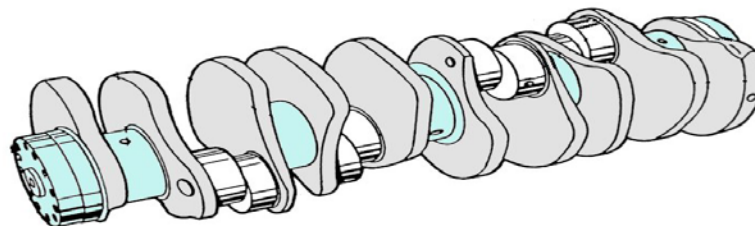
**Fig.1.8** la bielle. [2]

### 1.4.2.3 Le vilebrequin :

Le vilebrequin est l'élément principal du système bielle-manivelle. Il permet la transformation du mouvement alternatif du piston, en un mouvement rotatif.

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. Dans les moteurs en ligne, le vilebrequin comporte autant de manivelles qu'il y a de cylindres.

Dans les moteurs en V, en général, le nombre des manivelles est la moitié du nombre de cylindres.



**Fig.1.9** le vilebrequin.

#### 1.4.2.4 L'arbre à came :

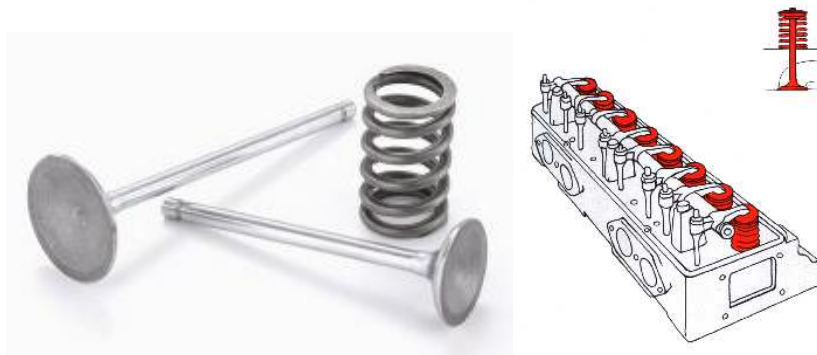
La commande de soupapes et les injecteurs, s'effectue à l'aide de cames tournante d'un mouvement uniforme, les cames nécessaires à la distribution dans un moteur sont d'un arbre appelé " arbre à came".



**Fig.1.10** l'arbre a came.

#### 1.4.2.5 Les soupapes :

Les soupapes contrôlent l'entrée et la sortie des gaz dans le cylindre. Elles sont fermées par de forts ressorts et alternativement ouvertes au moment voulu, directement ou indirectement, par des cames montées sur un ou des arbres nommés arbres à cames.



**Fig.1.11** les soupapes.

### 1.5 Mécanisme de distribution :

Le système de distribution gère l'admission de l'air frais dans les cylindres puis la vidange des gaz brûlés. Il est constitué d'éléments mobiles, les soupapes qui laissent entrer et sortir les gaz du cylindre par les ports d'admission et d'échappement. Au repos, elles sont maintenues fermées par des ressorts de rappel, l'ouverture est contrôlée mécaniquement par le système composé de l'arbre à cames, des poussoirs et des culbuteurs. L'actionnement des soupapes est aussi réalisé par des systèmes électromécaniques en cours de développement qui équiperont les moteurs sans arbre à cames dans les années à venir. L'arbre à cames est couplé au vilebrequin via une courroie de distribution ou une cascade des pignons de telle sorte que sa vitesse de rotation soit deux fois inférieure à celle du vilebrequin. Ainsi, l'ouverture et la fermeture des soupapes sont parfaitement synchronisées avec les mouvements du piston. [1]

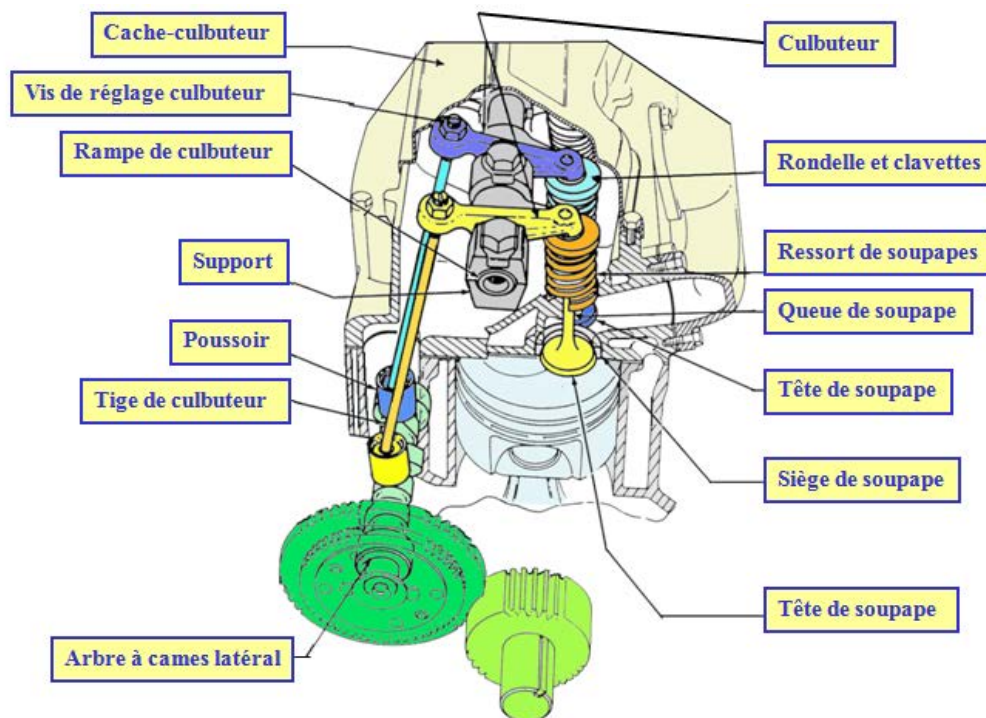


Fig.1.12 le mécanisme de distribution dans un moteur diesel. [2]

### 1.6 Mécanisme d'auto- inflammation :

Si le mélange de combustible et d'air se trouve exposé à une température progressivement croissante, il s'enflamme spontanément lorsqu'une température seuil est dépassée. C'est le mécanisme d'auto-inflammation. Cette température seuil est dite température d'auto-inflammation, souvent notée TAI. [4]

### 1.7 Le système d'injection :

Le système d'injection est un organe essentiel car le moteur Diesel nécessite un dosage rigoureux du combustible. L'introduction du carburant dans le cylindre est réalisée par un ensemble comprenant une pompe qui alimente les injecteurs (un par cylindre) placés sur la culasse. La pompe d'injection garantit l'alimentation de chaque injecteur, ces derniers sont chargés de laisser entrer la quantité adéquate de carburant aux instants désirés. On distingue deux catégories de moteurs diesel selon que les injecteurs débouchent directement dans le cylindre (injection directe) ou bien dans une chambre annexe dite chambre de précombustion (injection indirecte). Dans Notre cas étudié (Moteur diesel MTU V16), nous intéresserons plus particulièrement aux moteurs diesel à injection directe. [1]

## 1.8 Principe de fonctionnement de moteur diesel :

Les moteurs diesel fonctionnent habituellement au gazole, au fuel lourd ou aux huiles végétales. Le fonctionnement d'un moteur à combustion interne se décompose en étapes élémentaires plus connues sous le nom de temps moteur. Un temps moteur correspond à un trajet du PMH vers le PMB, Le cycle diesel d'un moteur à quatre temps comporte : [1]

### 1.8.1 1<sup>er</sup> temps Admission :

Descente du piston, ouverture de la soupape d'admission, remplissage du cylindre par de l'air, fermeture de la soupape d'admission.

### 1.8.2 2<sup>ème</sup> temps Compression :

Montée du piston, les soupapes sont fermées, forte élévation de la pression (environ 40 bars) et donc de la température (environ 600°C) pour permettre l'auto inflammation.

### 1.8.3 3<sup>ème</sup> temps Combustion (temps moteur) :

Le combustible est injecté à haute pression (environ 300bars). Il s'enflamme spontanément et continue à brûler tout le temps que dure l'injection (la combustion dure ici plus longtemps que dans le cas du moteur à essence). Sous l'action de la pression (environ 90 bars), le piston descend, c'est le temps moteur.

### 1.8.4 4<sup>ème</sup> temps Echappement :

La soupape d'échappement s'ouvre, chute de pression, le piston monte et chasse les gaz brûlés contenus dans le cylindre et le cycle recommence, Lors de l'admission, le moteur aspire de l'air et l'injection doit se faire à très haute pression. Le combustible s'enflamme par auto-inflammation, la combustion dure le temps que dure l'injection du combustible.

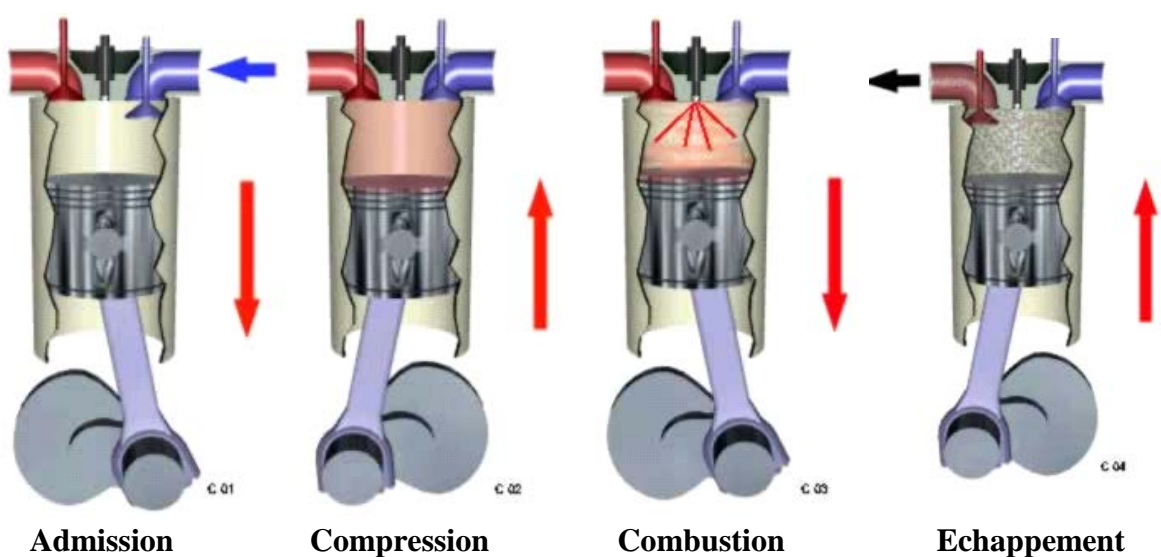


Fig.1.13 Principe de fonctionnement de moteur diesel à combustion interne. [1]

### 1.9 Utilisations des moteurs diesel avec cylindres en V :

Grace à les avantages des moteurs diesel avec des cylindres en disposition en V (V8, V12, V16, V20) :

- ✓ Moteurs plus compact ;
- ✓ Vilebrequin plus court donc plus léger et plus rigide ;
- ✓ Moins de vibrations et régularité cyclique parfaite ;
- ✓ Sonorité particulière.

Ils sont utilisés généralement dans les installations suivantes :

- ✓ Les véhicules touristiques (4X4) et véhicules agricultures ;
- ✓ Les engins lourds de génie civil ;
- ✓ Les groupes électrogènes à grandes puissances (Notre cas étudié) ;
- ✓ Les bateaux marins ;
- ✓ Les grands véhicules militaires.
- ✓ Moteurs d'avions (depuis la Première Guerre mondiale) : V8 liberty, V-12 Daimler-Benz, Hispano-Suiza, Rolls-Royce, etc. ;
- ✓ Locomotive diesel ;

## Introduction

Les stages sont des phases importantes de notre formation universitaire. Ils nous permettent de mieux connaître les sites industriels et les services liés à notre spécialité (la maintenance industrielle). Les connaissances théoriques acquises à l'université doivent être développées dans le sujet de mémoire à travers ce stage.

Le choix de la centrale électrique à cycle combiné SKD (Sharikat Kahraba Koudiet Ed Draouch) a Wilaya d'El Taref, est d'une importance capitale puisqu'elle nouvellement installée. La centrale est en phase de construction, elle sera mise en service à partir Juin 2013 et commencera la production commerciale d'énergie électrique. A ce stade il est très fructueux d'être parmi les premiers stagiaires à visiter le site.

La visite est organisée sous forme d'un stage d'un mois du 19/03/2013 jusqu'à 19/04/2013.

Elle consiste à comprendre le fonctionnement du système, du connaître les différents équipements qui contribuent à la production de l'énergie électrique.

Notre intérêt est porté sur le service maintenance qui doit veiller sur le bon fonctionnement de la centrale.

Notre séjour ne fera que renforcer les connaissances acquises à l'université. Notre travail est orienté vers la station des groupes électrogènes Black Start.



**Fig.2.1** Vue des tranches de la centrale SKD.



## 2.1 Objectifs de réalisation de la centrale :

L'accroissement de la demande d'électricité imposée par l'évolution des besoins des utilisateurs et l'extension des activités économiques incite l'état à développer les sources d'énergie et à accroître les capacités de production.

En outre, les impératifs de préservation de l'environnement privilégient l'adoption des procédés les plus « propres », généralement au détriment du coût de production et de l'importance de l'investissement à court terme.

C'est dans ce cadre que la SKD prévoit la réalisation d'une nouvelle centrale électrique à cycle combiné mono arbre à Koudiat Ed Draouch wilaya d'El Taref d'une capacité 1200 MW dont l'objectif est de renforcer la production d'électricité.

La Société SKD (**Sharikat Kahraba Koudiat Draouch**) est une entreprise publique à caractère industriel et commercial, dirigée par un conseil d'administration représenté par son Président Directeur Général, Monsieur HACHEMI RACHEDI.

La SKD est responsable de la production et de l'électricité pour faire face à une demande croissante avec des ressources énergétiques.

La SKD vise une meilleure diversification des sources de production de l'énergie et la préservation de l'environnement en privilégiant la valorisation des ressources renouvelables (production du kilowattheure vert) et en instaurant les équipements les plus appropriés (**le cycle combiné**) qui occupe une place prépondérante dans la production de l'énergie électrique.

## 2.2 Site géographique :

La réalisation de la centrale électrique à cycle combiné mono-arbre (Single shaft) de Koudiat Draouch est située à la proximité de la route d'El Chatt à 40 km de la ville d'Annaba (Fig.2.2 carte de situation et image Google ci-dessous).



**Fig.2.2** Site géographique de SKD. La photo du fond est prise de Google maps.

### 2.3 Description détaillée de la Centrale :

Dans le cadre de la stratégie nationale de l'amélioration de la capacité de production de l'énergie électrique, l'état prévoit la réalisation d'une centrale à cycle combiné mono arbre de Draouch dont l'objectif est de satisfaire les besoins croissants des clients. La production moyenne prévisible estimée pour cette centrale sera 1200 méga Watt.

La centrale utilisera le gaz naturel comme combustible principal et le gas-oil comme combustible de secours.

Les principales composantes et bâtiments de cette extension sont essentiellement constitués par les équipements suivants :

- Les turbines à gaz ;
- Les turbines à vapeur ;
- Les générateurs d'électricité ;
- La chaudière de récupération (les générateurs de vapeur) ;
- Les cheminées ;
- Les condenseurs de vapeur ;
- Les stations de dessalement et de déminéralisation des eaux de mer ;
- Le poste de détente et de traitement de gaz. ;
- Les stations d'échantillonnage et de dosage ;
- La station BlackStart (12 moteurs électrogènes) ;
- Les systèmes auxiliaires (systèmes utilisées dans le démarrage ou le secours) ;
- Station de traitement des eaux de refroidissement avant leur rejet ;
- Station de production d'hydrogène ;
- Station d'air comprimé (production d'air comprimé) ;

La turbine à gaz, la turbine à vapeur et le générateur sont sur la même ligne d'arbre d'où la nomination Cycle Combiné Mono-arbre.

Les investissements prévus par l'état pour cette centrale sont de l'ordre de 635 Millions d'Euro.

### 2.4 La zone de l'entreprise :

Les principaux éléments marquants le milieu naturel de la zone de la centrale sont :

- **La plage de Draouch** : la centrale utilise l'eau de mer comme source principale pour différents utilisations (systèmes de refroidissement ouvert et fermé, eau dessalé et déminéralisé, utilisation quotidienne des services,...etc);
- **Le milieu atmosphérique** : La qualité de l'air est marquée principalement par les émissions du Centre de production de Draouch qui sont tolérables et ne dépassent pas les normes de la santé publique.
- **Niveau sonore silencieux** : un des avantages de cycle combiné est sa réduction minimale aux bruits sonore.

### A) Phase de construction

La phase de construction englobe la phase d'étude et de conception de la centrale, les travaux de construction et de montage et les tests d'essai et de mise en service. La durée prévisionnelle de cette phase est estimée à 5 ans (4 ans + retard d'une année) à partir du mois juin 2008.

### B) Phase d'exploitation

La durée prévisionnelle de l'exploitation de la nouvelle centrale électrique de SKD est estimée à une vingtaine d'années.

## 2.5 Le cycle combiné mono-arbre (sigle-Shaft)

### 2.5.1 Centrales Classiques :

#### 2.5.1.1 Centrale électrique a cycle simple :

Dans la centrale électrique classique, la turbine à gaz en cycle ouvert perd 67% de l'énergie introduite sous forme de combustible dans les fumées qui sont dégagées vers l'atmosphère.

Les centrales à cycle simple de production d'électricité sont tout simplement la turbine à gaz de base montée dans un bâti et accouplé avec un générateur. A titre de comparaison, un moteur d'un Boeing 737 est équivalent à un 25-30 MW électrique à cycle simple plante

Généralement, les centrales à cycle simple utilisent le gaz naturel comme carburant avec du kérosène ou du mazout comme un combustible de secours. Ils sont utilisés pour répondre aux plus hautes exigences de l'électricité, par exemple après-midi d'été très chaud.

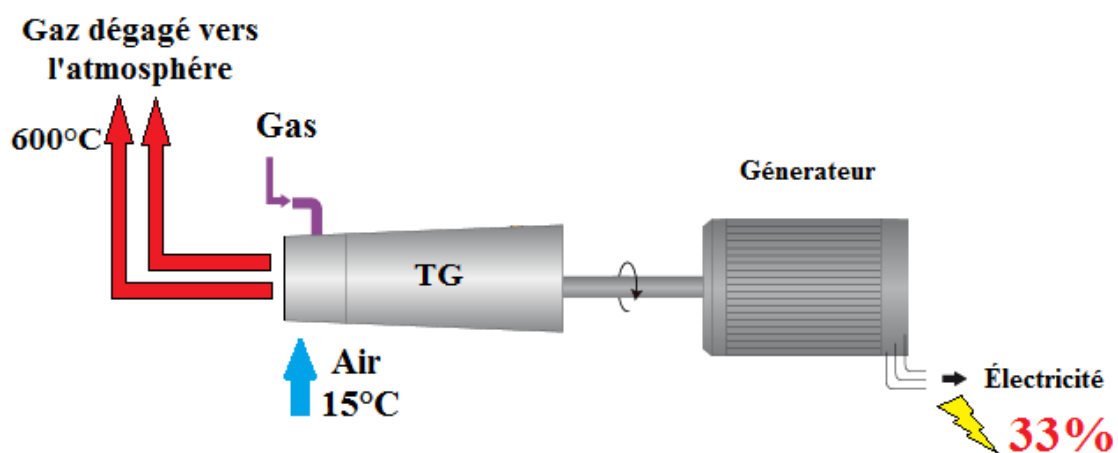


Fig.2.3 Schéma représentant le principe de fonctionnement de cycle simple TG.

### 2.5.1.2 La centrale électrique conventionnelle à vapeur:

La centrale électrique classique qui a servi de base pour la production d'énergie électrique pour nombreuses années brûle du combustible pour chauffer une chaudière pour produire de la vapeur. La vapeur est ensuite utilisée pour transformer une turbine à vapeur qui entraîne un générateur électrique. La vapeur est ensuite condensée à l'eau (ce qui nécessite l'utilisation de l'eau de refroidissement), puis est réchauffé. Machine à vapeur conventionnelle les plantes peuvent utiliser une variété de combustibles, essentiellement tout ce qui brûle peut être utilisé. Les combustibles typiques sont le charbon, le gaz, le pétrole, ou de la biomasse.

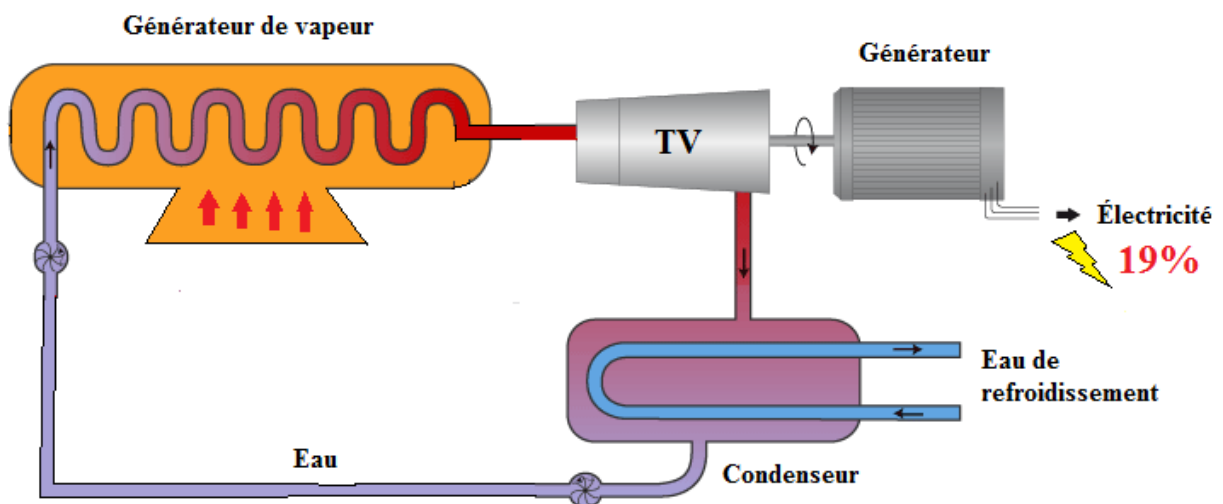


Fig.2.4 Schéma représente le fonctionnement de cycle simple TV.

### 2.5.2 Centrale à cycle combiné :

#### 2.5.2.1 Justification du choix du type de cycle combiné

- C'est un moyen d'appoint qui répond aux besoins en matière de puissance (1200 MW)
- L'Union européenne qui n'a aucune source de (gaz-gasoil) a retenu la technologie du cycle combiné comme « Meilleure Technologie Disponible » pour la production d'électricité et pour le protéger l'environnement, notamment en termes de rejets dans l'atmosphère et la mer comparativement aux autres moyens de production thermiques classiques, alors pour un pays comme l'Algérie qui a les sources (la mer + les carburants), une centrale à cycle combiné est un grand bénéfice économique.
- Elle atteint enfin des rendements énergétiques élevés tout en bénéficiant d'une grande flexibilité et d'une grande réactivité.

Le cycle combiné consiste à récupérer l'énergie thermique des gaz très chauds à l'échappement de la turbine à combustion, pour produire dans une chaudière de récupération de la vapeur utilisée pour alimenter un groupe turbo-alternateur à vapeur. Le résultat permet donc une augmentation notable du rendement énergétique de la centrale. [6]

Les centrales à cycle combiné comprennent deux types :

- Centrale à double générateurs ("multi-arbres" ou "multi-shaft") ;
- Centrale à un seul générateur dont les deux turbines sont montées sur le même arbre («mono-arbre » ou « single-shaft »), le cas de la nouvelle centrale de Koudiat Draouch.

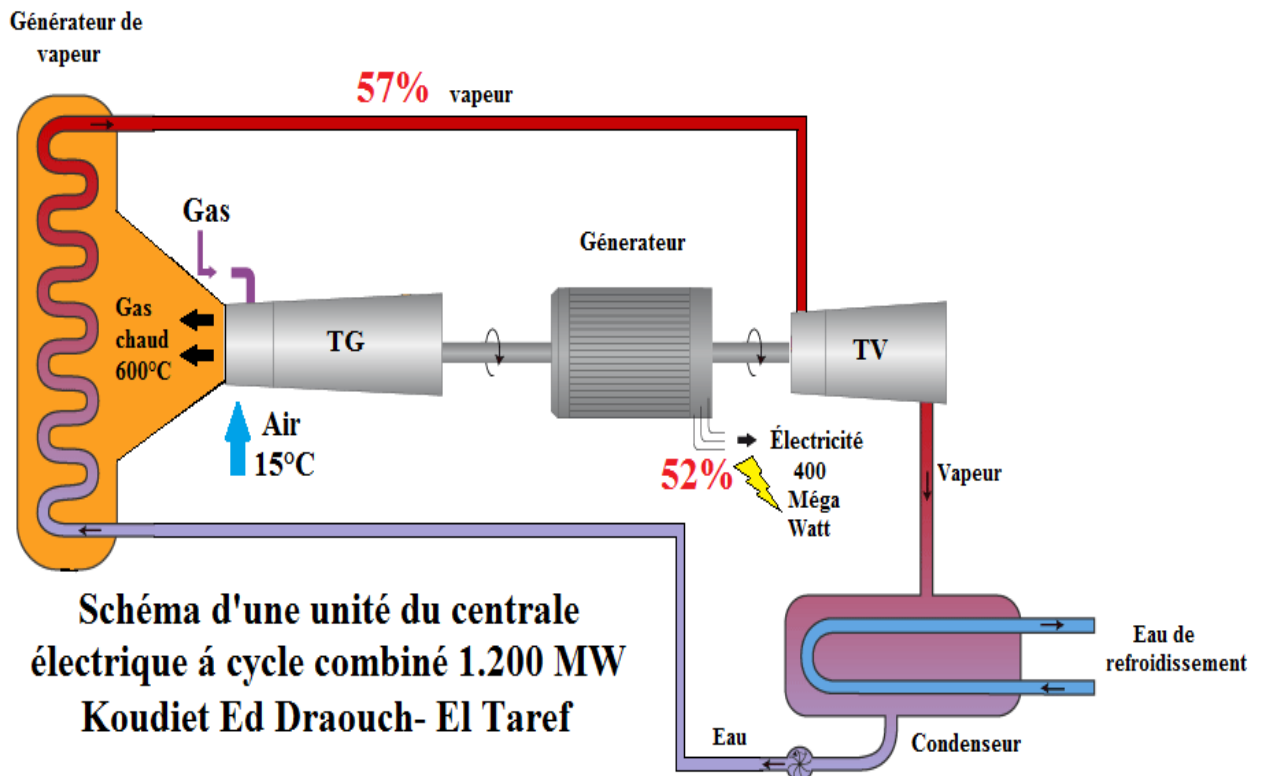
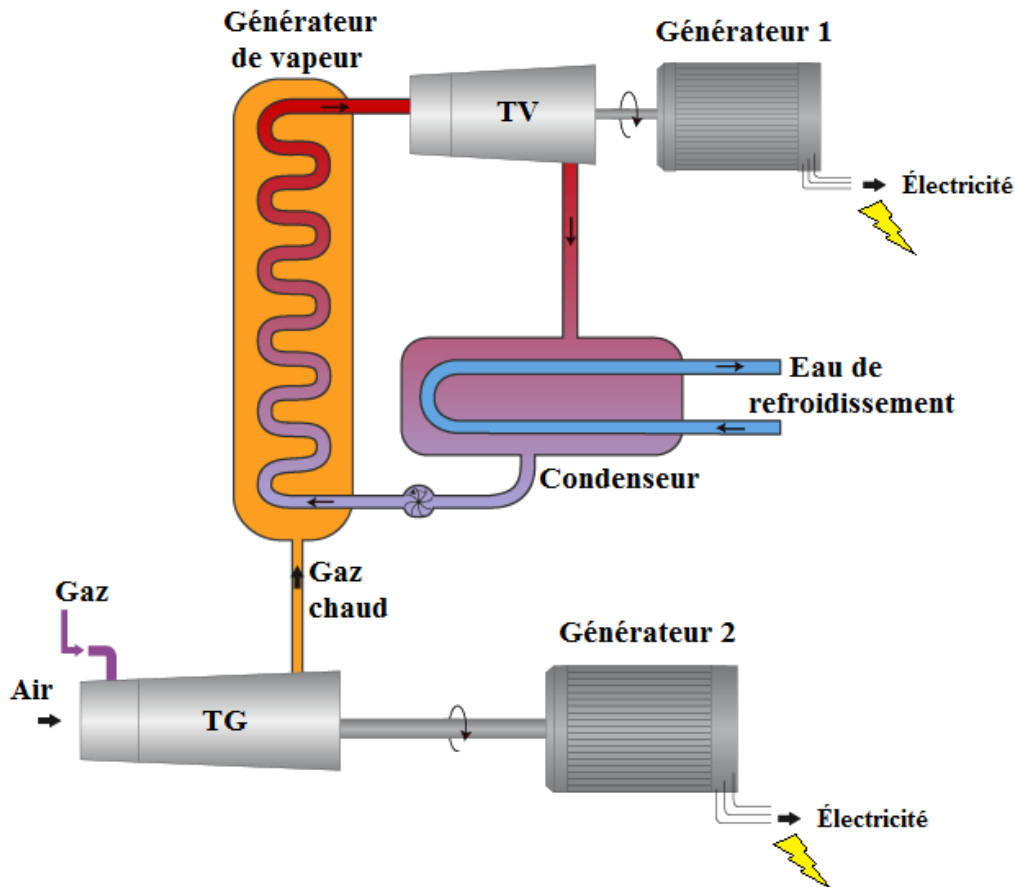


Fig.2.5 Schéma d'une unité du centrale à cycle combiné mono-arbre (Single-Shaft).



**Fig.2.6** Schéma d'une unité de centrale à cycle combiné multi-arbre (multi-Shaft).

Une centrale électrique à cycle combiné est essentiellement une centrale électrique qui a une turbine à gaz et une turbine à vapeur sont utilisés en combinaison pour réaliser une plus grande efficacité qu'il ne serait possible de manière indépendante. La turbine à gaz entraîne un champ électrique tandis que le générateur de turbine à gaz d'échappement est utilisée pour produire de la vapeur dans un échangeur de chaleur (appelé un générateur de vapeur à récupération de chaleur, HRSG) pour alimenter une turbine à vapeur dont la sortie fournit le moyen de produire de l'électricité. Si l'on utilise de la vapeur pour la chaleur (par exemple, chauffage des bâtiments), alors que la centrale sera appelée une centrale de cogénération. La figure ci-dessous est une représentation simple d'un système de TGV. Il démontre le fait qu'un Système de CCGT est de deux moteurs thermiques en série. Le moteur est supérieure la turbine à gaz. Le gaz d'échappement de la turbine correspond à l'entrée de la partie inférieure du moteur (une turbine à vapeur). La turbine à vapeur échappements de chaleur par l'intermédiaire d'un condenseur de vapeur dans l'atmosphère.

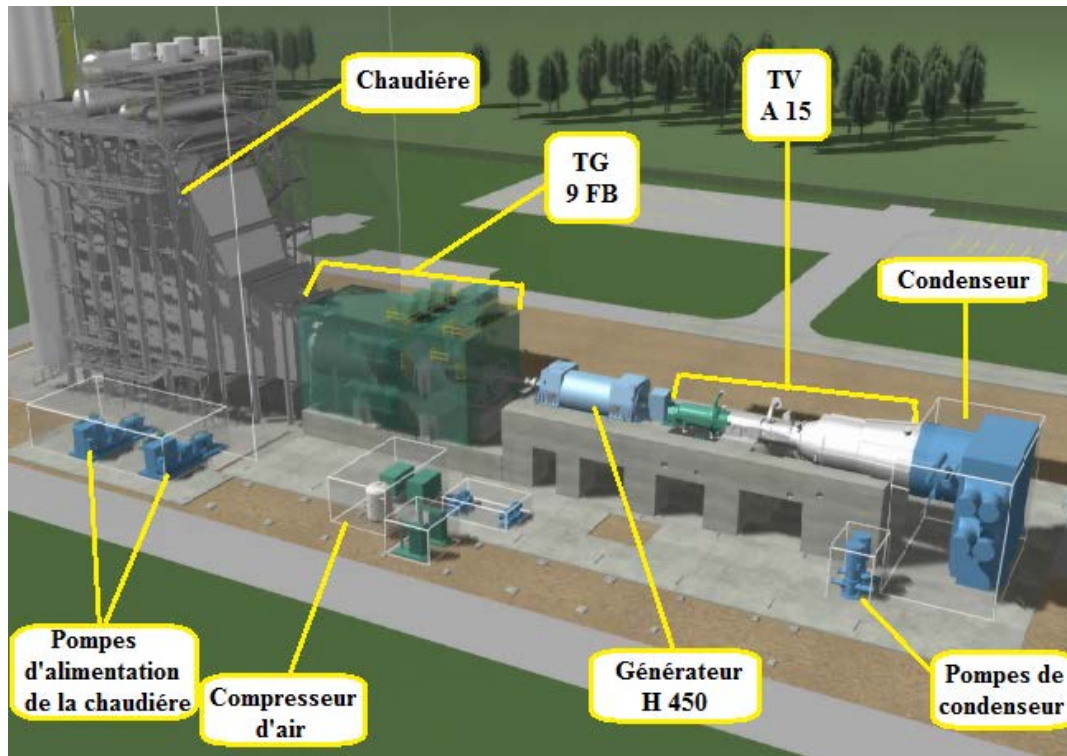


Fig.2.7 Schéma présente les installations principales de centrale. [7]

### 2.5.2.2 Procédure de fonctionnement de cycle combiné :

La centrale à cycle combiné est un ouvrage de production d'énergie électrique qui utilise le gaz naturel comme combustible dans une turbine à gaz.

La chaleur des fumées d'échappement de la TAG est récupérée pour être recyclée dans une chaudière de récupération (Chaudière sans combustion).

La chaudière produit de la vapeur qui se détend dans une turbine à vapeur à trois corps : HP, MP, BP.

Les condensats sont récupérés dans le condenseur refroidi par l'eau de mer du circuit ouvert. La turbine à gaz et la turbine à vapeur sont couplées au générateur sur un même arbre « single shaft ».

Le rendement du cycle combiné ( $\eta_{cc}$ ) peut être obtenue par l'équation 1 [8] :

$$\eta_{cc} = \eta_B + \eta_R - (\eta_B * \eta_R) \quad (1)$$

$\eta_{cc}$  : Rendement de cycle combiné

$\eta_B$  : Rendement de TG

$\eta_R$  : Rendement de TV

L'équation (1) indique que la somme des rendements individuels, moins le produit de rendement individuel est égale à rendement du cycle combiné. Cette simple équation donne un aperçu significatif pour expliquer pourquoi combiner les systèmes de cycle sont couronnées de succès.

Par exemple, supposons que le rendement des turbines à gaz  $\eta_B$  est de 40% (une valeur raisonnable pour une turbine à gaz) et que l'efficacité de turbine à vapeur  $\eta_R$  est de 30% (une valeur raisonnable pour la turbine à vapeur). [8]

En utilisant l'équation (1) conduirait à la conclusion suivante:

$$\eta_{CC} = 0,4 + 0,3 - (0,4 * 0,3)$$

$$\eta_{CC} = 0,58$$

Le rendement de cycle combiné de 58% est nettement supérieure supporte l'efficacité de la turbine à gaz ou le l'efficacité de turbines à vapeur séparément. La valeur de 58% est légèrement trompeur à ces pertes du système ont été ignorés. Les valeurs de rendement de l'ordre de 60% ont été enregistrées pour systèmes à cycle combiné dans les dernières années.

Centrales à cycle combiné peut venir dans de nombreuses configurations différentes. Certaines entreprises choisissent pour traiter d'échappement de la turbine à gaz dérivation pile comme une marchandise, d'autres choisissent d'intégrer un amortisseur de dérivation dans le chemin d'échappement de la turbine à gaz. Le clapet de dérivation permet de configuration rapide de la centrale électrique à cycle combiné d'une ou d'un système à cycle simple.

Certaines caractéristiques de base de la centrale à cycle combine sont énumérés ci dessous:

- Centrales à cycle combiné utilisant le gaz d'échappement chauds des turbines à gaz pour produire de la vapeur, qui actionne une turbine à vapeur qui entraîne un alternateur pour produire de l'électricité.
- Puissance de sortie de la turbine à vapeur est généralement 1/3 de la production totale de l'ensemble puissance du moteur de la centrale électrique à cycle batteuse. C'est ce "plus" de l'électricité produites à partir de la même quantité d'énergie éolienne (sans consommation carburant supplémentaire) qui fait une centrale à cycle combiné beaucoup plus efficace qu'un simple, centrale à cycle de pointe turbine à gaz.
- Rendement global de conversion du combustible en électricité est supérieure à une centrale de pointe 44 à 52% (taux de chaleur de 6.600 à 7.700 BTU / kWh). La portion de vapeur de centrales à cycle combiné est d'environ 1,5 à 3 heures de chauffer. Cela est beaucoup plus lent que d'une plante vrai pic qui peut être à la charge dans environ De 10 à 20 minutes.
- Le coût du cycle de moissonneuse-batteuse système est évidemment une dépense en capital plus coûteux d'une centrale de pointe (centrale à cycle simple).
- Cependant, une centrale à cycle combine a une grande efficacité dans la conversion de carburant pour l'électricité, qui permet aux combustibles de prix relativement élevés comme le gaz naturel pour être compétitif pour les charges intermédiaires ou de base.



### 2.5.2.3 Procédés de production de l'électricité

- Au démarrage, le générateur servira pour la mise en mouvement de la ligne d'arbre.
- L'air atmosphérique est aspiré, filtré puis dirigé à travers des gaines d'admission vers l'entrée du compresseur axial du groupe.
- A la sortie du compresseur, l'air comprimé se mélange au combustible (gaz naturel ou gas-oil comme combustible de secours) dans les chambres de combustion de la turbine à gaz où se produit la combustion du mélange.
- Les gaz chauds venant des chambres de combustion se propagent et traversent les différents étages de la turbine où ils se détendent. L'énergie cinétique de la détente se convertit en travail utile transmis au rotor de la turbine à gaz qui entraîne un générateur produisant de l'énergie électrique.
- Les gaz ainsi détendus à température élevée d'environ 630°C s'échappent à travers une gaine pour atteindre la chaudière de récupération qui utilise l'énergie calorifique ainsi introduite pour transformer en vapeur surchauffée une eau préalablement réchauffée dans un ensemble d'échangeurs constituant le poste d'eau. Cette vapeur à hautes caractéristiques thermodynamiques est détendue dans une turbine à vapeur où elle transforme son énergie thermique en énergie mécanique, elle-même convertie en énergie électrique via le générateur entraîné par une turbine à vapeur. [8]

## 2.6 Description détaillée des installations de la centrale :

Le plan de masse de la centrale indiquant avec précision toutes les installations et équipements annexes est annexé au présent rapport. Les différents équipements et installations de cette centrale peuvent être classés en trois catégories :

- les installations principales ;
- les installations auxiliaires ;
- les installations secondaires ;

### ❖ Les installations principales :

Les principales composantes de cette extension sont essentiellement constituées par les équipements suivants :

- Les turbines à gaz ;
- Les turbines à vapeur ;
- Les générateurs ;
- Les chaudières de récupération ;
- Les cheminées ;
- Les condenseurs de vapeur.

La turbine à gaz, la turbine à vapeur et le générateur sont sur la même ligne d'arbre d'où la nomination Cycle Combiné Mono-arbre.

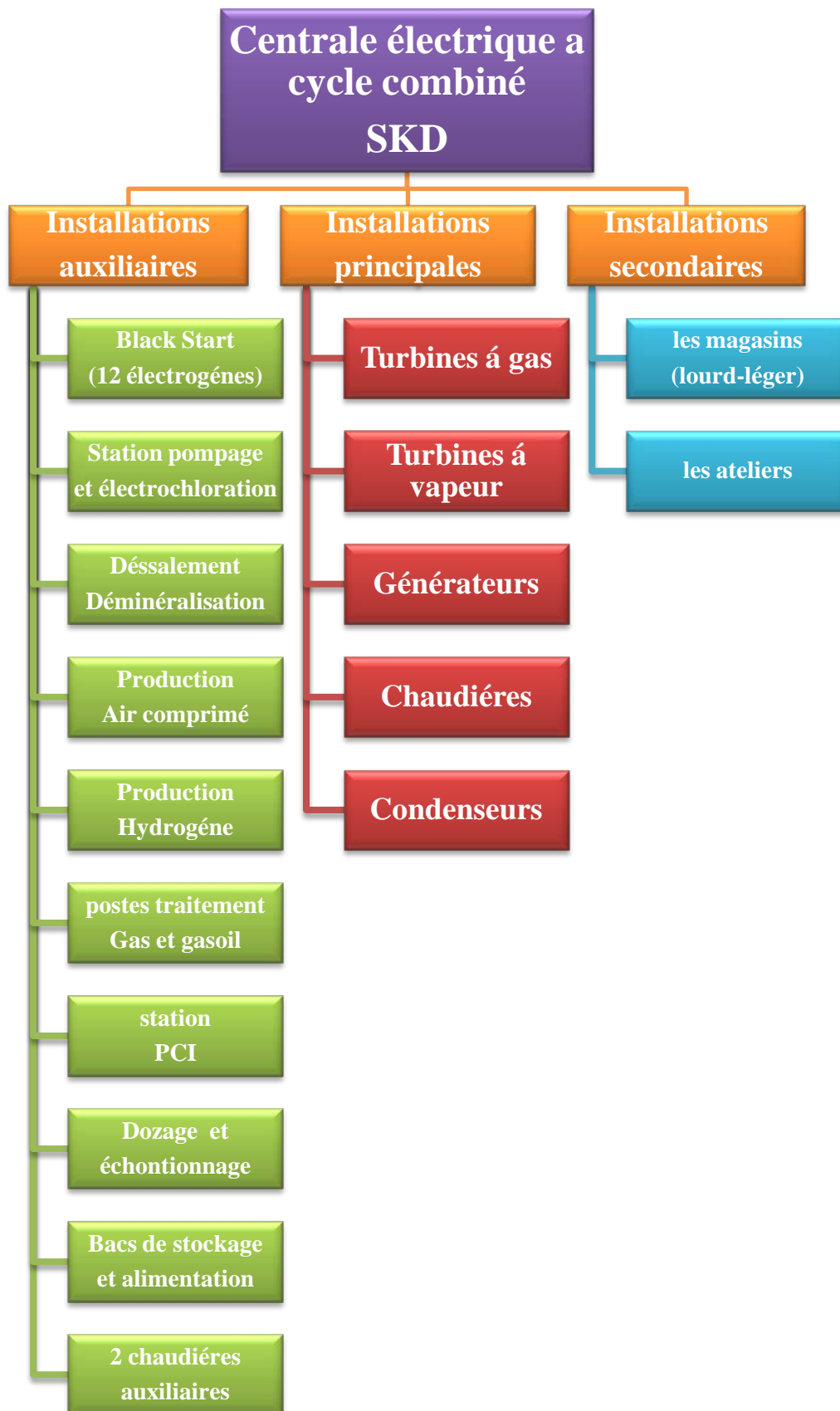
**❖ Les installations auxiliaires :**

Les systèmes auxiliaires de la centrale sont importants pour le démarrage de la centrale, sans ces systèmes la centrale électrique peut être stoppée pour des raisons de sécurité de fonctionnement.

- Les stations de dessalement et de déminéralisation des eaux de mer ;
- Le poste de détente et de traitement de gaz. ;
- Le poste de traitement de gasoil ;
- La station PCI (protection contre incendie) ;
- Les stations d'échantillonnage et de dosage ;
- La station BlackStart (12 moteurs électrogènes) ;
- Station de traitement des eaux de refroidissement avant leur rejet ;
- Station de production d'hydrogène ;
- Station d'air comprimé (production d'air comprimé) ;
- Station de pompage d'eau de mer ;
- Les bacs d'alimentation et de stockage.

**❖ Les installations secondaires :**

- Les magasins (lourd et léger) ;
- Les ateliers (mécanique et électrique) ;

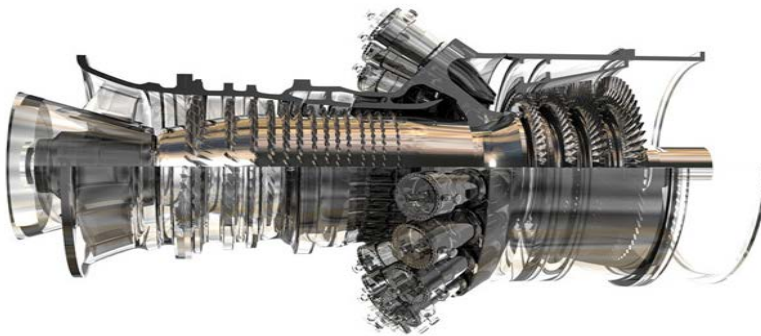


**Fig.2.8** Schéma présente les différentes installations de la centrale SKD.

## 2.6.1 Les installations Principales :

### 2.6.1.1 La turbine à gaz 9FB :

La turbine à gaz appelée aussi turbine à combustion ou parfois turbine à gaz de combustion (dénomination la plus précise), est une machine tournante thermodynamique appartenant à la famille des moteurs à combustion interne dont le rôle est de produire de l'énergie mécanique suite à la rotation d'un arbre, directement à partir de l'énergie cinétique des gaz produits par la combustion d'un hydrocarbure (gaz, gasoil...) qui subissent une détente dans une turbine. Le comburant, le plus souvent de l'air ambiant, est comprimé avant de pénétrer dans la chambre de combustion, en utilisant un compresseur rotatif entraîné par le même arbre que la turbine. [8]



**Fig.2.9** La turbine á gas 9FB [8]

Le gaz naturel est mélangé à l'air et brûlé dans la chambre à combustion à une température qui dépasse 600 °C. Puis la turbine à gaz entraîne le générateur fournissant 400 MW (1/3) de la puissance totale de la centrale.

Les gaz d'échappement ne sont pas gaspillés mais déviés vers la chaudière, où ils sont complètement récupérés.

### Spécification :

- Efficacité en base (%): 38,3 à cycle simple, 59,3 à cycle combiné (109FB)
- Les émissions de NOx: 50 mg/Nm<sup>3</sup> (à 15% O<sub>2</sub>), 30 mg/Nm<sup>3</sup> CO 30 mg/Nm<sup>3</sup> de NOx (à 15% O<sub>2</sub>)
- Conforme émission de préparation de lit (base CC%): 45%
- Heure de début (minutes pour démarrage à chaud): 35 minutes
- Intervalle de combustion (heures / départs): 12k/450
- Intervalle HGP (heures / départs): 24k/900
- Intervalle Major (heures / départs): 48k/1800
- Entretien rotor (h / départs): 144k/5000
- 

### Caractéristiques de la turbine à gaz 9FB :

- Marque .....GENERALE ELECTRIQUE;
- Fabricant ..... GENERALE ELECTRIQUE;
- Model de série ..... 9FB;

- Cycle ..... Combiné;
- Vitesse de l'arbre ..... 3000 tr/min;
- Commande.....MARK VI;
- Température à l'échappement..... 600°C;

#### Section du compresseur :

- Nombre des étages du compresseur axial.....18 ;
- Type du compresseur.....écoulement axial, série lourde ;

#### Section de la turbine :

- Nombre des étages de la turbine.....03 ;
- Directrice des étages.....fixe ;

#### Section de combustion :

- Type..... 18 Chambre de combustion ;
- Configuration des chambres.....concentrique autour du compresseur ;
- Combustible ..... Gaz naturel ;
- Combustible de secours..... Gas-oil ;
- Bougies d'allumage.....deux, types à électrode d'injection-ressort auto rétractant dans les chambre 2 et 3;
- Détecteur de flamme.....4, type ultraviolet dans les chambre 15, 16, 17 et 18 ;

#### Ensemble paliers :

- Nombre de paliers..... 03 chaises palières;
- Lubrification..... sous pression ;

#### 2.6.1.2 La turbine à vapeur A16 :

La turbine à vapeur est constituée d'un grand nombre de roues (une centaine pour un modèle de puissance) portant des ailettes. La vapeur sous pression traverse d'abord les roues de petit diamètre avant d'atteindre les roues de plus grand diamètre. La turbine tourne alors en entraînant l'alternateur qui lui est accouplé.

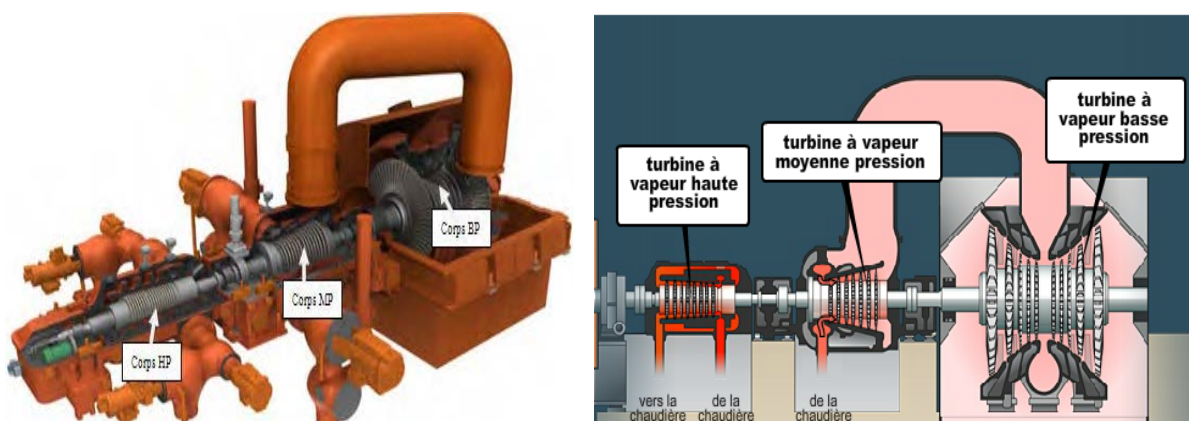


Fig.2.10 La turbine a vapeur.

L'arbre d'entraînement est connecté au générateur, y ajoutant de la puissance électrique supplémentaire.

Pour maximiser l'utilisation de la vapeur et le rendement, la turbine à basse pression fonctionne partiellement sous vide dans ces derniers étages.

Pour la vapeur déjà utilisée puisse être récupérée et réutilisée dans la chaudière, elle passe au travers un condensateur refroidi à l'eau. La différence de température condense la vapeur en eau, qui est pompé à nouveau dans la chaudière pour produire à nouveau de la vapeur.

Pour atteindre un rendement maximum, la turbine à vapeur est composée de trois étages qui fonctionnent en haut, moyenne et basse pression. la vapeur produite dans la chaudière de récupération alimente les aubes de la turbine et l'entraîne à 3000 tours/min.

### Caractéristiques de la turbine à vapeur A16 :

- Marque .....GENERALE ELECTRIQUE;
- Model de série ..... A16;
- Cycle ..... Combiné;
- Nombre des corps de la turbine..... 2;
- Rotation de l'arbre .....Anti-horaire;
- Vitesse de l'arbre ..... 3000 tr/min;
- Commande.....MARK VI;

### Plaquette d'identification du régime normal de la turbine à vapeur (conditions ISO) :

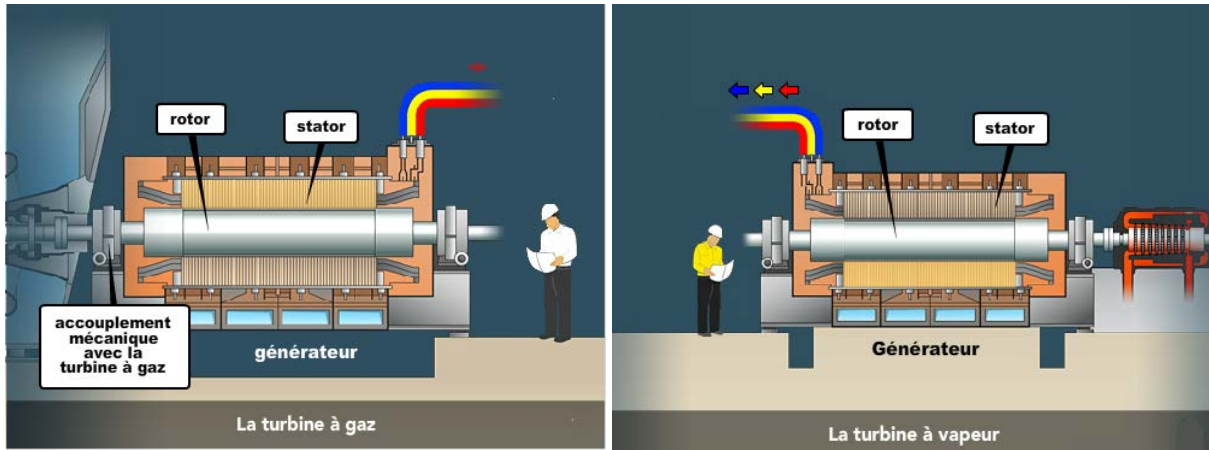
- Sortie de base..... 400 MW ;
- Température de vapeur..... °C ;
- Pression de sortie..... bar ;
- Nombre des étage.....16 ;
- Nombre des étages du corps HP.....8 ;
- Nombre des étages du corps MP.....4 ;
- Nombre des étages du corps BP.....4;

### Ensemble paliers :

- Nombre de paliers..... 03 chaises palières;
- Lubrification..... sous pression ;

### 2.6.1.3 Le générateur électrique H450 :

Le générateur est une machine tournante destinée à produire une tension alternative sinusoïdale. Son fonctionnement est proche de celui d'une génératrice de bicyclette. Les alternateurs sont couplés aux turbines à gaz et à vapeur par couplage rigide.

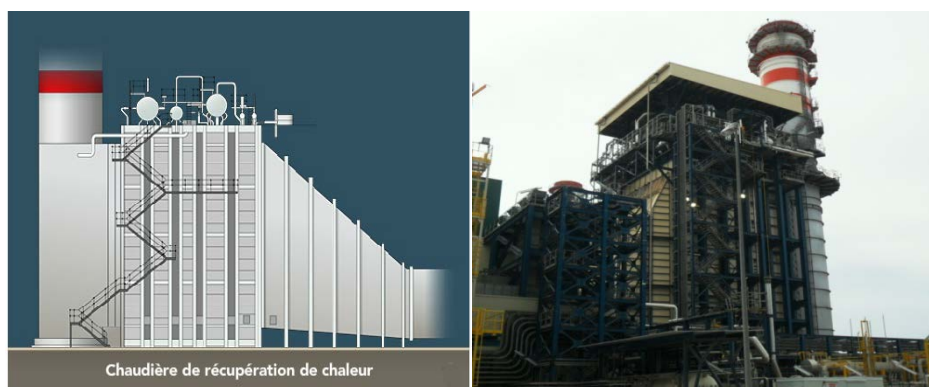


**Fig.2.11** le générateur dans un cycle Combiné.

### 2.6.1.4 La chaudière de récupération :

La chaudière de récupération est un échangeur de chaleur qui permet de récupérer l'énergie thermique de l'écoulement de gaz chaud. Elle produit de la vapeur pour alimenter une turbine à vapeur. Une application usuelle pour une chaudière de récupération est dans la centrale électrique à cycle combiné, où les gaz d'échappement de la turbine à gaz alimentent la chaudière de récupération pour générer de la vapeur qui alimentera la turbine à vapeur.

Cette combinaison produit de l'électricité plus efficacement qu'une turbine à gaz ou une turbine à vapeur seule.



**Fig.2.12** La chaudière de récupération.

Aucune combustion ne se passe dans la chaudière, elle est destinée à extraire la chaleur contenue dans le gaz d'échappement de la turbine à gaz (qui sinon serait perdue dans l'atmosphère dans les systèmes classiques).

### 2.6.1.5. La cheminée :

La cheminée est un ouvrage métallique conçu pour le dégagement des émissions atmosphériques (gaz, vapeur, poussières) issues des procédés de production d'électricité. Pour le cas de la nouvelle centrale de Koudiat Draouch, la SKD a conçu une cheminée dont les dimensions (hauteur et diamètre) sont choisies en appliquant des modèles mathématiques bien adaptés à la capacité de production et aux environs du site du projet afin d'assurer une bonne dispersion des émissions atmosphériques de la centrale électrique et de ne pas gêner l'écosystème.



**Fig.2.13** La cheminée.

### 2.6.1.6 Le condenseur de vapeur :

Le condenseur est un appareil dont la fonction principale est de condenser (transformation d'un gaz en liquide) de la vapeur à l'aide d'un fluide réfrigérant. La chaleur latente du corps est transférée dans le fluide réfrigérant, ce qui consiste en un changement de phase à température constante. Le fluide réfrigérant varie en fonction de la température de condensation du gaz : air, eau, saumure.

Les condenseurs sont souvent des échangeurs de chaleur à calandre et faisceau tubulaire. La condensation se fait presque systématiquement dans la calandre.



**Fig.2.14** Condenseur de vapeur.



## 2.6.2 Les installations auxiliaires de la centrale :

La centrale électrique a des exigences très spécifiques concernant la température, la pression et la qualité du fluide de fonctionnement. L'équilibrage de la centrale a pour but de remplir ces exigences. Pour cette raison, ces systèmes jouent un rôle important pour un fonctionnement sûr, fiable et économique de l'îlot de puissance.

Dans le cas où les exigences ne peuvent pas être remplies, la centrale électrique peut être stoppée pour des raisons de sécurité de fonctionnement.

### 2.6.2.1 Le bâtiment BlackStart:

Le bâtiment BlackStart construits par les allemands, contient 12 groupes électrogènes, ces groupes sont conçus pour le but d'alimenter la centrale en électricité au début de leur démarrage seulement en cas de rupture nationale d'électricité. Ce type de groupes ne peut pas livrer de l'énergie en régime de surcharge (pour une période limitée).

La gamme des puissances couvre les besoins à partir de quelques kilowatts jusqu'à approximativement 100 MW, avec des consommations spécifiques de combustibles pouvant atteindre des valeurs très réduites (155 g/kWh) et des rendements dépassant 50 % (MAN S80ME-C7).



**Fig.2.15** Les douze (12) groupes électrogènes de bâtiment BlackStart.

### 2.6.2.2 La station de dessalement d'eau de mer :

La centrale électrique de Koudiat Draouch utilise l'eau de mer pour la production de l'eau dessalée et de l'eau déminéralisée nécessaire pour les procédés liés à la production de l'énergie électrique. Vu que la production de l'électricité nécessite de grandes quantités d'eau dessalée, la station de dessalement des eaux de mer composée de deux chaînes d'une capacité de production chacune de 2000 m<sup>3</sup>/j.

La station de dessalement de l'eau de mer fait partie importante des composantes du centrale électrique de Koudiat ED Draouch.

La centrale utilise l'eau dessalée au niveau des services suivant :

- Station de déminéralisation d'eau (production d'eau déminéralisée) ;
- Les différents bâtiments et services de centrale (utilisation quotidienne) ;
- Système de protection contre les incendies.



**Fig.2.16** Station de dessalement d'eau de mer.

### 2.6.2.3 Station de déminéralisation d'eau :

L'eau de mer (d'alimentation) fournie a la station de dessalement, après la déchloration, est filtrée et dépourvue de toutes ses substances nuisibles telles que particules d'huile en suspension, composants toxiques, sable, etc., normalement non présents dans l'eau de mer normale. La déchloration est obtenue injectant du bisulfite de sodium dans le flux d'alimentation pour éliminer l'excès de chlore dû au dosage choc de chlore dans l'eau de mer.

L'eau déminéralisée est utilisé au niveau des services suivants :

- Les chaudières pour la production de vapeur.
- Production d'hydrogène.
- Système de refroidissement en boucle fermé.

**Fig.2.17** Station de déminéralisation.



#### 2.6.2.4 Station de protection contre incendies (PCI) :

Ensemble complet y compris réseau d'eau incendie avec équipement des réservoirs, pompes, lances autour et à l'intérieur du centrale. Ainsi que les moyens passifs (choix des matériaux et matériels de construction) et actifs comprenant notamment :

- Systèmes fixe et automatique de détection et protection des installations et équipements spécifiques(CO2, Mousse, etc.. .),
- Système fixe de détection et protection à eau douce intérieur et extérieur aux bâtiments, locaux et galeries composé des réservoirs de stockage d'eau et de pressurisation, pompes, réseau d'eau incendie, poteaux incendie, RIA, armoire incendie, Tuyaux souples, accessoires de raccordement, etc.. . . ,
- Systèmes de désenfumage des bâtiments, locaux, galeries etc.. . . ,
- Moyens mobiles et portatifs suivant les risques,
- Equipements individuels d'intervention.

Les mesures de protection contre l'incendie sont conçues pour atteindre les objectifs suivants :

- Assurer la protection et la sécurité du personnel de service et des occupants ;
- Minimiser les dommages/pertes par le feu au niveau de la centrale, des équipements et des structures ;
- Réduire le potentiel d'impact de pollution sur l'environnement local ;
- Réduire le potentiel d'interruption du fonctionnement de la centrale.

#### Les équipements de luttés contre les incendies

Les équipements de lutte contre les incendies sont des équipements secondaires nécessaires pour la sécurité, la maintenance et le fonctionnement de la centrale dans les meilleures conditions.

Le système de protection contre l'incendie est prévu dans cette centrale pour assurer la protection et la sécurité des équipements suivants :

- Transformateurs ;
- Générateurs et leurs compartiments ;
- Locaux électriques ;
- Chemins de câbles ;
- Groupes turboalternateurs (TG/TV et alternateurs) et leurs compartiments correspondants ;
- Bâtiment administratif et de gardiennage ;
- Poste gaz - ligne gaz ;
- Réservoirs d'huile de lubrification des turbines ;
- Local et réservoir de stockage du gas-oil ;
- Chaudières et ses auxiliaires ;
- Poste de production d'hydrogène.

Ces systèmes de contrôle et de sécurité sont suivants :

### Protection par CO2

Chaque zone nécessite une protection contre les incendies automatiques par CO2, essentiellement la turbine à gaz, équipée par un système d'extinction fixe et autonome.

### Protection par eau

Pour cette centrale, un réservoir de stockage de l'eau nécessaire pour satisfaire les besoins de la protection du site contre les incendies et l'alimentation des locaux sanitaires de la centrale de tous les accessoires nécessaires.

Le système d'eau incendie comprend un réseau fixe, conçu de façon à couvrir les emplacements sensibles à protéger et comprenant essentiellement les équipements suivants :

- Deux électropompes implantées de façon à éviter tous les risques d'indisponibilité ;
- Une pompe Diesel ;
- Deux électropompes à faible débit capable de maintenir la pression en tout point du réseau ;
- Un bac d'eau (avec la couleur rouge) ;
- Un ensemble de poteaux incendie adéquatement répartis sur le site ;
- Des postes incendie intérieurs dans les salles des machines et dans les bâtiments administratifs.



**Fig.2.18** Station PCI (protection contre incendie).

### 2.6.2.5 Poste de détente gaz :

Le gaz naturel arrive à la centrale avec une pression de 35 bars et 69 bars et a une température 5°C et 45°C et un débit maximum de 63 Nm<sup>3</sup>/h. Il passe par un poste de détente qui permet de régulariser sa pression et sa température, ainsi que d'éliminer toutes les traces de la phase liquide. Le gaz ainsi traité sera brûlé directement dans la turbine à gaz. Des mesures de détection de fuite de gaz sont prises afin de protéger le poste contre tout accident, incendie ou autre.

Le système de gaz naturel est conçu pour fournir du gaz, conforme aux exigences aux des turbines à gaz et aux exigences des chaudières auxiliaires .Il remplit les fonctions suivant :

- Fournir à la turbine a gaz du gaz réchauffé, conforme aux exigences propreté, pression et température.
- Eliminer les polluants par filtration/ séparation dans le système du confinement du gaz.
- Eliminer les déchets métalliques.



**Fig.2.19** Station de traitement de gaz naturel.

### 2.6.2.6 Station de production d'air comprimé :

La principale fonction de la station de production d'air comprimé est de capter l'air extérieur et de le traiter adéquatement pour le distribuer ensuite dans la centrale, en vue de couvrir les besoins en air d'instrumentation et air de service.

Le système d'air comprimé comprend deux (2) compresseurs d'une capacité de 100% chacun, deux (2) ballons d'air comprimé d'une capacité de 100% chacun situé au refoulement de chaque compresseur, un système de séchage de l'air en deux étapes (sécheurs frigorifiques et sécheurs par adsorption d'une capacité de 2x110% chacun), un système de filtrage (pré-filtres et post-filtres d'une capacité de 2x110% chacun) et un ballon pour l'air d'instrumentation.

Les besoins en air de la centrale peuvent être regroupés en :

- Consommation d'air d'instrumentation.
- Consommation d'air de service.
- Nettoyage des filtres (par cou de choc).
- Nettoyage générale au niveau des services et stations de la centrale.

En régime normal, un seul compresseur fonctionne pour répondre aux besoins en air d'instrumentation et air de service, tandis que le deuxième compresseur est en secours. Les compresseurs fournissent l'air comprimé au moyen du système de distribution d'air.

Le système d'alimentation en N<sub>2</sub> est raccordé à la distribution d'air d'instrumentation afin d'augmenter sa fiabilité.

La station d'air comprimé a été conçue pour réaliser les fonctions de production et distribution de l'air comprimé pour l'instrumentation de la centrale.

L'air d'instrumentation passe à travers deux étapes de séchage et filtrage.

Le système d'air comprimé comprend deux ensembles principaux :

- Ensemble des équipements pour la production, le stockage, le séchage et la filtration de l'air comprimé : compresseurs, ballons, sécheurs et filtres (module air comprimé).
- Réseau de distribution de l'air comprimé aux différents points de la centrale qui ont besoin d'une alimentation en air d'instrumentation ou en air de service.



**Fig.2.20** Station de production d'air comprimé.

### 2.6.2.7 Station de traitement de gasoil :

Le système de traitement de gasoil assure le respect des exigences pour le gasoil pour un bon fonctionnement de la TG et la protéger le maximum, et de diminuer les émissions des NOx, alors pour l'utilisation de gasoil (combustible de secours), il faut assurer une bonne qualité de gasoil :

- Élimination des déchets métalliques ;
- Séparer le gasoil des autres organes ;

**Fig.2.21** Les pompes centrifuges de traitement de gasoil.



### 2.6.2.8 Station de dosage Produits Chimiques :

Les conduites n'ont qu'une très faible résistance au chlore contenu dans l'eau d'alimentation. Cela nécessite un contrôle constant surtout dans le cas d'une chloration choc intermittente.

De plus, une injection de séquestrant est également prévue en amont des pompes HP. Ce séquestrant permettra d'éviter la précipitation de sels minéraux y compris dans la tuyauterie. Ces produits chimiques seront injectés dans les conditions normales de fonctionnement mais, d'autres produits chimiques tels que l'acide citrique et autres détergents seront également utilisés lors des nettoyages.



**Fig.2.22** Stations dosage et échantillonnage.

### 2.6.2.9 Station de traitement et de pompage d'eau de mer :

La station de pompage est principalement un bassin rectangulaire construit en béton armé et comprenant six chambres parallèles, indépendantes et isolables destinées à recevoir des pompes à raison d'une pompe par chambre. La conception de la station de pompage permet à la fois d'assurer une répartition uniforme du flux d'eau de mer sur l'ensemble pompes et de répondre aux conditions hydrauliques nécessaires pour le fonctionnement optimal des pompes. Chaque chambre doit être conçue pour permettre son isolement pour entretien sans porter atteinte au bon fonctionnement des autres pompes.

Les équipements de la station de traitement et de pompage de l'eau de mer sont :

- 6 filtres dégrilleurs;
- 6 filtres rotatifs;
- 6 pompes de circulation principales (2 x 50%) de capacité unitaire de l'ordre de 2000 m<sup>3</sup>/h ;
- 4 pompes de circulation auxiliaires ;
- 3 batardeaux en amont et en aval de la station de filtration ;

### Système de canalisation

L'eau de mer est acheminée à la station de pompage par 4 canaux sous la mer à l'aide de la gravité. A l'arrivée à la station de pompage, le canal devient en béton et en deux parties isolables pour son nettoyage.



**Fig.2.23** Station de pompage d'eau de mer.



### 2.6.2.10 Système de refroidissement :

Dans un cycle combiné, la vapeur générée dans la chaudière de récupération se détend dans la turbine à vapeur et doit être refroidie avant d'être admise de nouveau dans la chaudière. On distingue plusieurs types de systèmes de refroidissement :

- le système de refroidissement par eau à passage unique utilisé lorsque l'eau de refroidissement est disponible en grande quantité ;
- le système de refroidissement par voie humide en circuit fermé au moyen de tours de refroidissement par évaporation;
- le système de refroidissement par voie sèche en circuit fermé au moyen d'aérocondenseurs.

Le choix principal du système de refroidissement des centrales à cycle combiné s'orienté vers la sélection de l'eau de la mer méditerranée comme fluide de refroidissement.

La fonction principale du système de refroidissement par eau de mer est d'alimenter les condenseurs et les autres systèmes de la centrale à cycle combiné en eau de refroidissement.

La station de pompage d'eau de mer de la centrale sert en premier lieu à faire circuler l'eau de mer au travers d'un condenseur destiné à condenser la vapeur basse pression qui provient de l'échappement de la turbine à vapeur. La chaleur dégagée par la vapeur est absorbée par l'eau de mer de circulation par transfert de chaleur dans les tubes du condenseur et est ensuite évacuée via un canal de rejet à la mer. Les condensats sortant du condenseur sont retournés au circuit eau/ vapeur de la chaudière de récupération.

Pour la protection des équipements du système de refroidissement et des échangeurs à eau de mer de la centrale, l'eau de mer est filtrée et traitée par injection d'hypochlorite de sodium avant d'être distribuée aux différents utilitaires de la centrale.

Le système d'eau de refroidissement de la centrale comprend plusieurs sous-systèmes :

- **système de refroidissement en boucle ouverte** : c'est le circuit d'eau de mer qui assure la circulation à un seul passage de l'eau de mer à travers les échangeurs à eau de mer de la centrale;
- **système d'électro-chloration** : c'est le système qui assure le traitement de l'eau de mer ;
- **système de refroidissement en boucle fermée** : c'est le circuit d'eau déminéralisée qui assure le refroidissement des différents échangeurs de la centrale.



**Fig.2.24** Système de refroidissement fermé.



**Fig.2.25** Système de refroidissement ouvert.

#### 2.6.2.11 Station d'Injection de chlore (biocide) :

Il est important de protéger la prise d'eau contre la prolifération biologique. C'est pourquoi il est indispensable de recourir à une injection de chlore au niveau de cette prise d'eau.

Le chlore ne sera pas injecté en continu mais sous la forme de doses choc. La dose est déterminée afin de pouvoir obtenir un taux résiduel de chlore de 0,2 à 0,5 ppm. En effet, l'injection discontinue de biocide est nettement plus efficace qu'une injection continue parce que les bactéries et les micro-organismes deviennent plus résistants aux produits chimiques en cas d'injection continue. L'injection au niveau du prétraitement sera effectuée dans la tuyauterie pour bénéficier de la turbulence qui crée un excellent mélange.



**Fig.2.26** Station d'injection de chlore dans la mer.

### 2.6.2.12 Bacs d'alimentation :

#### Stockage de gasoil (MARRON) :

Le circuit d'alimentation en gas-oil comprend essentiellement :

- Un circuit de dépotage permettant le transfert du gas-oil des camions citernes au réservoir de stockage ;
- deux réservoirs de stockage de capacité 10 000 m<sup>3</sup> ;
- Un circuit de transfert et d'alimentation en gas-oil pour la turbine à gaz.
- La couleur des bacs de gasoil est le marron.



**Fig.2.27** Bacs de stockage de gasoil.

#### Stockage de l'eau dessalé (VERT) :

L'eau brute est constituée par les eaux dessalées, elle sera stockée dans 2 réservoirs dont la capacité est de 15000 m<sup>3</sup>/réservoir et un de 2000 m<sup>3</sup> (pour indemnisation des pertes de vapeur).



**Fig.2.28** Bacs d'eaux dessalées.

#### Stockage de l'eau déminéralisée (BLUE) :

Il s'agit du stockage de l'eau d'alimentation ou d'appoint du cycle. L'eau déminéralisée parvient du poste de déminéralisation et sert à régulariser le niveau d'eau du ballon de la chaudière selon les besoins. Le stockage d'eau déminéralisée sera assuré par 2 réservoirs dont la capacité est de 15000 m<sup>3</sup>/réservoir.

#### Stockage de l'eau de PCI protection contre l'incendie (ROUGE) :

Un réservoir sa capacité est de 15000 m<sup>3</sup> d'eau dessalé, utilisé seulement pour le système de contre l'incendie.



**Fig.2.29** Bac d'eaux déminéralisées.



**Fig.2.30** Bac d'eau de système PCI.

### 2.6.2.13 Systèmes de canalisation dans la centrale:

Le système de canalisation de centrale est très efficace, la tuyauterie est au dessus de la terre, protégée avec des barreaux, ce système assure la rapidité de détection des fuites et une rapidité de l'entretien, on peut déterminer les couleurs pour chaque liquide ou gaz comme suivant :

- Jaune : gas
- Rouge : PCI
- Vert : Refroidissement
- Marron : gasoil
- Fibre de verre (Razine): eau de mer



**Fig.2.31** Système de canalisation dans la centrale.

### 3. Etude de cas: Groupes électrogènes de secours Black Start (partie moteur diesel) :

La station contient douze groupes électrogènes. Ces groupes sont conçus pour le but d'alimenter la centrale en électricité au début de leur démarrage seulement en cas de rupture nationale d'électricité et de ce la, la nomination « Black Start » c'est-à-dire « le démarrage noir ».

#### 3.1 Situation de Batiment BlackStart :

Le bâtiment BS est situé à proximité des réservoirs d'eau déminéralisée de la centrale.

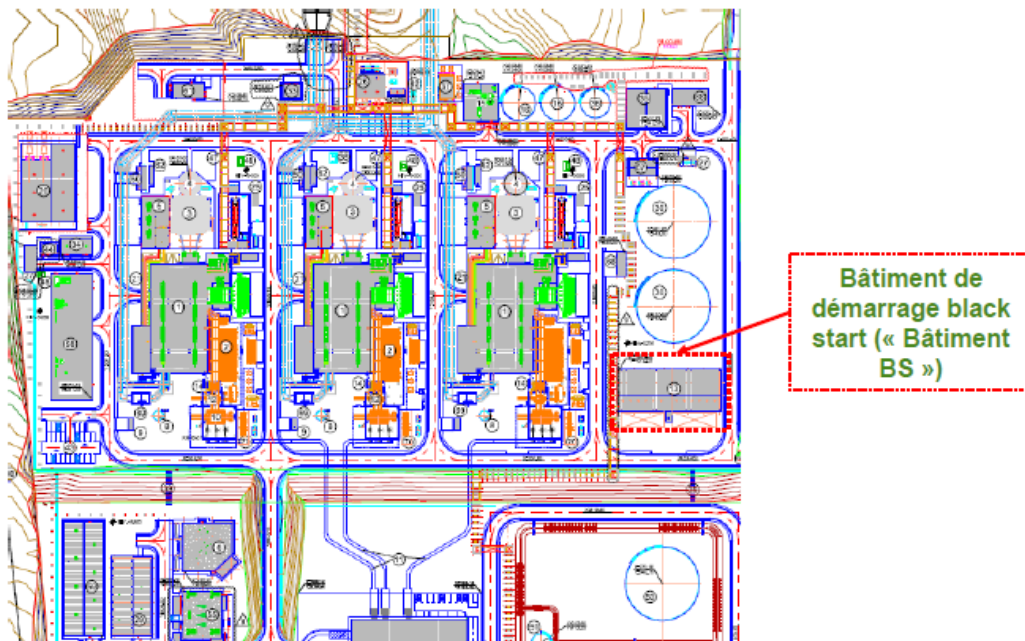


Fig.3.1 Situation graphique de batiment Black Start. [10]



Fig.3.2 Intérieur de batiment Black Start.

### 3.2 Rôle des groupes électrogènes de secours dans la centrale :

Le fonctionnement des tranches requiert l'alimentation électrique d'auxiliaires pour assurer à la fois l'exploitation et la sûreté de l'installation.

Le système de distribution électrique permet d'alimenter non seulement les auxiliaires nécessaires à l'exploitation normale de la centrale en production ou en période d'arrêt mais également les auxiliaires de secours en situation accidentelle. Ces auxiliaires de secours sont alimentés par douze groupes électrogènes électriques indépendants et redondants.

En situation normale, le courant nécessaire à l'alimentation des auxiliaires de la centrale est soit fourni directement par la centrale soit prélevé sur le réseau électrique national si la centrale est à l'arrêt.

En situation accidentelle, si l'énergie nécessaire aux auxiliaires de secours ne peut être fournie par la centrale elle-même ou prélevée sur le réseau national, douze groupes électrogènes de secours (BlackStart) sont lancés. Ces groupes électrogènes ont la mission capitale d'assurer l'alimentation en secours des auxiliaires nécessaires pour amener la centrale en cas de perte totale des sources électriques.

Ils sont dimensionnés pour alimenter de façon autonome pendant plusieurs jours les systèmes d'injection de sûreté et d'aspersion de l'enceinte en cas d'un accident survenant sur le circuit primaire. [4]

De plus, en situation d'urgence, le système de démarrage Black Start (Groupes électrogènes 6.6kV) peut alimenter la centrale en fonction des besoins déterminés par l'opérateur.

### 3.3 Constitution d'un groupe électrogène :

Un groupe électrogène est principalement constitué :

- d'un moteur diesel de forte puissance,
- et d'un alternateur entraîné par le moteur par le biais d'un accouplement élastique.

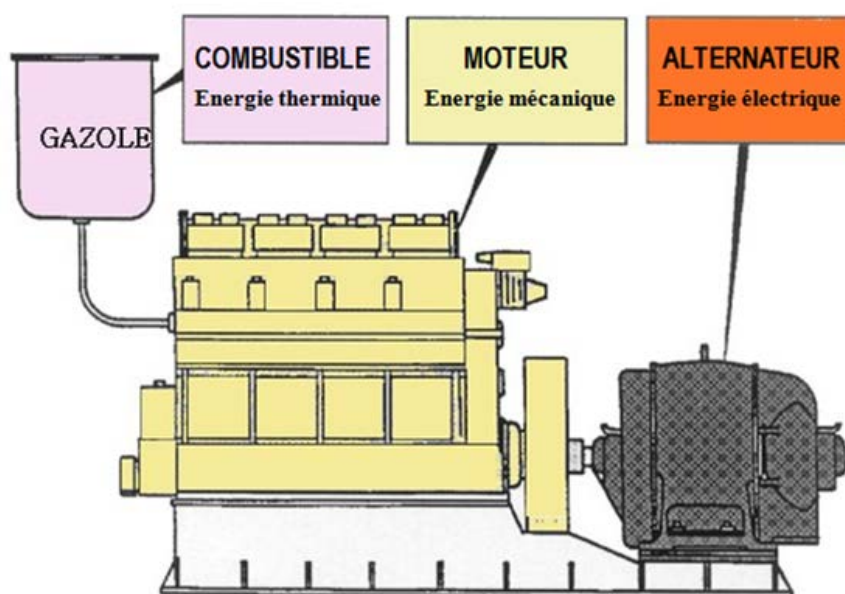


Fig.3.3 Composants d'un groupe électrogène. [3]

Les groupes sont situés dans le bâtiment spécifique abrite aussi tous les auxiliaires nécessaires au fonctionnement de la centrale. L'ensemble moteur/alternateur est monté sur un massif en béton découpé du sol par des appuis souples.

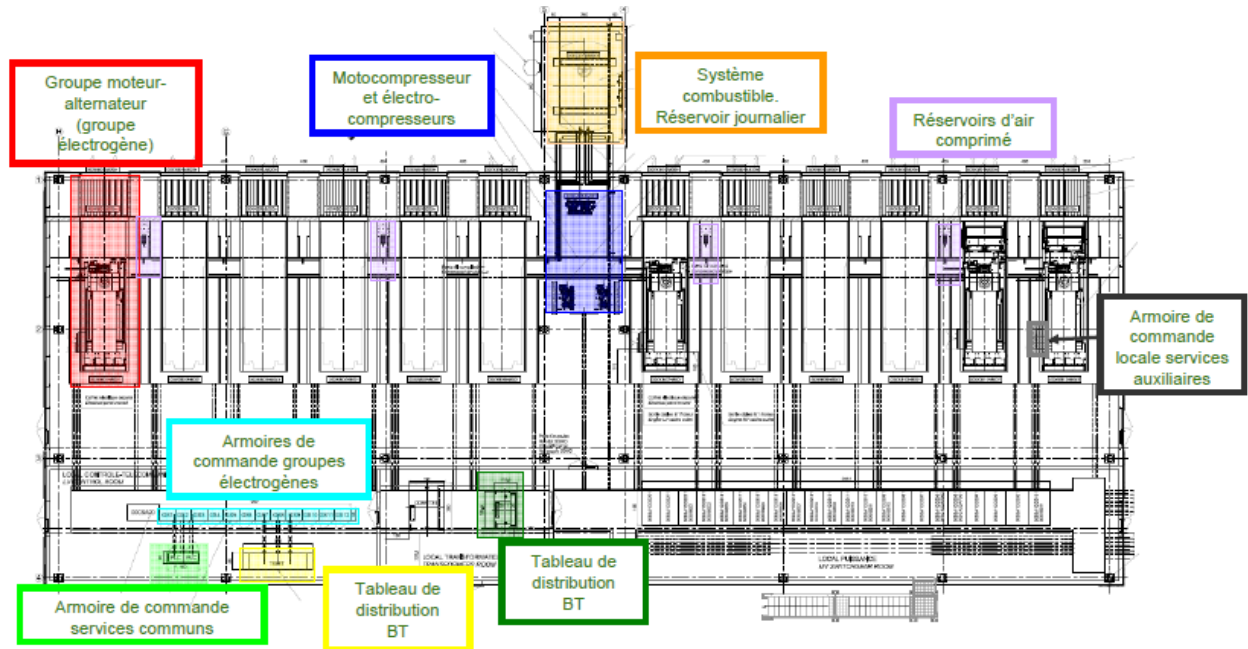


Fig.3.4 Les équipements du système BS sont situés dans divers locaux du bâtiment BS. [10]

### 3.4 Équipements principaux du système BS :

Le système de démarrage *Black Start* (Groupes électrogènes 6.6kV) se compose des équipements suivants :

- 12 Groupes électrogènes ;
- Armoire de commande services communs ;
- Armoires de commande groupes électrogènes ;
- Système de combustible liquide : réservoir journalier de 20000 L système de tuyauteries de distribution du gasoil ;
- Système d'air comprimé pour le démarrage des groupes électrogènes, comprenant quatre (4) réservoirs d'air comprimé, moto-compresseur et deux (2) électro-compresseurs ;
- Tableau de distribution BT 00BFA31 ;
- Transformateur de mise à la terre du jeu de barres MT BS (00BFT32) ;

### 3.5 Description de groupes électrogènes 6.6kV :

Le système de démarrage autonome comprend douze (12) groupes électrogènes 6.6kV installés dans la salle principale du bâtiment BS. Chaque groupe comporte les éléments suivants :

- Moteur diesel équipé avec systèmes auxiliaires (eau de refroidissement préchauffage, huile de graissage, air comburant, air de refroidissement, échappement, etc.).
- Alternateur équipé (excitation, protection, etc.).
- Contrôle-commande complet (régulateurs de vitesse et de tension, thermomètre eau de refroidissement, etc.).
- Armoire de commande locale des services auxiliaires, avec commandes et mesures du groupe électrogène (compteur d'heures de fonctionnement, coup de poing, indicateur température de l'huile, etc.) et batteries fournissant la tension de commande du groupe électrogène. [10]

#### Puissance et conditions climatiques :

Puissance : 2600 KVA

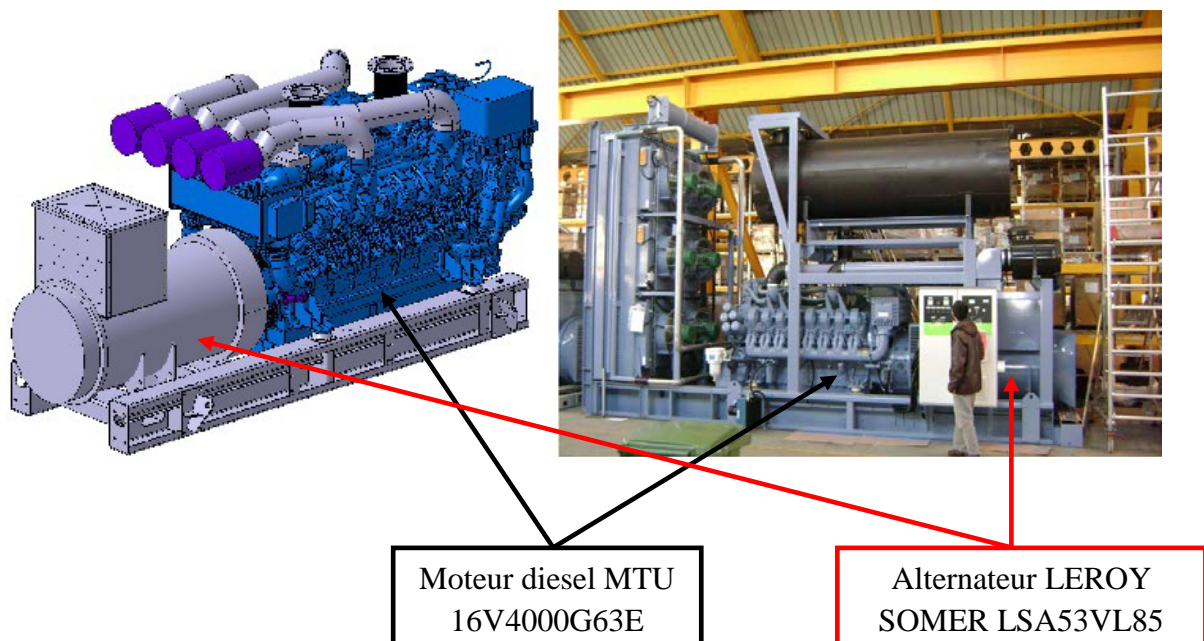
Moteur: MTU : 16V4000G63E

Alternateur: LEROY SOMER: LSA53VL85

Conditions climatiques :

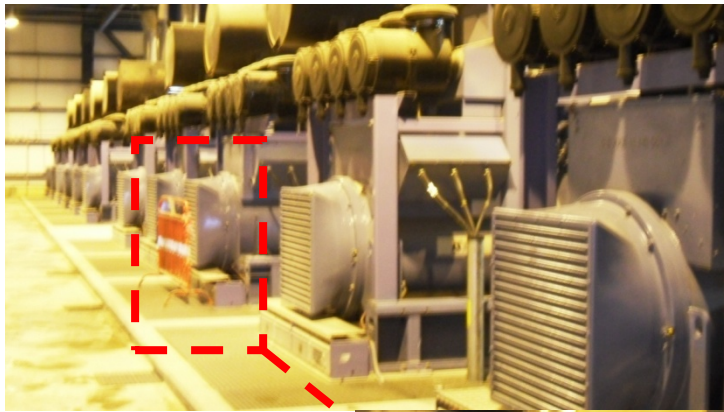
T° du Site 45°C Maximum

T° du Site moyenne annuelle 20°C



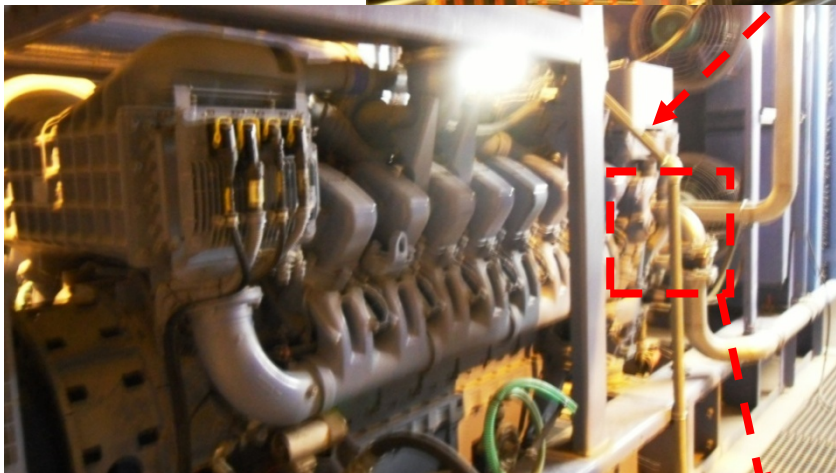
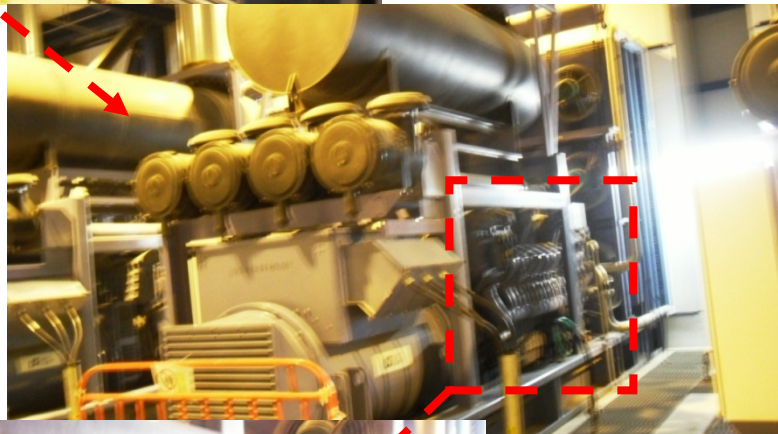
**Fig.3.5** Le groupe électrogène 6.6kv





La rentrée de BS

En face de  
l'électrogène 6.6kv



Le Moteur diesel  
MTU

La plaque  
signalitique de  
moteur

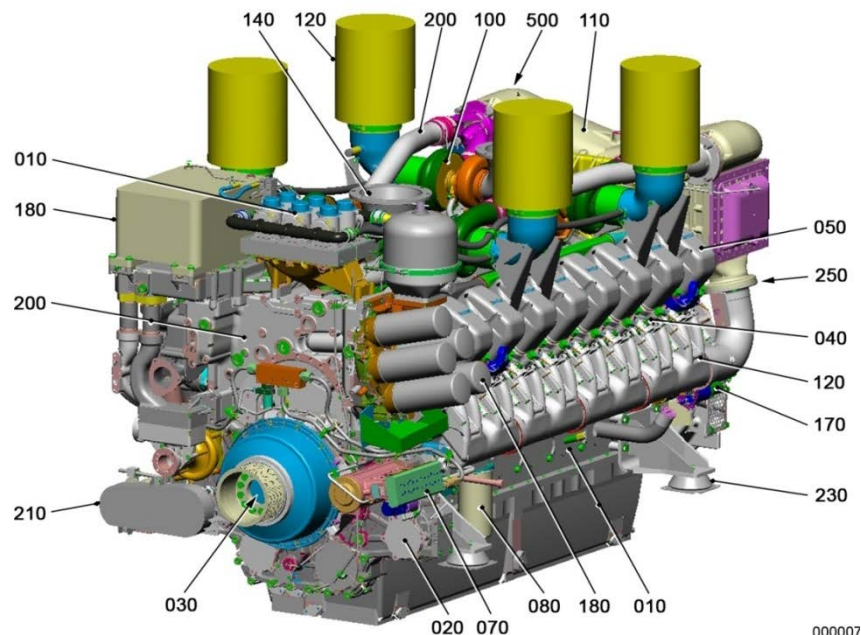


Fig.3.6 Localisation de moteur diesel MTU 16V 4000G63E dans la station.

### 3.5.1 Moteur diesel :

Chaque moteur diesel est à quatre temps, suralimenté et refroidi à l'eau.

- Conçu pour brûler du combustible liquide (diesel) en continu ;
- 16 cylindres en V ;
- Nombre de soupapes par cylindre : 4 ;
- Injection directe ;
- Circuit de refroidissement à eau fermé, type radiateur, avec pompe à eau ;
- Le radiateur est monté sur le bâti ;
- Régulateur électronique ;



**Fig.3.7** vue d'ensemble de moteur diesel. [10]

- 010 Carter-moteur et organes rapportés ;
- 020 Train d'engrenages ;
- 030 Embiellage ;
- 040 Culasse ;
- 050 Distribution ;
- 070 Système de combustible (HP) ;
- 080 Système d'alimentation en combustible (BP) ;
- 100 Turbocompresseur ;
- 110 Refroidisseur d'air de suralimentation ;
- 120 Aspiration/Arrivée d'air ;
- 140 Conduites d'échappement ;
- 170 Equipement de démarrage ;
- 180 Système/Circuit d'huile de lubrification ;
- 200 Système de liquide de refroidissement ;
- 210 Alimentation en courant ;
- 230 Supports du moteur/appuis latéraux ;
- 250 Systèmes de prise de force côtés KS et KGS (accouplement) ;
- 500 Système de surveillance, de commande et de régulation.

### 3.5.2 Désignation du type de moteur :

Signification des désignations de type 16V 4000 GX3

<b>16</b>	Nombre de cylindres
<b>V</b>	Arrangement des cylindres : Moteur en V
<b>4000</b>	Série
<b>G</b>	Application (groupe électrogène)
<b>X</b>	Segment d'application (2, 4, 6, 8)
<b>3</b>	Etat de construction

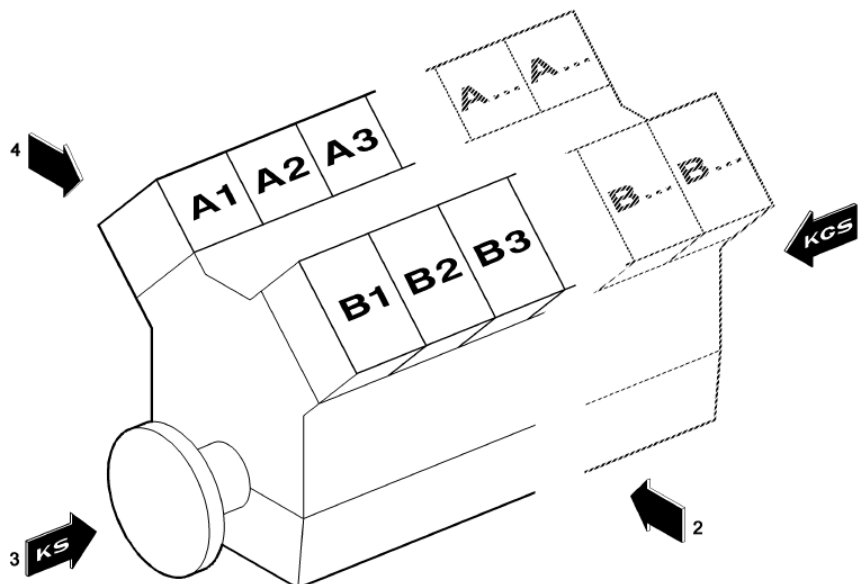
<b>Puissance moteur en service continu</b>	1965 kW
<b>Puissance moteur en secours</b>	2162 kW
<b>Vitesse</b>	1500 rpm
<b>Type de régulateur de vitesse</b>	ADEC
<b>Durée de rétablissement de 98% de la fréquence en périodes de rétablissement par échelons</b>	< 4sec
<b>Type de démarreur</b>	Pneumatique

### 3.5.3 Désignation des côtés et des cylindres du moteur :

La désignation des côtés du moteur se fait par principe face au côté prise de force (KS) du moteur.

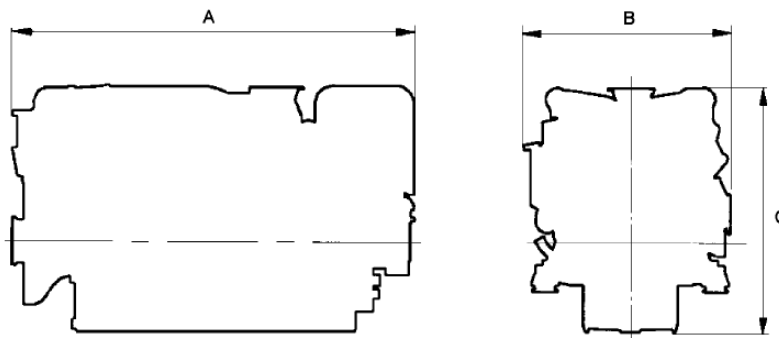
Pour la désignation des cylindres d'après DIN ISO 1204, les cylindres de la rangée gauche du moteur sont désignés par un A et ceux de la rangée droite par un B. Chaque rangée de cylindres est numérotée en commençant par le N° 1 sur le côté KS.

Le numérotage d'autres composants commence également par le N° 1 sur le côté KS.



**Fig.3.8** Désignation cotés de moteur V. [10]

### 3.5.4 Dimensions principales de moteur :



**Fig.3.9** Dimensions de moteur.

Longueur A : envi. 2990 mm

Largeur B : envi. 1660 mm

Hauteur C : envi. 2160 mm

### Ordre d'allumage :

<b>V16</b>	A1-A7-B4-B6-A4-B8-A2-A8-B3-B5-A3-A5-B2-A6-B1-B7
------------	---

### 3.5.5 Caractéristiques techniques :

<b>DONNEES GENERALES</b>	
Nombre de cylindres	16
Disposition des cylindres	V
Cylindrée	76.32 L
Course	210 mm
Alésage	170 mm
Vitesse de rotation tr	1500
Vitesse des Pistons	10.5 m/s
Puissance LPT secours max. à vitesse nominale	2185 kw
Puissance PRP principale à vitesse nominale	1965 kw
Taux de régulation	+/- 0.5%
Type de régulateur	ELEC type ADEC
Pression moyenne effective	22.7

**Tableau 3.1** caractéristiques techniques de moteur diesel MTU V16.

### 3.5.6 Refroidissement de moteur :

- Aéroréfrigérant monté en bout de châssis du groupe équipé avec vase d'expansion ; niveau visible et bouchon taré, sécurités Niveau bas d'eau circuit HT et BT ;
- Batterie de refroidissement eau pour circuit HT et BT aux conditions site ;
- Batterie refroidisseur d'air avec 6 électro-ventilateurs entraînés par un moteur ; électrique à 1 500 tr/mn de puissance unitaire de 11kW ;
- Tuyauterie de liaisons préfabriquées en Inox avec Dilatoflex ;
- Ensemble monté sur son propre support, installé en bout de châssis du groupe électrogène ; [10]

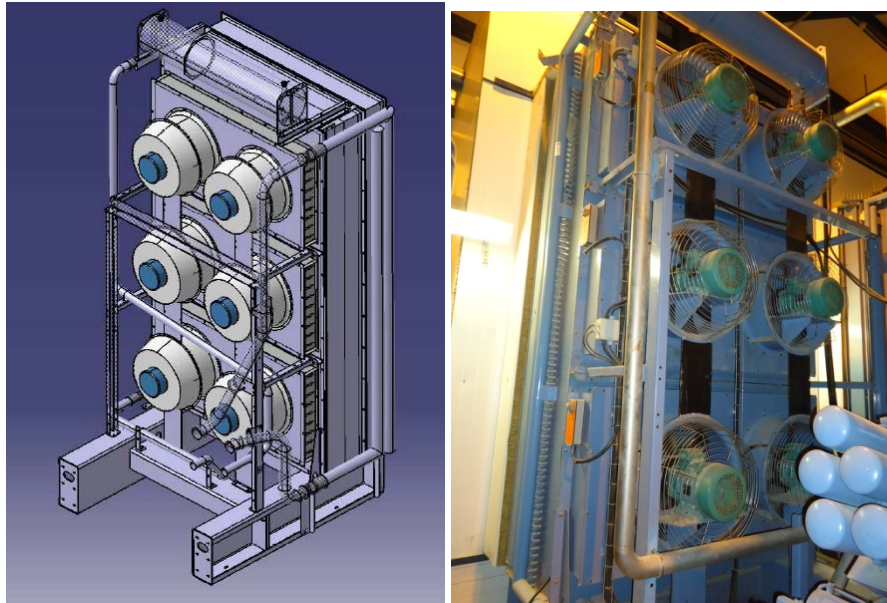


Fig.3.10 Radiateur de moteur.

<b>SYSTEME DE REFROIDISSEMENT</b>	
Température eau fermeture	104°C
Température eau alarme	102°C
Type de réfrigérant	Coolelf mdx
Thermostat ouverture/fermeture	79°C / 94°C

<b>AIR D'ADMISSION</b>	
Perte de charge maxi	50 mbar
Flux d'air moteur	3.4 m <sup>3</sup> /h

### 3.6 Maintenance de moteur :

La fonction maintenance a pour but d'assurer la disponibilité optimale des installations de production et de leurs annexes, impliquant un minimum économique de temps d'arrêt. Jugée pendant longtemps comme une fonction secondaire entraînant une perte d'argent inévitable, la fonction maintenance est en général, assimilée à la fonction dépannage et réparation d'équipements soumis à usage et vieillissement.

#### 3.6.1 Définition de la maintenance :

« Ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise ». (Norme AFNOR X 60-010)[].

#### 3.6.2 Types de maintenance :

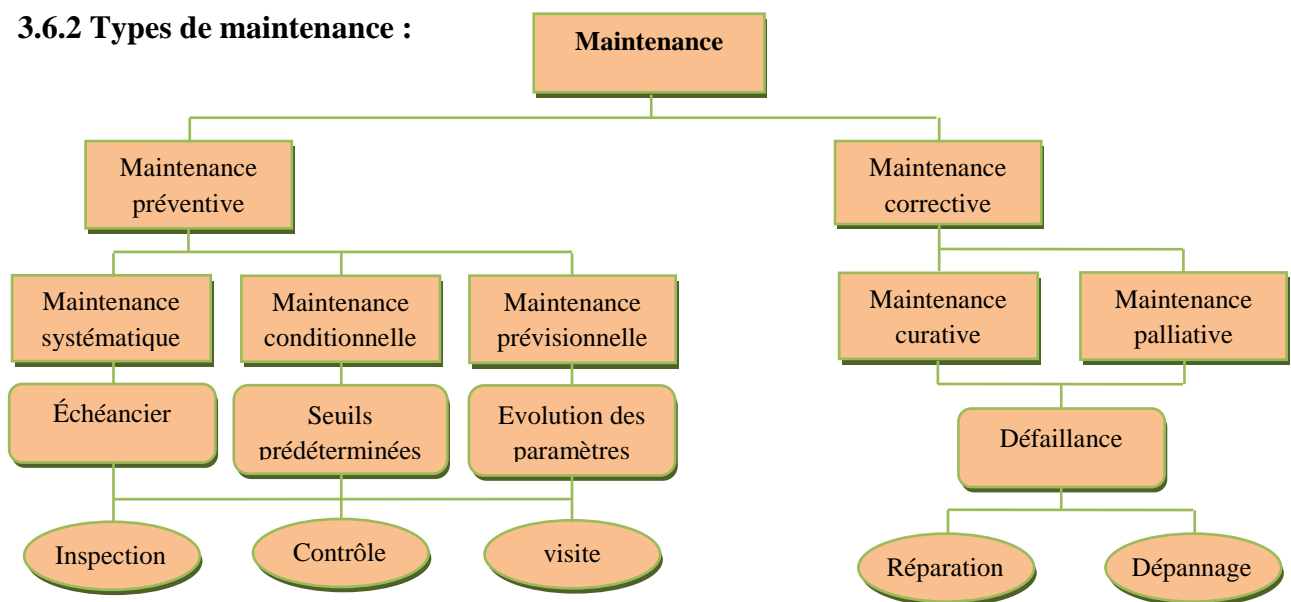


Fig.3.11 Types de maintenance.

#### 3.6.3 Maintenance préventive :

« Maintenance exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien » (extrait norme NF EN 13306 X 60-319).

**Les objectifs visés par la maintenance préventive sont les suivants :**

- Augmenter la fiabilité d'un équipement, donc réduire les défaillances en service.
- Réduction des coûts de défaillance, amélioration de la disponibilité.
- Augmenter la durée de vie efficace d'un équipement.
- Améliorer l'ordonnancement des travaux, donc les relations avec la production.
- Réduire et régulariser la charge de travail.
- Faciliter la gestion des stocks (consommations prévues).
- Assurer la sécurité (moins d'improvisations dangereuses).

### 3.6.3.1 Maintenance préventive systématique :

La Maintenance préventive exécutée à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre défini d'unités d'usage mais sans contrôle préalable de l'état du bien (EN 13306 : avril 2001).

### 3.6.3.2 Travaux de maintenance préventive systématique pour le moteur MTU V16 :

- Vidanger l'eau et l'encrassement du pré-filtre à combustible ;
- Vidanger l'huile de moteur ;
- Remplacer le filtre à huile du moteur ;
- Nettoyer et remplacer les filtres ;
- Remplacer le filtre à combustible ;
- Remplacer le filtre à air ;
- Remplacer tous les manchons en caoutchouc ;
- Changement de chaîne d'entraînement ;
- Contrôler le niveau d'huile de moteur ;
- Vérifier visuellement l'étanchéité et l'état général du moteur ;
- Contrôler la purge du refroidisseur d'air de suralimentation ;
- Contrôler l'indicateur de colmatage du filtre à air ;
- Contrôler les perçages de décharge de la pompe à eau ;
- Remplacer les injecteurs ;
- Remplacer le filtre (aération du carter-moteur) ;
- Remplacer le turbocompresseur ;
- Réviser les culasses.

Travaux MN préventive systématique	Année	Quotidien	Heures
Contrôler le niveau d'huile de moteur		X	
Vérifier visuellement l'étanchéité et l'état général du moteur		X	
Contrôler la purge du refroidisseur d'air de suralimentation		X	
Contrôler l'indicateur de colmatage du filtre à air		X	
Contrôler les perçages de décharge de la pompe à eau		X	
Vidanger l'eau et l'encrassement du pré-filtre à combustible		X	
Contrôler l'indicateur de colmatage du pré-filtre à combustible		X	
Remplacer le filtre à huile du moteur	2		
Remplacer le filtre à combustible	2		1000
Remplacer le filtre à air	3		3000
Remplacer tous les manchons en caoutchouc	6		3000
Remplacer les injecteurs			6000
Remplacer le filtre (aération du carter-moteur)			6000
Remplacer le turbocompresseur			6000
Réviser les culasses			6000

**Tableau.3.2** Travaux de MN préventive systématique.

### 3.6.3.3 Maintenance préventive conditionnelle :

La Maintenance préventive basée sur une surveillance du fonctionnement du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement intégrant les actions qui en découlent. La surveillance du fonctionnement et des paramètres peut être exécutée selon un calendrier, ou à la demande, ou de façon continue (EN 13306 : avril 2001).

### 3.6.3.4 Les techniques de maintenance conditionnelle :

- ✓ Analyse vibratoire.
- ✓ Analyse des huiles.
- ✓ Endoscopie.
- ✓ Thermographie infrarouge.

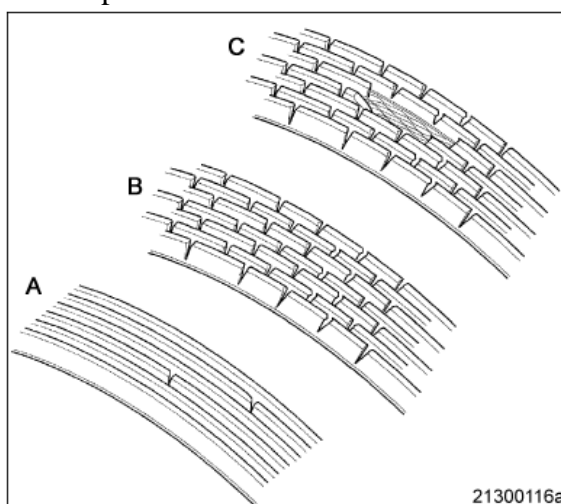
### 3.6.3.5 Travaux de maintenance préventive conditionnelle pour le moteur MTU V16 :

- ✓ Contrôler sous le rapport de bruits anormaux, coloration d'échappement et vibrations.
- ✓ Contrôler l'état de la courroie.
- ✓ Endoscopier les chambres de cylindre.
- ✓ Analyser un échantillon d'huile.

#### A. Contrôler l'état des ensembles (ex : courroie d'entraînement) :

Pour bien contrôler l'état de la courroie il faut respecter les conditions suivantes :

- Le moteur est arrêté et est protégé contre toute tentative de démarrage.
- Le capot de protection est déposé.



**Fig.3.12** Etats de courroie.

Selon l'état de courroie on peut décider le travail à effectuer comme suivant :

Position	Constat	Travaux à effectuer
Courroie d'entraînement A	Ruptures isolées	Aucun
Courroie d'entraînement B	Huile, surchauffe	Remplacer
Courroie d'entraînement C	Ruptures sur tout le tour	
	Détachement de matière	



**B. Endoscopie des chambres de cylindres :****Conditions :**

Le moteur est arrêté et protégé contre toute tentative de démarrage.

**Outillage spécial :**

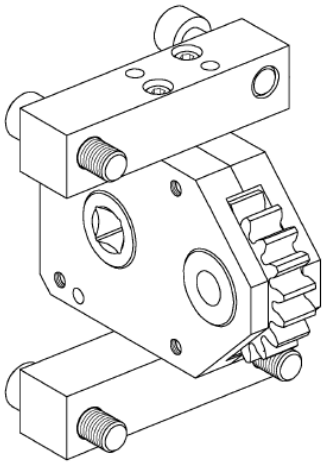
Désignation/Utilisation	Quantité.
Outil de virage de moteur	1
Outil de montage de l'injecteur	1
Outil de démontage de l'injecteur	1
Endoscope rigide	1

**Travaux préliminaires :**

1. Déposer les couvre-culasses.
2. Dépose des injecteurs.

**Mettre le vilebrequin en position PMB :**

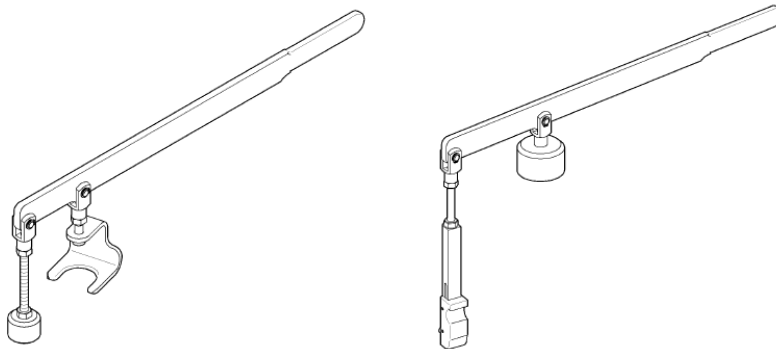
1. A l'aide du dispositif de virage du moteur, tourner le vilebrequin jusqu'à ce que le téton du cylindre à contrôler se trouve au PMB.
2. Introduire l'endoscope par le logement d'injecteur dans la chemise de cylindre.



**Fig.3.12** Outil de virage.



**Fig.3.13** Outil d'endoscopie.



**Fig.3.14** Outils de démontage et montage des injecteurs.

**Effectuer l'endoscopie de la chemise de cylindre :**

Expertise	Travaux à effectuer
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fin dépôt ininterrompu de calamine sur le pourtour du segment racleur de calamine</li> <li>• de légers dépôts d'additif sur le bord supérieur</li> <li>• points blancs sur le bord inférieur</li> <li>• anneau ininterrompu de calamine dans l'espace mort entre le segment supérieur et le bord inférieur du segment racleur de calamine</li> <li>• début de traces du segment supérieur</li> <li>• trace claire sur tout le pourtour</li> <li>• honage uniforme sans réclamations</li> <li>• début de traces des perçages de refroidissement inférieurs</li> <li>• trace d'usure plus foncée</li> </ul>	aucune mesure à prendre
<ul style="list-style-type: none"> <li>• traces d'ombre à intensité uniforme ou variée de la coloration</li> <li>• Le début et la fin de la trace d'ombre ne sont pas clairement délimités et ne s'étendent pas sur toute la course</li> <li>• Traces d'ombre en haut sur le perçage de refroidissement, le reste du pourtour étant en ordre</li> <li>• Jeu de segments en ordre</li> </ul>	Endoscopie supplémentaire nécessaire dans le cadre des travaux d'entretien
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sur tout le pourtour des traces d'ombre claires (non dangereux pour le service) et des stries noires nettes commençant au segment supérieur</li> <li>• Traces de brûlure en direction de la course avec endommagement du honage</li> <li>• Jeu de segments avec traces d'usure</li> </ul>	Nécessité de remplacement de la chemise de cylindre; en informer absolument le service

**Tableau.3.3** Expertise et travaux effectuer après l'endoscopie.

1. Procéder à l'évaluation de l'endoscopie à l'aide du tableau.
2. Utiliser des termes techniques pour la description de la surface de la chemise de cylindre.
3. Selon l'expertise:
  - ne pas prendre des mesure ou
  - procéder à une endoscopie supplémentaire dans le cadre des travaux d'entretien ou,
  - Nécessité de remplacement de la chemise de cylindre;


**Travaux de fin :**

1. Pose des injecteurs.
2. Poser les couvre-culasses.

**C. Analyser un échantillon d'huile moteur :****Conditions :**

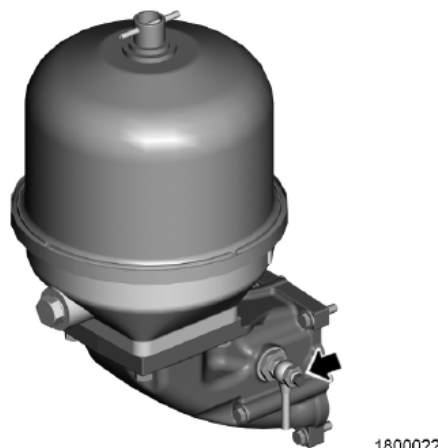
Effectuer l'analyse directement après l'arrêt de moteur.

**Outillage spécial :**

Désignation/Utilisation	Quantité.	
Coffre de test MTU (pour l'analyse des huiles)	1	

**Prélever et analyser un échantillon d'huile :**

1. Le moteur chaud étant en marche, dévisser d'un à deux tours la vis sur le support du filtre centrifuge.
2. Vidanger environ 2 litres d'huile de moteur afin que les boues soient évacuées.
3. Récupérer environ 1 litre d'huile de moteur dans un récipient propre.
4. Visser la vis.
5. Avec les appareils et produits chimiques du coffret de test MTU, analyser l'huile de moteur sous le rapport de :
  - Capacité de dispersion ;
  - Teneur en eau;
  - Dilution par du combustible.



**Fig.3.14** Vis de filtre centrifuge d'huile.

#### 4.1 Gestion de maintenance assistée par ordinateur :

La Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur (Abrégée en **GMAO**) est une méthode de gestion assistée d'un logiciel destiné aux services de maintenance d'une entreprise afin de l'aider dans ses missions.

Une GMAO vise en premier lieu à assister les services maintenance des entreprises dans leurs missions. Rappelons qu'un service maintenance, selon la définition de l'AFNOR, cherche à maintenir ou rétablir un bien (équipement) dans un état spécifié afin que celui-ci soit en mesure d'assurer un service déterminé. Une GMAO peut également être un outil intéressant d'autres services de l'entreprise, comme la production ou l'exploitation (afin de fournir des informations sur l'état des équipements), ainsi que la direction financière ou générale de l'entreprise, en fournissant des indicateurs facilitant les prises de décisions en matière de renouvellement de parc, par exemple. [12]

##### 4.1.1 Objectif de GMAO :

- L'objectif de la GMAO est de déterminer les causes initiales des problèmes identifiés préalablement et, préventivement, de trouver ceux non encore survenus, en évaluant leur criticité, c'est-à-dire en tenant compte de la fréquence d'apparition des défaillances et de la gravité de ces dernières.
- La GMAO est un outil destiné aux équipes de maintenance, son but étant d'être un outil de suivi, de planification et d'optimisation du service maintenance.
- La GMAO améliore la disponibilité de l'outil de production et prolonge la durée de vie des équipements au meilleur coût. [12]

##### 4.1.2 Fonctionnalités d'une GMAO :

- **Gestions des équipements:** inventaire des équipements, localisation, gestion d'information dédiée par type d'équipement (production, bâtiments, véhicules, réseaux, ordinateurs...).
- **Gestion de la maintenance :** corrective (avec OT : ordre de travaux, ou BT : bon de travaux, ou ODM : ordre de maintenance), préventive (systématique, conditionnelle, prévisionnelle)... Ce module inclut souvent des fonctionnalités ouvertes à des utilisateurs au-delà du service maintenance, comme une gestion des Demandes d'Intervention (DI), permettant à toute personne autorisée de l'entreprise de signaler une anomalie devant être prise en compte par la maintenance.
- **Gestions des stocks :** magasins, quantités minimum, maximum, de réapprovisionnement, analyse ABC, référencement et recherche, articles de rechange, catalogue fournisseurs.
- **Gestions des achats :** de pièces détachées ou de services (sous- traitante, forfait ou régie), cycle devis / demande d'achat / commande / réception & retour fournisseur, facturation...

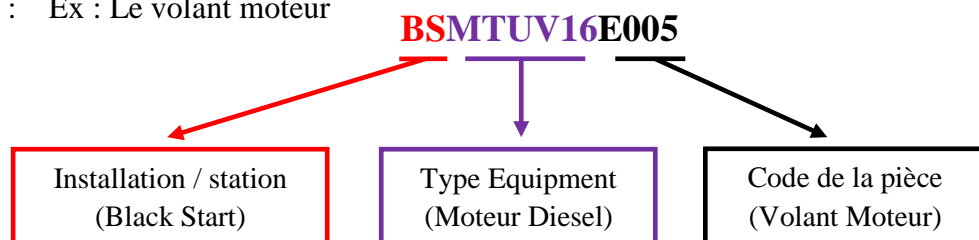
- **Gestion du personnel et planning** : activités, métiers, planning de charge, prévisionnel, pointage des heures...
- **Gestion des coûts et budget** : de main d'œuvre, de stocks, d'achat, de location de matériel, préparation des budgets, suivi périodique, rapports d'écart. [11]

#### 4.1.3 Préparation des données techniques pour GMAO :

Dans un but d'alimenter la GMAO pour la centrale électrique SKD :

- a) proposer des procédures de codification pour les équipements ; les pièces de rechanges ainsi les acteurs de la maintenance.

Exemple : la PDR de Moteur diesel MTU16V4000GS63E on a proposé la codification suivante : Ex : Le volant moteur



- b) Donnez les différents d'arborescences des équipements (à titre d'exemple pour l'étude de cas ; prendre le cas de moteur diesel V16).

#### 4.2 Système de gestion de base de données :

En informatique, un système de gestion de base de données (*SGBD*) est un logiciel système destiné à stocker et à partager des informations dans une base de données, en garantissant la qualité, la pérennité et la confidentialité des informations, tout en cachant la complexité des opérations.

Un SGBD (en anglais *DBMS* pour *data base management system*) permet d'inscrire, de retrouver, de modifier, de trier, de transformer ou d'imprimer les informations de la base de données. Il permet d'effectuer des compte-rendu des informations enregistrées et comporte des mécanismes pour assurer la cohérence des informations, éviter des pertes d'informations due à des pannes, assurer la confidentialité et permettre son utilisation par d'autres logiciels. Selon le modèle, le SGBD peut comporter une simple interface graphique jusqu'à des langages de programmation sophistiqués.

Les SGBD sont les logiciels intermédiaires entre les utilisateurs et les bases de données. Une base de données est un magasin de données composé de plusieurs fichiers manipulés exclusivement par le SGBD. Ce dernier cache la complexité de manipulation des structures de la base de données en mettant à disposition une vue synthétique du contenu. [15]

##### 4.2.1 But de SGBS :

- L'ensemble SGBD et base de données est destiné à permettre le stockage de données d'une manière offrant de nombreux avantages par rapport à un enregistrement conventionnel dans des fichiers. Il permet d'obtenir et de modifier rapidement des données, de les

partager entre plusieurs usagers. Il garantit l'absence de redondance, l'intégrité, la confidentialité et la pérennité des données tout en donnant des moyens d'éviter les éventuels conflits de modification et en cachant les détails du format de fichier des bases de données.

- Un SGBD permet d'enregistrer des données, puis de les rechercher, de les modifier et de créer automatiquement des comptes-rendus du contenu de la base de données. Il permet de spécifier les types de données, la structure des données contenues dans la base de données, ainsi que des règles de cohérence telles que l'absence de redondance. [13]

#### 4.2.2 Microsoft Office Access 2007 :

*MS Access* (officiellement *Microsoft Office Access*) est un SGBD relationnel édité par Microsoft. Il fait partie de la suite bureautique MS Office Pro.

MS Access est composé de plusieurs programmes : le moteur de base de données Microsoft Jet, un éditeur graphique, une interface de type Query by Example pour manipuler les bases de données, et le langage de programmation Visual Basic for Applications. [14]

#### 4.2.3 Principales caractéristiques du MS Access 2007 :

MS Access est un logiciel utilisant des fichiers au format Access (extension de fichier *mdb* pour Microsoft Data Base). Il est compatible avec les requêtes SQL (sous certaines restrictions) et dispose d'une interface graphique pour saisir les requêtes (QBE « Requête par l'exemple »). Il permet aussi de configurer, avec des assistants ou librement, des formulaires et sous-formulaires de saisie, des états imprimables, des pages html liées aux données d'une base, des macros et des modules VBA.

Les données d'Access sont facilement exploitables dans les publipostages de Word et les tableaux Excel. Réciproquement les feuilles de données d'Excel peuvent être « *attachées* », comme une des tables de la base de données ou importées ponctuellement dans une table Access. [14]

#### 4.2.4 Les avantages de MS Access :

- ✓ Avec Microsoft Office Access 2007, les travailleurs de l'information peuvent, en toute simplicité, contrôler les informations dont ils disposent et créer des états à partir de celles-ci grâce à l'interface utilisateur Microsoft Office Fluent et aux fonctionnalités de conception interactives qui n'exigent aucune connaissance approfondie en matière de base de données.
- ✓ Grâce à la détection automatique des types de données, la création de tables dans Office Access 2007 est aussi simple que la manipulation de tables dans Microsoft Office Excel. Taper les informations et Office Access 2007 saura reconnaître s'il s'agit d'une date, d'une devise ou d'un autre type de données courant. Il est possible de coller une table Excel tout entière dans Office Access 2007 pour commencer à suivre les informations tout en bénéficiant de la puissance d'une base de données.

- ✓ Un des avantages de MS Access est son coût, De toutes les bases de données Microsoft Access là-bas est l'un des plus vendus au monde. Cela signifie qu'il ya un soutien maintenant et dans l'avenir parce que ce logiciel sera autour pendant un bon moment.



Fig.4.1 Interface d'accueil de MS Access 2007.

#### 4.2.5 Structure de base des données MS Access :

Une base de données est un ensemble structuré d'informations. L'information est organisée d'une manière pratique, logique et cohérente, qui permet de localiser et d'extraire rapidement et facilement des éléments d'information.

La base de données se compose de plusieurs éléments nécessaires et obligatoires pour le déterminé :

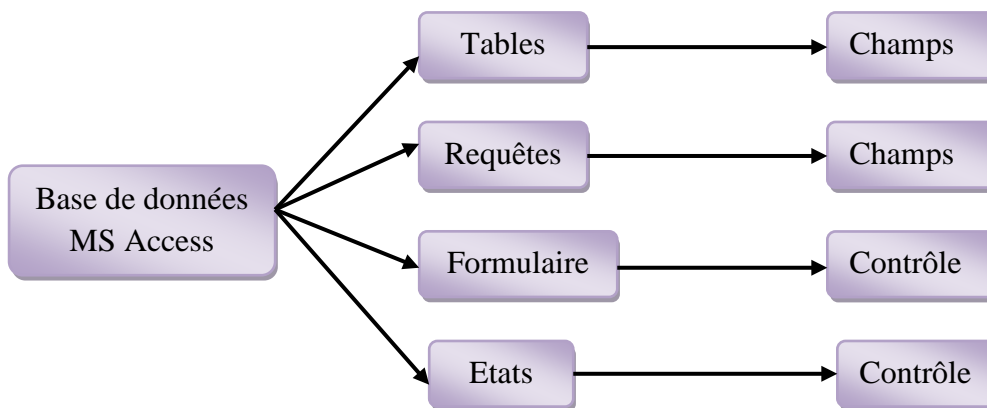


Fig.4.2 Structure de base des données MS Access. [11]

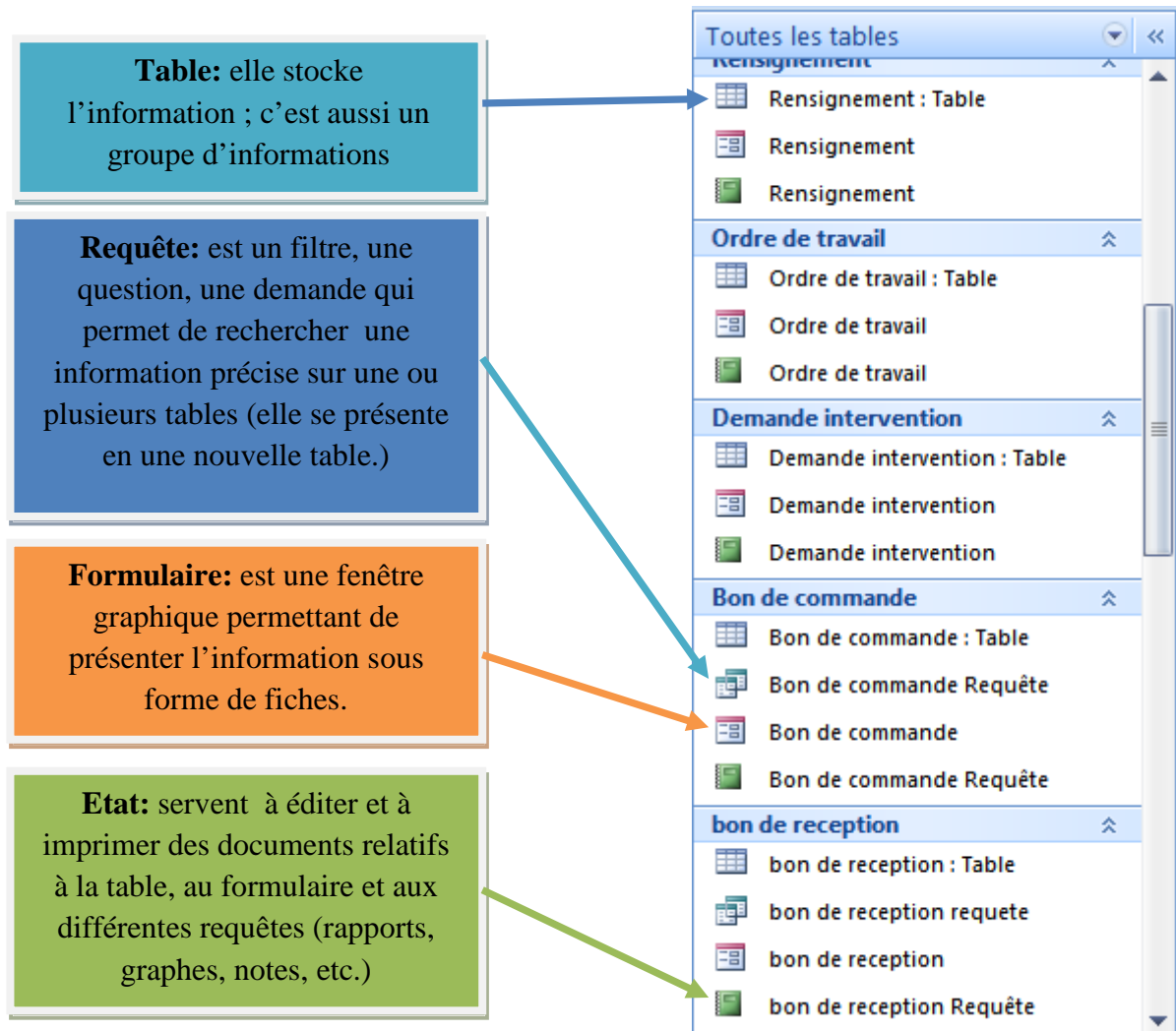


Fig.4.3 Les tables, requêtes, formulaires, et les états de notre base de données.

## 4.3 Organisation des équipements de la station Black Start :

### 4.3.1 Menu général de base de données :

Comme notre base de données contient beaucoup des tables, requêtes, formulaires et des états, on a organisé tous ces objets dans un menu général pour une meilleure navigation entre les eux et les différentes interfaces de notre BD. A l'aide des boutons de contrôle on peut gérer, modifier, saisir un nouvel enregistrement, actualiser, imprimer un état ou ouvrir un fichier associé (Notes sous format Word, ou un plan sous format PowerPoint ou PDF d'un équipement ou une installation). On peut aussi envoyer un ordre de travail, une demande d'intervention, un bon de commande,...etc. par courrier électronique.



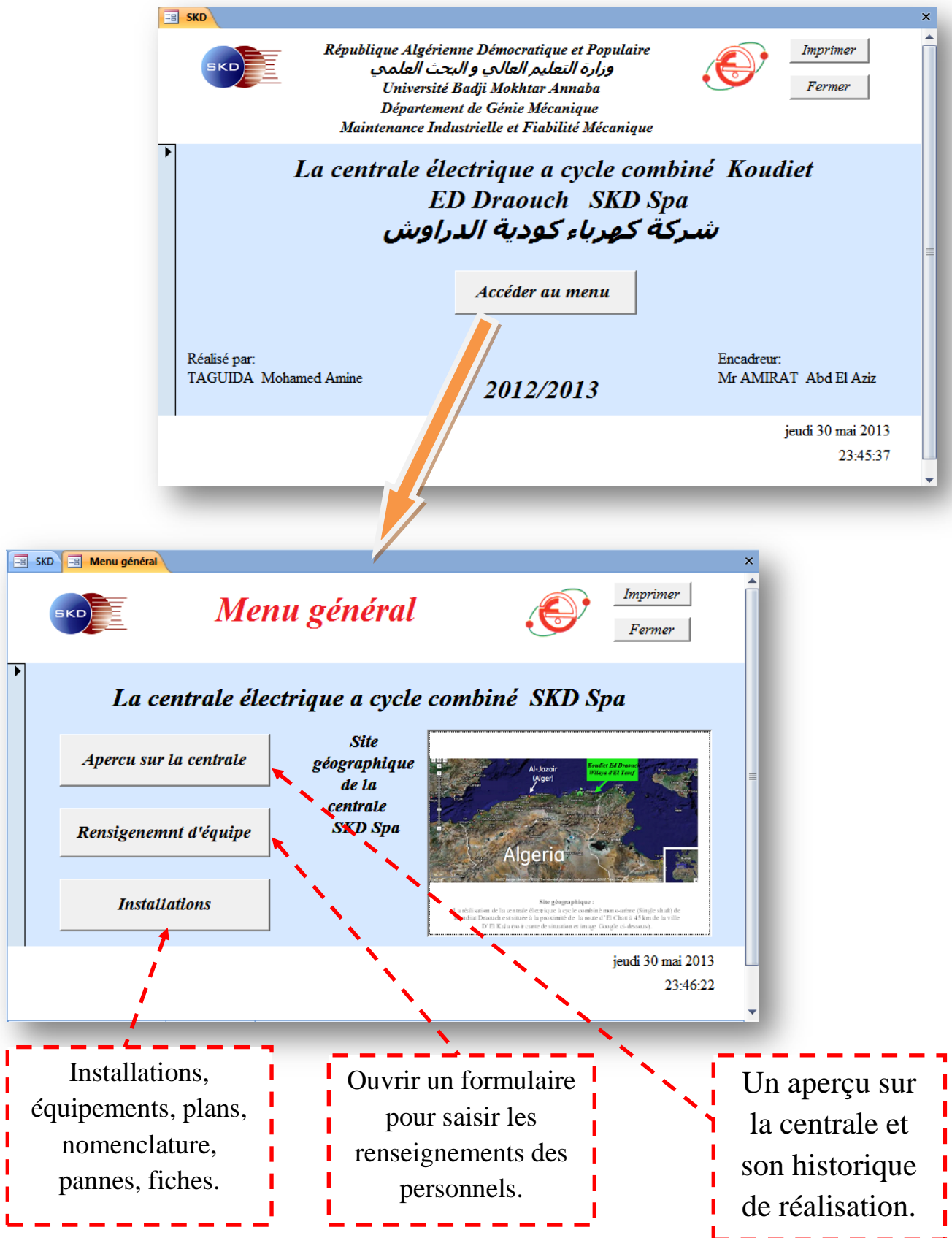


Fig.4.4 Menu général.

**Fig.4.5** Plan représente la structure de notre base de données.

### 4.3.2 Formulaire renseignement d'équipe :

The image shows two screenshots of a web application. The top screenshot is a menu page titled 'Menu général' for 'La centrale électrique a cycle combiné SKD Spa'. It features a logo on the left, a title in red, and a map of Algeria on the right. Three buttons are visible: 'Aperçu sur la centrale', 'Rensigenemnt d'équipe', and 'Instal ons'. An orange arrow points from the 'Rensigenemnt d'équipe' button to the second screenshot. The second screenshot is a form titled 'Equipe maintenance' with various input fields for personal and professional information. The form includes fields for 'N°:', 'Nom:', 'Prénom:', 'Date de naissance:', 'Lieu de naissance:', 'Adresse:', 'Groupe sanguin:', 'sexe:', 'Numéro téléphone:', 'Adresse électronique:', 'Poste:', 'Situation sociale:', 'Diplmoe:', and 'Photo:'. The form is set against a light blue background and includes a search bar at the bottom.

**Fig4.6** Formulaire des renseignements d'équipe de maintenance.

**Formulaire de renseignements d'équipe de maintenance :**

Ce formulaire nous permet de saisir et enregistrer toutes informations sur l'équipe technique et l'équipe de maintenance de la centrale.

### 4.3.3 Etat renseignements d'équipe :

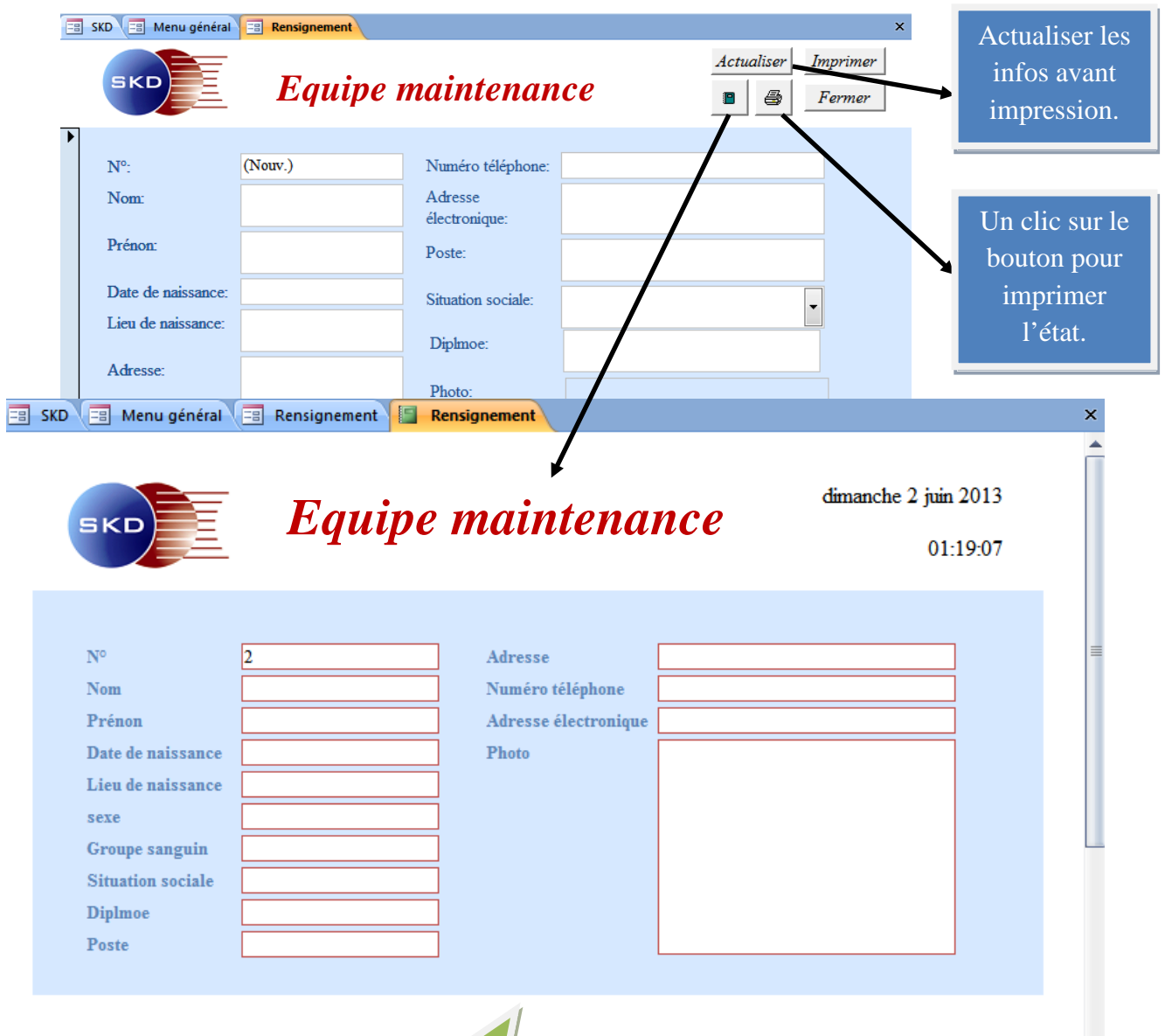


Fig.4.7 L'état de renseignements d'équipe.

#### Etat renseignements d'équipe :

Les états peuvent être créés automatiquement, mais avant d'imprimer un état spécifique, il faut actualiser les informations pour éviter l'impression d'un état précédent.

### 4.3.4 Interface installations principales :

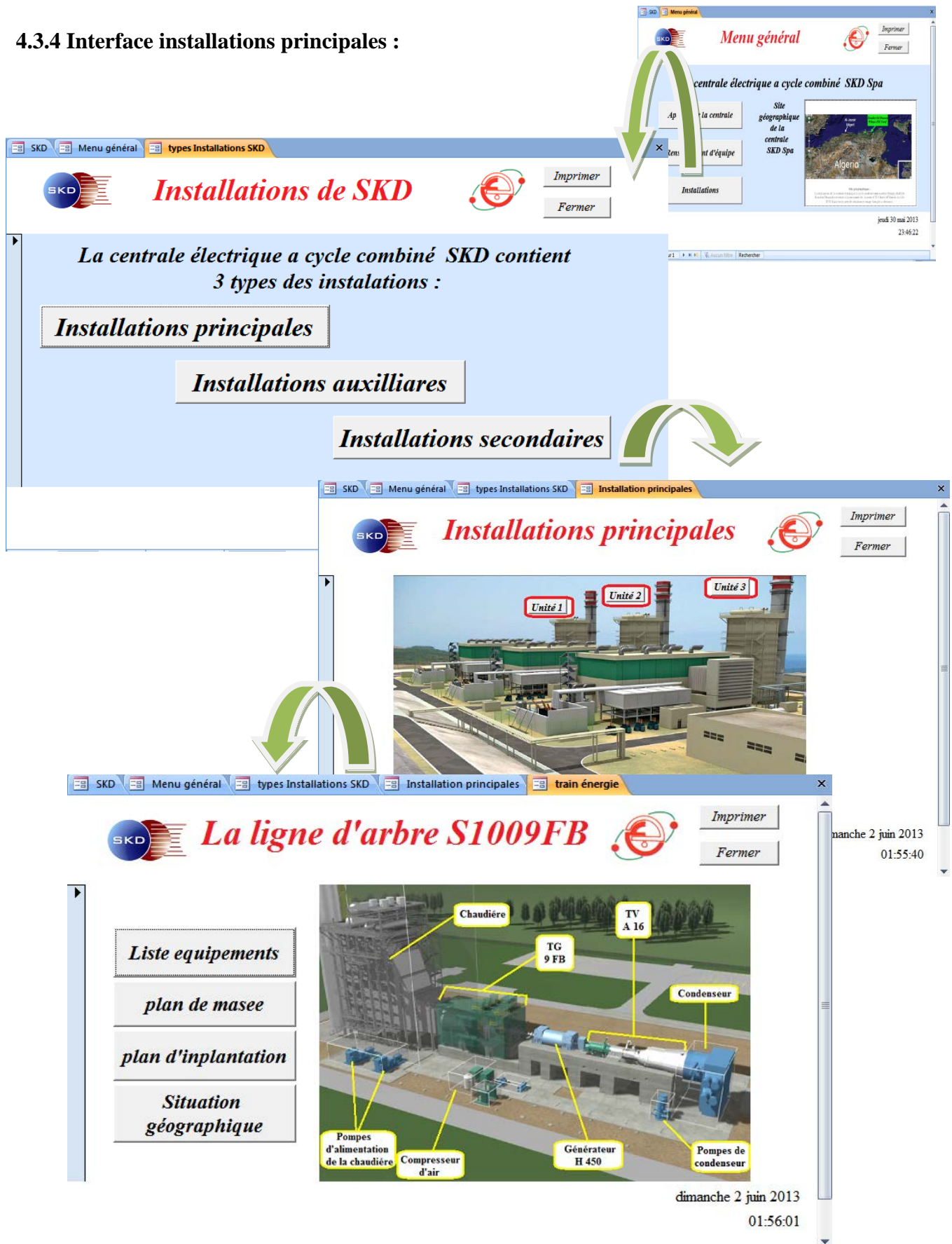


Fig.4.8. Interface des installations principales.

### 4.3.5 Interfaces installations auxilliaires ( Black Start):

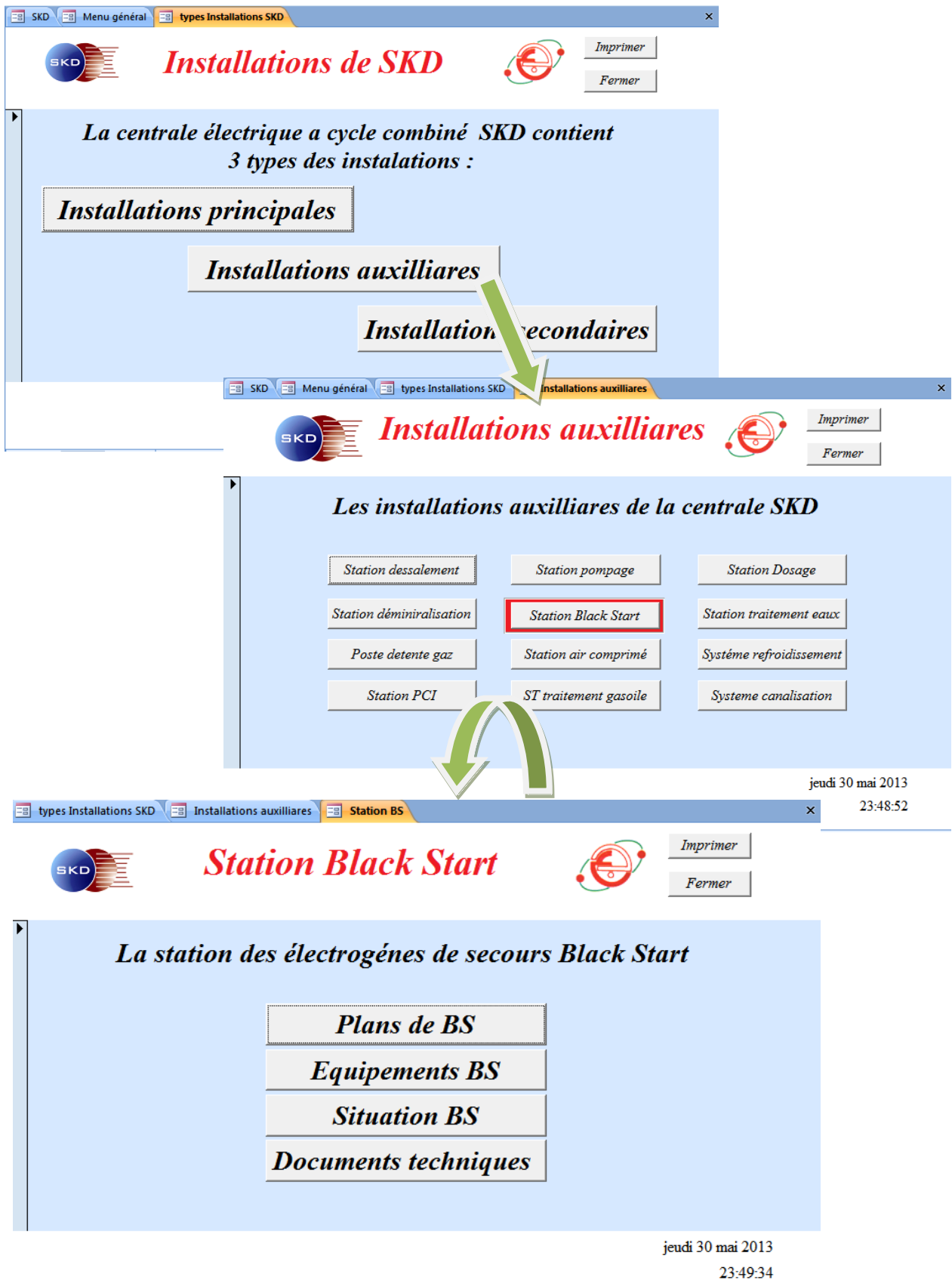


Fig.4.9 Interface Station Black Start.

### 4.3.6 Interface équipements Black Start:

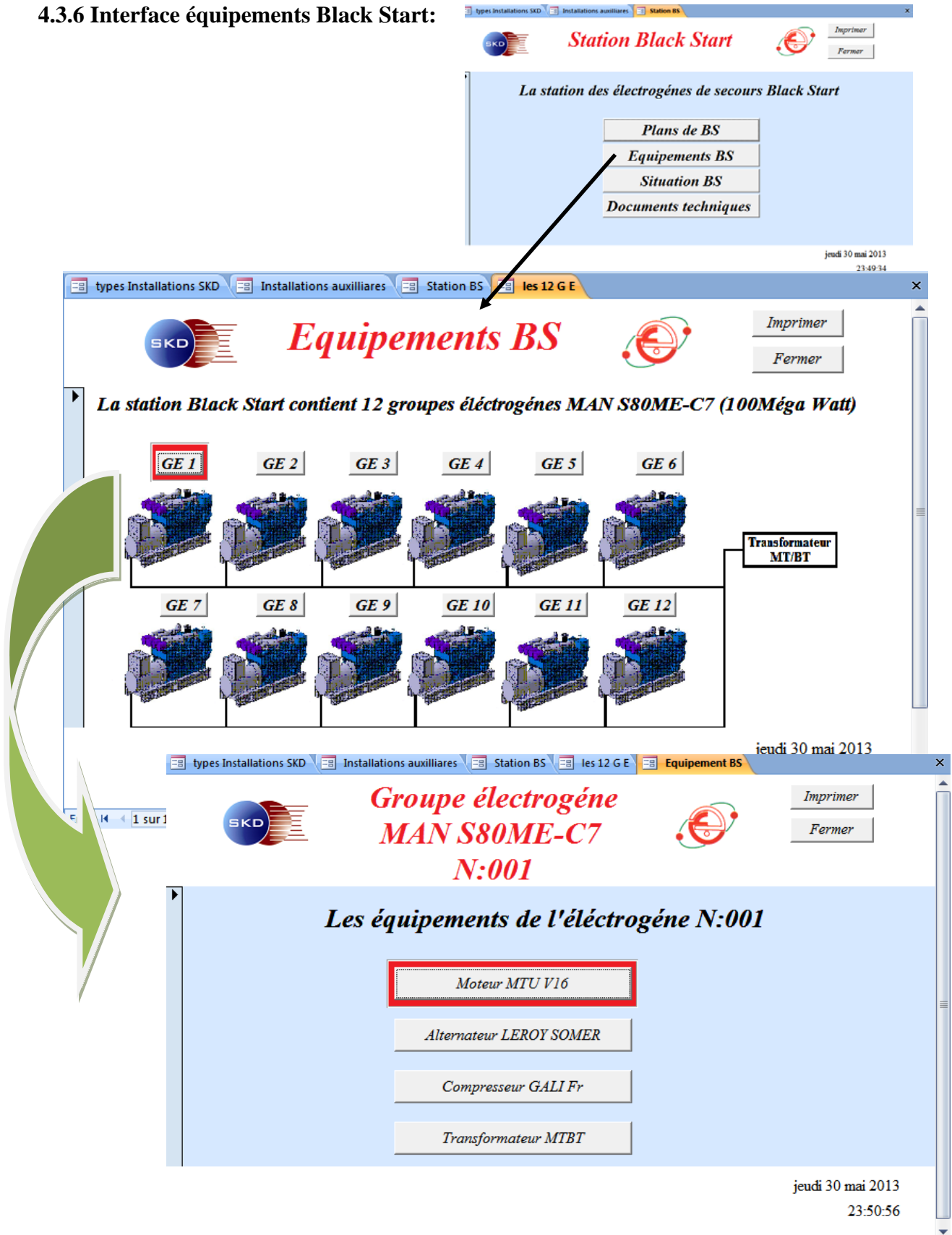


Fig.4.10 Interface des équipements de groupe électrogène.

### 4.3.7 Interface de moteurs MTU V16 :



En clic sur les boutons on peut tout savoir sur notre moteur MTU V16 n:01 : ces caractéristiques, nomenclature des pièces, schéma d'ensemble, PMP, et le dernier permet nous de saisir les pannes de notre équipement.

Fig.4.11 Interface moteur MTU V16.



#### 4.3.8 Formulaire de caractéristiques techniques de moteur :

The screenshot displays a software interface for managing engine data. The top window, titled 'Moteur MTU V16', shows a menu with the following options: 'Caractéristiques techniques', 'Nomenclature des pièces', 'Schéma de l'équipement', 'Plan de maintenance préventive', and 'Saisir les arrêts (historique)'. A black arrow points from the 'Caractéristiques techniques' option to the detailed view below.

The detailed view, titled 'Caracteristiques techniques MTU V16', contains the following technical specifications:

Equipement:	16V4000G63E	Largeur:	1660 mm
Désignation:	Moteur diesel MTU V16	Hauteur:	2160 mm
Série:	4000	Pression compression:	24-28 bar
Application:	Groupe électrogène	Cylindrée:	76.32 L
Marque:	MTU	Course:	210 mm
Pays Construction:	Allemagne	Alésage:	170 mm
Type injection:	Directe	Vitesse rotaion:	1500 tr/min
Disposition cylindres:	Cylindres en V	Vitesse piston:	10.5 m/s
Nombre cylindre:	16	Puissance max:	2185 KW
Soupape/cylindre:	4	Puissance PRP:	1965 KW
Longueur:	2990 mm	Capacité huile:	300 L

Fig.4.12 Caractéristiques techniques de moteur MTU V16 N : 01.

### 4.3.9 Interface table nomenclature des pièces:

N°	Code	Désignation	Utilisation	Constructeur	Pays de construction	Prix unitaire
1	BSMTUV16E001	Cartier d'huile	MTU V16	MTU Engine	Allemagne	
2	BSMTUV16E007	Paliers	MTU V16	MTU Engine	Allemagne	
3	BSMTUV16E002	Bloc moteur	MTU V16	MTU Engine	Allemagne	
4	BSMTUV16E004	Vilebrequin	MTU V16	MTU Engine	Allemagne	
5	BSMTUV16E005	Volant moteur	MTU V16	MTU Engine	Allemagne	
6	BSMTUV16E006	Piston	MTU V16	MTU Engine	Allemagne	
7	BSMTUV16E011	Bielles	MTU V16	MTU Engine	Allemagne	
8	BSMTUV16E012	Joint de culasse	MTU V16	MTU Engine	Allemagne	
9	BSMTUV16E018	Gicleurs de refroidissement	MTU V16	MTU Engine	Allemagne	
10	BSMTUV16E013	Disqu d'embrayage	MTU V16	MTU Engine	Allemagne	
11	BSMTUV16E014	Plateau d'embrayage	MTU V16	MTU Engine	Allemagne	
12	BSMTUV16E037	Vis de culasse	MTU V16	MTU Engine	Allemagne	
13	BSMTUV16E015	Paliers d'arbres à cames	MTU V16	MTU Engine	Allemagne	
14	BSMTUV16E016	Arbres à cames	MTU V16	MTU Engine	Allemagne	
15	BSMTUV16E017	Rampe de culbuteurs	MTU V16	MTU Engine	Allemagne	
16	BSMTUV16E031	Chaîn de distribution	MTU V16	MTU Engine	Allemagne	
17	BSMTUV16E032	Pignons de distribution	MTU V16	MTU Engine	Allemagne	
18	BSMTUV16E038	Soupapes	MTU V16	MTU Engine	Allemagne	
19	BSMTUV16E039	Ressorts de soupapes	MTU V16	MTU Engine	Allemagne	
20	BSMTUV16E040	Cache-soupapes	MTU V16	MTU Engine	Allemagne	
21	BSMTUV16E003	Culasse	MTU V16	MTU Engine	Allemagne	
22	BSMTUV16E034	Cuve culasse	MTU V16	MTU Engine	Allemagne	
23	BSMTUV16E035	Collecteur d'admission	MTU V16	MTU Engine	Allemagne	

Fig.4.13 Interface nomenclature des pièces de moteur.

### 4.3.10 Interface schéma d'ensemble de moteur :

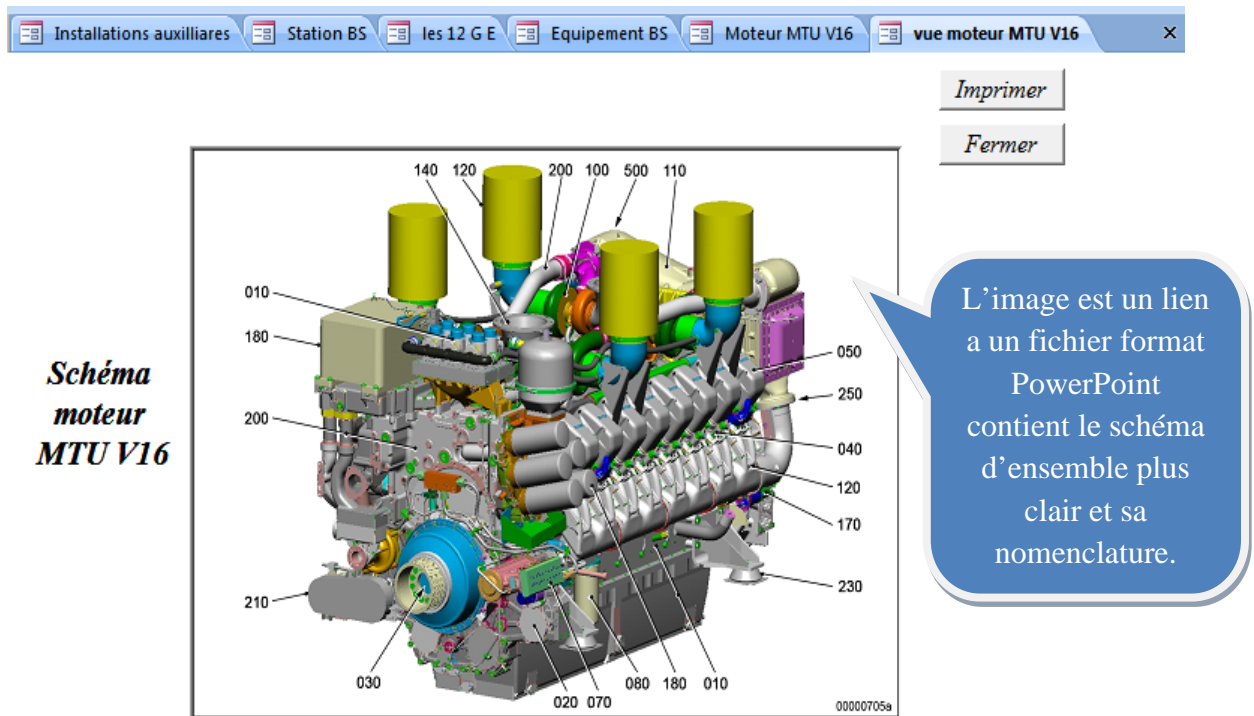


Fig.4.14 Interface de plan d'ensemble de moteur.

### 4.3.11 Formulaire d'historique des pannes :

N°:	(Nouv.)	Temps de diagnostic:	
Panne:		Temps de localisation:	
Ensemble:		Temps de préparation:	
Sous-ensemble:		Temps de démontage:	
Type de panne:		Temps de montage:	
Cause:		Temps d'essais:	
Remède:		Temps de démarrage:	
Date début d'arrêt:		Durée d'arrêt:	
Date fin d'arrêt:		TBF:	
Date début d'arrêt +1:		TTR:	
		UT:	
		DT:	

Fig.4.15 Interface de saisie les pannes.

#### Importance d'enregistrer l'historique les pannes :

Rapprocher les problèmes des solutions apportées, connaissance des temps d'arrêt, des pertes de temps, évolution des taux de pannes, MTBF, MTTR, ... grâce a saisie des pannes on peut mettre en évidence les problèmes importants ainsi que leurs véritables causes. Il diminue donc les taux de pannes et améliore la productivité et augmenter la disponibilité de l'équipement et prolongation de sa durée de vie.

### 4.3.12 Interface plan de maintenance de moteur :

The screenshot displays the 'Plan de maintenance préventive de moteur MTU V16' interface. It features a table of maintenance tasks with columns for frequency and duration. A specific task, 'Remplacer le filtre à huile du moteur', is highlighted with a dashed box. Below the table, a detailed view of this tool is shown, including its designation, command number, and a 3D model.

Moteur	Année	Quotidien	Heures	Montage/Démontage
Contrôler le niveau d'huile de moteur		X		<a href="#">contrôle niveau huile</a>
Vérifier visuellement l'étanchéité et l'état général du moteur		X		
Contrôler la purge du refroidisseur d'air de suralimentation		X		<a href="#">purger refroidisseur air</a>
Contrôler l'indicateur de colmatage du filtre à air		X		
Contrôler les perçages de décharge de la pompe à eau		X		<a href="#">pompe a eau</a>
Contrôler sous le rapport de bruits anormaux, coloration d'échappement et vibrations		X		
Vidanger l'eau et l'encrassement du pré-filtre à combustible		X		<a href="#">rincage filtre combustible</a>
Contrôler l'indicateur de colmatage du pré-filtre à combustible		X		
Remplacer le filtre à huile du moteur	2			<a href="#">remplacer filtre huile</a>
Contrôler l'épaisseur des résidus d'huile, nettoyer et remplacer les filtres	2		500	
Remplacer le filtre à combustible	2		1000	<a href="#">remplacer filtre gaspille</a>
Contrôler la distribution			1000	<a href="#">contrôle distribution</a>
Contrôler l'état de la courroie	2		1000	<a href="#">vérifier courroie</a>
Remplacer le filtre à air	3		3000	<a href="#">remplacer filtre a air</a>
Remplacer tous les manchons en caoutchouc	6		3000	<a href="#">remplacer manchons</a>

**Outillage spécial**

N°:

Désignation: Diapositif de virage

Numéro de commande: F6555766

Vue d'ensemble:

Enr: 1 sur 18

Lien au fichier format Word contient : les conditions, les travaux à effectuer, gamme de démontage et montage, les outils nécessaires et les plans des sous-ensembles.

Fig.4.16 Interface de plan de maintenance de moteur.

### 4.3.13 Interface des installations secondaires :

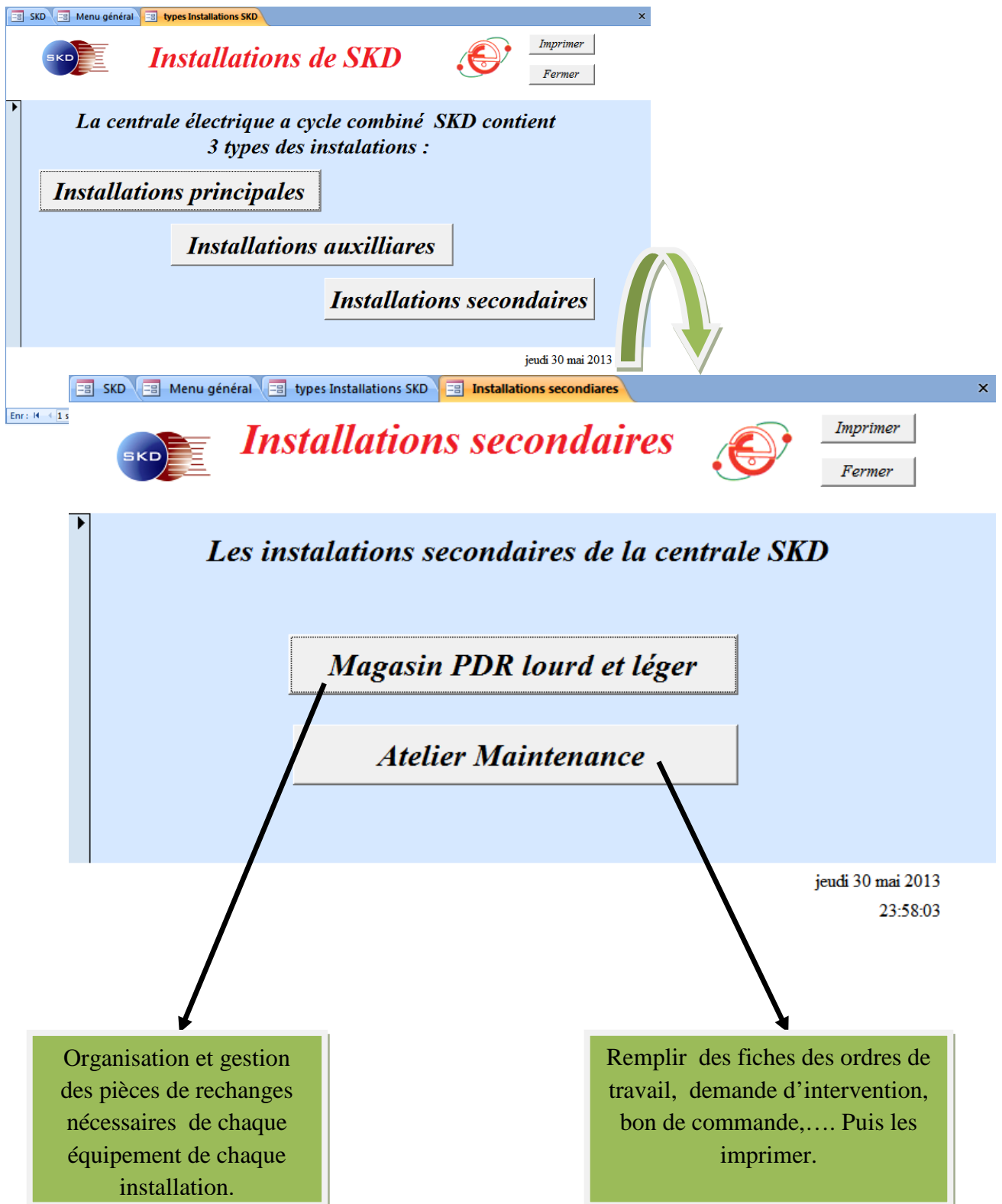


Fig.4.17 interface des installations secondaires.

4.3.14 Interface de PDR de moteur :

The screenshot displays the 'Magasin PDR' software interface. The top window shows the main menu with 'PDR ST Black Start' highlighted. A second window shows the 'PDR des équipements de la station Black Start' menu with 'PDR Moteur MTU V16' selected. Below this, a table lists engine parts with their stock quantities and dates.

N°	Code	Pièce	Quantité 1e	date 1er livr	Quantité no	date nouv li	Retiré
1	BSMTUV16E001	Cartier d'huile	12	15/06/2009			
2	BSMTUV16E007	Paliers	50	15/06/2009			
3	BSMTUV16E002	Bloc moteur	10	15/06/2009			
4	BSMTUV16E004	Vilebrequin	3	15/06/2009			
5	BSMTUV16E005	Volant moteur	12	15/06/2009			
6	BSMTUV16E006	Piston	24	15/06/2009			
7	BSMTUV16E011	Bielles	20	15/06/2009			
8	BSMTUV16E012	Joint de culasse	30	15/06/2009			
9	BSMTUV16E018	Gicleurs de refroidissement	30	15/06/2009			
10	BSMTUV16E013	Disqu d'embrayage	20	15/06/2009			
11	BSMTUV16E014	Plateau d'embrayage	24	15/06/2009			
12	BSMTUV16E037	Vis de culasse	40	15/06/2009			
13	BSMTUV16E015	Paliers d'arbres à cames	50	15/06/2009			
14	BSMTUV16E016	Arbres à cames	20	15/06/2009			
15	BSMTUV16E017	Rampe de culbuteurs	10	15/06/2009			
16	BSMTUV16E031	Chaîn de distribution	50	15/06/2009			
17	BSMTUV16E032	Pignons de distribution	30	15/06/2009			
18	BSMTUV16E038	Soupapes	50	15/06/2009			
19	BSMTUV16E039	Ressorts de soupapes	60	15/06/2009			
20	BSMTUV16E040	Cache-soupapes	40	15/06/2009			
21	BSMTUV16E003	Culasse	12	15/06/2009			
22	BSMTUV16E034	Cuve culasse	12	15/06/2009			
23	BSMTUV16E035	Collecteur d'admission	20	15/06/2009			

Additional information shown in the interface includes the date 'jeudi 30 mai 2013' and time '23:59:05'. A green callout box contains the text: 'Grace à ces requêtes on peut savoir la quantité disponible de chaque pièce dans le stock, pour effectuer les travaux de maintenance préventive et corrective, pour l'adaptation des stocks aux besoins réels, regroupement automatique des commandes, Déclenchement systématique des relances.'

Fig.4.18 Interface de pièces de rechange de moteur.

#### 4.4 Fiches OT, DI, BC, BR :

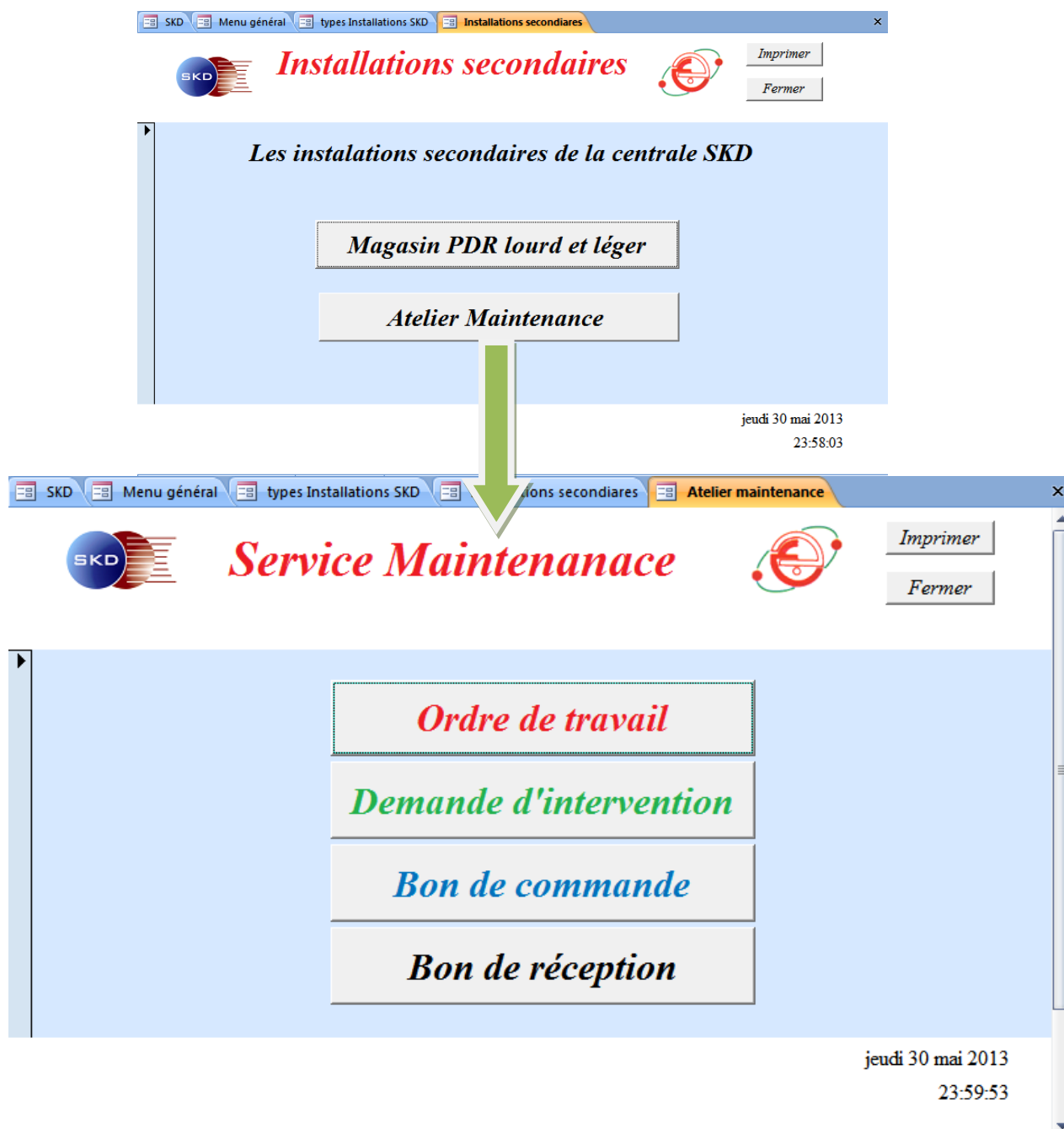


Fig.4.19 Interface des fiche OT, DI, BC, BR.

**Fichiers des OT/DI/BC/BR :**

Les OT sont identifiés au moyen d'un numéro.

L'accès à un OT doit pouvoir se faire à partir de l'un ou plusieurs des critères suivants :

- ✓ date de délai planifié
- ✓ spécialités professionnelles
- ✓ état d'avancement du BT
- ✓ secteur de réalisation
- ✓ état d'urgence du travail
- ✓ zone de travail ou atelier demandeur
- ✓ nature de travail.

Un DI va comporter essentiellement :

- ✓ la désignation du travail
- ✓ le numéro de la demande de travail
- ✓ le nom du demandeur
- ✓ le nom du préparateur
- ✓ le centre de frais
- ✓ le service exécutant
- ✓ le nombre de personnes intervenant
- ✓ la date et le nombre d'heures de travail
- ✓ la valorisation du temps de travail
- ✓ la nature de l'intervention
- ✓ la cause de panne éventuelle
- ✓ la date de lancement.



#### 4.4.1 L'ordre de travail :

The screenshot shows the 'Ordre de travail' form in the SKD software. The form is titled 'Ordre de travail' and includes the following fields:

- N° BT: (Nouv.)
- Date: [calendar icon]
- Installation: [dropdown]
- Station/Système: [dropdown]
- Equipement: [dropdown]
- Etat: [dropdown]
- Organe: [dropdown]
- Type d'arrêt: [dropdown]
- Etat de l'organe: [dropdown]
- Emetteur: [dropdown]
- Destinataire: [text input]
- Intervenant principale: [text input]
- Symptôme: [dropdown]
- Remède: [dropdown]
- Priorité: [dropdown]

Buttons: Actualiser, Imprimer état, Fermer.

Fig.4.20 Interface de formulaire d'ordre de travail.

The screenshot shows the 'Ordre de travail' form in the SKD software, displaying the 'Etat' (Status) view. The form is titled 'Ordre de travail' and includes the following fields:

- N° OT: 4
- Date: [calendar icon]
- Installation: [text input]
- Installation.Value: [text input]
- Station/Système: [text input]
- Equipement: [text input]
- Equipement.Value: [text input]
- Etat: [text input]
- Organe: [text input]
- Etat de l'organe: [text input]
- Type d'arrêt: [text input]
- Symptôme: [text input]
- Remède: [text input]
- Priorité: [text input]
- Emetteur: [text input]
- Destinataire: [text input]
- Intervenant principale: [text input]

Date: vendredi 31 mai 2013  
Time: 00:04:21  
Page 1 sur 1

Fig.4.21 Interface d'état d'ordre de travail.

L'ordre de travail ; contient toutes les informations nécessaires à la réalisation de la tâche. En particulier la main d'œuvre ; les pièces de rechanges et l'outillage. Son impression permet à l'intervenant d'avoir un guide complet et simple pour effectuée son travail.

#### 4.4.2 Demande d'intervention :

types Installations SKD | Installations secondaires | Atelier maintenance | Demande intervention

**SKD** *Demande d'intervention* Actualiser Imprimer état

Fermer

N°: (Nouv.) Date:

Emetteur: Installation:

Distainataire: Station/Système:

Rubrique: Equipement:

Priorité: Organe:

Symptome: Etat equipement:

Enr: 1 sur 1 | Rechercher

Fig.4.22 Interface de formulaire demande d'intervention.

Installations secondaires | Atelier maintenance | Demande intervention | Demande intervention

**SKD** *Demande d'intervention* vendredi 31 mai 2013

00:05:51

N DI° Date

Emetteur Distainataire

Installation Rubrique

Station/Système Priorité

Equipement Symptome

Organe

Etat equipement

Page 1 sur 1

Fig.4.23 Interface d'état de demande d'intervention.

### 4.4.3 Bon de commande :

N° de commande: (Nouv.)      Date de commande:

Nom responsable:       Produit:

Ingénieur d'affaire:       Désignation:

Date établie:

Délais:       Quantité:

Lieu enlèvement:       Prix unitaire:

Lieu livraison:       Montant HT:

Date de livraison:       Total HT:

Montant TVA:

Total TTC:

Enr: 1 sur 1      Aucun filtre      Rechercher

Fig.4.24 Interface de formulaire de bon de commande.

N° BC: 1      Date de commande:

Produit:       Nom responsable:

Désignation:       Ingénieur d'affaire:

Quantité:       Date établie:

Prix unitaire:       Délais:

Montant HT:       Lieu enlèvement:

Total HT:       Lieu livraison:

Montant TVA:       Date de livraison:

Total TTC:

vendredi 31 mai 2013  
00:06:54

Fig.4.25 Interface d'état de bon de commande.

#### 4.4.4 Bon de réception :

N° de Bon: (Nouv.)      Date de réception:

Produit:       Service réception:

Désignation:       Responsable magasin:

Marque:       Visa GSM:

Quantité:       Fournisseur:

Prix unitaire:       Nom Fournisseur:

Montant HT:       Visa Fournisseur:

Total HT:       Conformité à la demande:

Montant TVA:

Total TTC:

Enr.: 1 sur 1    Aucun filtre    Rechercher

Fig.4.26 Interface de formulaire de bon de réception.

N° BL: 2      Date de réception:

Produit:       Service réception:

Désignation:       Responsable magasin:

Marque:       Visa GSM:

Quantité:       Fournisseur:

Prix unitaire:       Nom Fournisseur:

Montant HT:       Visa Fournisseur:

Total HT:       Conformité à la demande:

Montant TVA:

Total TTC:

Installations secondaires    Atelier maintenance    bon de reception    bon de livraison Requête

vendredi 31 mai 2013  
00:07:38

Fig.4.27 Interface d'état de bon de réception.

### 5.1 Application sur la chemise de cylindre de moteur MTU V16 :

Cette partie est une application réelle du développement de gestion de base de données puisqu'il introduit une application réelle sur un élément du moteur MTU V16 comme le suivi des chemises de cylindre.

On a ajouté un bouton de commande dans le formulaire de plan de maintenance préventive de moteur, qui nous permettra de choisir d'ouvrir un document au format Word contient toutes information de la procédure d'endoscopie de la chemise ou bien d'ouvrir un formulaire pour remplir le résultat de l'expertise a fin de déterminer le travail à effectuer dans le cadre des travaux de maintenance.

d'échappement et vibrations			
Vidanger l'eau et l'encrassement du pré-filtre à combustible		X	<a href="#">rincage filtre combustible</a>
Contrôler l'indicateur de colmatage du pré-filtre à combustible		X	
Remplacer le filtre à huile du moteur	2		<a href="#">remplacer filte huile</a>
Contrôler l'épaisseur des résidus d'huile, nettoyer et remplacer les filtres	2	500	
Remplacer le filtre à combustible	2	1000	<a href="#">remplacer filtre gasoile</a>
Contrôler la distribution		1000	<a href="#">controle distribution</a>
Contrôler l'état de la courroie	2	1000	<a href="#">verifier courroie</a>
Remplacer le filtre à air	3	3000	<a href="#">remplacer filtre a air</a>
Remplacer tous les manchons en caoutchouc	6	3000	<a href="#">remplacer manchons</a>
Remplacer les injecteurs		6000	<a href="#">remplacer injecteur</a>
Endoscopier les chambres de cylindre	4	6000	<a href="#">endoscopie chemises</a> EX
Remplacer le filtre (aération du carter-moteur)		6000	<a href="#">aeration carter</a>
Remplacer le turbocompresseur		6000	
Réparation des composants		6000	
Réviser les culasses		6000	<a href="#">verifier culasse</a>
Maintenance étendue des composants	18	6000	<a href="#">maintenance etendue</a>

Le premier choix: un lien direct vers un fichier format Word contient la procédure de l'endoscopie de la chemise de cylindre, gamme de démontage et remontage, les outils spécial, les conditions, les critères a déterminé et les travaux de maintenance à effectuer.

Le deuxième choix: un clic pour ouvrir le formulaire 'expertise de chemise de cylindre' a partir ce dernier on peut directement cocher les critères détectés au niveau de la chambre et déterminer le travail d'entretien, la disponibilité de pièce de rechange au niveau de magasin, voir liste des outils spécial, remplir un ordre de travail pour appliquer le résultat de l'expertise dans le cas de remplacement de la chemise de cylindre.

**Fig.5.1** formulaire de plan de maintenance préventive de moteur.



## Expertise de chemise de cylindre de moteur MTU V16



Imprimer

Fermer

Chambre de cylindre **A1**

### 1. Criteres aucune mesure à prendre:

- Fin dépôt ininterrompu de calamine sur le pourtour de segment racleur de calamine
- De légère de dépôts d'additifs sur le bord supérieur
- Points blancs sur le bord infèrier
- Anneau de calamine dans l'espace mort entre le segment supérieur et le bord inférieur de segmen
- Debut de traces de segment supérieur
- Traces claires sur tout le pourtour
- Honage uniforme sans réclamation
- Debut de traces de perçage de refroidissement supérieur
- Debut de traces de perçage de refroidissement supérieur

### 2. Criteres des travaux de maintenance:

- Jeu de segment en ordre
- Le début et la fin de trace d'ombre ne sont pas clairement délimités et ne s'étendent pas sur tout
- Traces d'ombre à intensité uniforme ou variée de la coloration
- Traces d'ombre en haut sur la course
- Traces d'ombre en haut sur le perçage de refroidissement, le reste de poutour étant en ordre

### 3. Criteres de remplacement nécessaires de chemise:

- Jeu de segment avec traces d'usure
- Traces de brulures en direction de la course avec endommagement du honage
- Traces d'ombre sur tout le pourtour et des stries noires nettes commençant au segment au segm

Cocher les cases devant les défauts détectés.

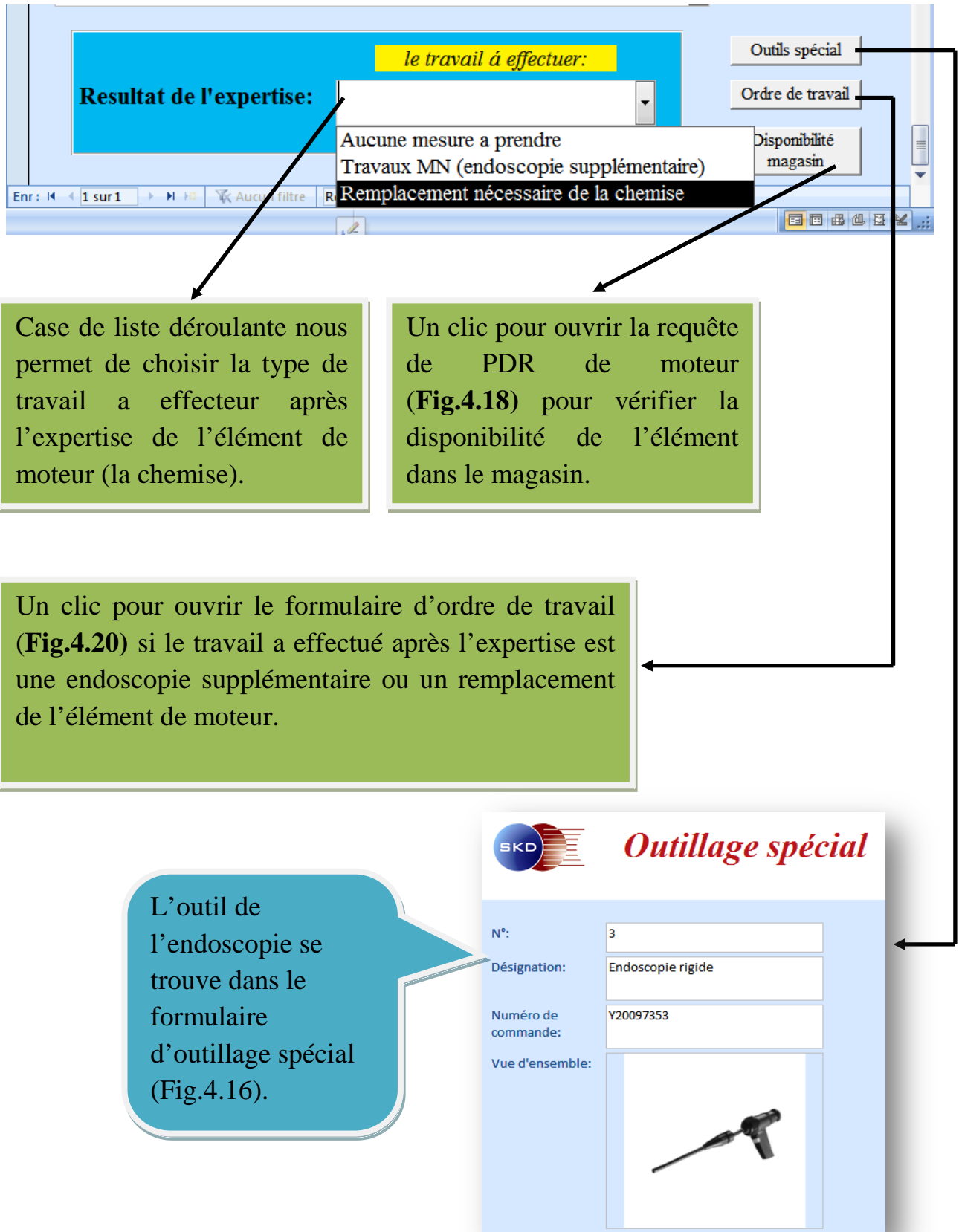
le travail à effectuer:

**Resultat de l'expertise**    Aucune mesure à prendre

- Outils spécial
- Ordre de travail
- Disponibilité magasin

Fig.5.2 Formulaire expertise chemise de cylindre.



**Fig.5.3** Les différents actions sur formulaire d'expertise de la chemise.

5.4 Exemple de formulaire d'OT pour remplacement de la chemise :

The screenshot shows a software interface for creating a work order (OT) for a cylinder sleeve replacement. The main form contains the following fields:

- N° BT:** 4
- Date:** 03/06/2013 10:00:00
- Installation:** Auxiliaire
- Station/Système:** Black Start
- Equipement:** Eléctrogène 1
- Etat:** En service
- Organe:** chemise de cylindre A1
- Type d'arrêt:** Mécanique
- Etat de l'organe:** Dégradé
- Emetteur:** LAHRECH N.
- Destinataire:** A.C service MN
- Intervenant principale:** A.C
- Symptome:** Usure
- Remède:** Changement
- Priorité:** Urgent

Below the main form, three expanded dropdown menus are shown, connected to the main form by red dashed arrows:

- Equipement dropdown:** Shows a list of generators from 'Eléctrogène 1' to 'Eléctrogène 12'. 'Eléctrogène 1' is selected. Below the list, it shows 'Moteur MTU 16V', 'Alternateur LIROY', and 'Compresseur GALI'.
- Remède dropdown:** Shows a list of actions: 'Changement', 'Serrage', 'Réglage', and 'Dépannage'. 'Changement' is selected.
- Priorité dropdown:** Shows a list of priority levels: 'Urgent', 'Normal', 'Non urgent', 'Très urgent', and 'Urgent'. The top 'Urgent' is selected.

Fig.5.4 Exemple d'un formulaire d'OT pour changement de chemise de cylindre.



### 5.5 L'état d'ordre de travail pour changement de la chemise :



SKD vendredi 7 juin 2013  
16:56:22

**Ordre de travail**

N° OT:  Date:

Installation	<input type="text" value="Auxiliaire"/>	Type d'arrêt	<input type="text" value="Mécanique"/>
Installation.Value	<input type="text" value="Auxiliaire"/>	Symptome	<input type="text" value="Usure"/>
Station/Système	<input type="text" value="Black Start"/>	Remède	<input type="text" value="Changement"/>
Equipement	<input type="text" value="Électrogène 1"/>	Priorité	<input type="text" value="Urgent"/>
Etat	<input type="text" value="En service"/>	Emetteur	<input type="text" value="LAHRECH N."/>
Organe	<input type="text" value="chemise de cylindre A1"/>	Destinataire	<input type="text" value="A.C service MN"/>
Etat de l'organe	<input type="text" value="Dégradé"/>	Intervenant principale	<input type="text" value="A.C"/>

Page 1 sur 1

**Fig.5.5** Etat d'OT pour changement de la chemise de cylindre de moteur MTU V16.

### 5.6 Développement de la base de données au futur :

Pour le moment on peut juste faire des simulations des pannes ou des travaux de maintenance (OT, DI), mais dès la mise en service de la centrale et la station Black Start en particulier, on peut enrichir notre base de données 'l'historique des pannes' on peut ajouter d'autres applications telle que FMD, calcul de fiabilité, maintenabilité et disponibilité à partir de la table d'historique des pannes par la saisie des arrêts (dans 5 ans plus tard par exemple).

# *Conclusion générale*

Dans ce travail, nous venons de montrer le rôle d'une organisation de la fonction maintenance au niveau d'une entreprise industrielle telle qu'une centrale électrique à cycle combiné. Ces centrales sont composées de plusieurs installations dont la station des groupes d'électrogènes de secours qui fournissent de l'énergie électrique aux auxiliaires de la centrale en cas de rupture d'énergie électrique, pour faire démarrer la ligne d'arbre : turbine gas – générateur – turbine à vapeur.

Le travail est centré autour de l'organisation de moteur MTU V16 qui constitue l'équipement stratégique de chaque groupe électrogène.

Il est montré que l'organisation de la maintenance nécessite une bonne appréciation des équipements c'est-à-dire leur principe de fonctionnement, leurs composants, les actions préventives, les procédures d'inspection, les procédures de montage et démontage et leur démarrage. Toute cette organisation repose sur les informations respectives qui doivent être structurées en système gestion de base de données. Ce système intégrant les actions de maintenance est converti en GMAO (gestion de la maintenance assistée par ordinateur).

L'avantage de cette organisation est démontré à travers une application sur l'inspection des chemises de cylindre. Il est évident que plus les informations sont structurées plus l'exécution des opérations de maintenance (démontage, expertise, réparation ou remplacement de la pièce avec une pièce de rechange, montage, essai de démarrage et la remise en service) sont rapides. Et du coup, la maintenance devient une fonction productrice de richesse.

Ce travail doit faire l'objet d'un complément dans lequel on remplira la table 'Historique des pannes' dès la mise en service de la centrale électrique. C'est la garantie de la sûreté de fonctionnement de la centrale.

Enfin, j'espère que ce travail rend service à tous ceux qui aborderont le même sujet.

## *Perspectives :*

Ce travail sera mis à la disposition des futurs étudiants en Master pour l'enrichir en informations concernant les différentes défaillances afin de calculer la fiabilité, la maintenabilité et la disponibilité des équipements stratégiques.

# Références bibliographiques

- [1] Elhilali Alaoui Adnane « *Tout savoir sur le moteur à combustion interne* » EMI département Génie Mécanique, 15 juin 2006.
- [2] Bergerat Monnoyeur ENERGIE, Formation technique BME « *Le moteur diesel* », 29 Décembre 1999.
- [3] Bergerat Monnoyeur ENERGIE, Formation technique BME « *Transformation d'énergie* », 29 Décembre 1999.
- [4] Mathieu Desbazeille « *Diagnostic de groupes électrogènes diesel par analyse de la vitesse de vilebrequin* » thèse de Doctorat, l'Université Jean Monnet, 2 juillet 2010.
- [5] Moussa Diaby « *Compréhension des mécanismes de formation de dépôts en fond de première gorge de piston de moteurs diesel* » thèse de Doctorat, L'école polytechnique Paris Tech, 24 Novembre 2009.
- [6] Zahi Sabeh « *Diagnostic à base modèle : Application à un moteur diesel suralimentée à injection directe* », thèse de Doctorat, Institut National polytechnique de Lorraine, 20 Décembre 2006.
- [7] Olivier Grondin « *Modélisation du moteur à allumage par compression dans la perspective du contrôle du diagnostic* » thèse de Doctorat, l'université de Rouen, 13 Décembre 2004.
- [8] General Electric Energy, STAG™ 109FB-Single Shaft Standard power plant.
- [9] Universal Silencer « *Noise control and air filtration solution* » Combined Cycle Systems for the Utility Industry.
- [10] Documentations techniques de SKD Spa « *Système de démarrage Black Start* », « *Manuel d'opération et entretien* ».
- [11] Amirat Abd El Aziz « *Cours de GMAO* », Université Badji Mokhtar Annaba, Licence Maintenance Industrielle 2010/2011.
- [12] Ouidadi Karim et El Bakkali Khaled « *la mise en place d'une GMAO dans une entreprise industrielle* », thèse d'ingénieur, Université Sidi Mohamed Ben Abdallah Fès, 2007.
- [13] Aouragh Hassan et Addadi Nabil, « *Elaboration de cahier de charge d'une GMAO et étude comparative des logiciels* », thèse d'ingénieur, Université Sidi Mohamed Ben Abdallah Fès, 2006.

[14] Site internet: « MS Access 2007 »

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Microsoft\\_Access](https://fr.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Access)

[15] Site internet : « Systèmes SGBD »

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me\\_de\\_gestion\\_de\\_base\\_de\\_donn%C3%A9es](http://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me_de_gestion_de_base_de_donn%C3%A9es)

[16] Site internet : « Moteur diesel »

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Moteur\\_Diesel](https://fr.wikipedia.org/wiki/Moteur_Diesel)