



**DIAGNOSTIC DE LA MAINTENANCE ET MISE EN PLACE DE LA GMAO
A LA CENTRALE THERMIQUE DIESEL DE KOSSODO**

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU
MASTER SPECIALISE GENIE ELECTRIQUE ENERGETIQUE ET ENERGIES
RENOUVELABLES
OPTION : PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'ELECTRICITE**

Présenté et soutenu publiquement le par

Salam OUEDRAOGO

Travaux dirigés par : Madieumbe GAYE

Ingénieur de recherche, 2iE

Hamidou SAWADOGO

Chef de Service Production Thermique SONABEL Ouaga Nord

Jury d'évaluation du stage :

Président : Prénom NOM : Dr Daniel YAMEGUEU

Membres et correcteurs : Prénom NOM : Dr Daniel YAMEGUEU

Prénom NOM : Justin BASSOLE

Prénom NOM :

Promotion 2011/2012

REMERCIEMENTS/DEDICACES

Nous consacrons cette page à tous ceux qui nous ont apporté leurs indispensables contributions à l'élaboration de ce document.

Nos sincères remerciements s'adressent tout d'abord :

- ✓ Monsieur Siengui Apollinaire KI, Directeur général de la société nationale d'électricité du Burkina (SONABEL) ;
- ✓ Monsieur Ahmed COULIBALY, Directeur de la production de la SONABEL ;
- ✓ Monsieur Bouréhima DIAWARA, Chef de département production thermique Ouaga ;
- ✓ Monsieur Hamidou SAWADOGO, Chef de service production thermique Ouaga-nord
- ✓ Monsieur Moussa DAHANI, Chef de service gestion des magasins
- ✓ Mes responsables et collègues de la SONABEL, particulièrement du DPTthO ;
- ✓ Monsieur Paul GINIES, Directeur Général de l'institut international de l'ingénierie de l'eau et de l'environnement (2iE) ;
- ✓ Le corps professoral et l'administration du 2iE ;
- ✓ Monsieur Madieumbe GAYE mon directeur de mémoire, à qui je témoigne toute ma reconnaissance.
- ✓ Tous ceux qui m'ont apporté leur aide.

Enfin je dédie mon travail à ma famille qui m'a toujours soutenu et encouragé et surtout à Mme OUEDRAOGO/SOMA Awa ainsi qu'à mes enfants Cheick Mohamed et R.Fadila OUEDRAOGO qui ont supporté un mari et un père absent pendant de longues soirées et qui restent les principaux artisans de ce que je suis.

RESUME

La centrale thermique de Kossodo a été construite entre 2001 et 2007 dans le but de résorber un déficit de production au vue de l'accroissement des besoins énergétiques de la ville de Ouagadougou et de ses environs. Relativement aux appels d'offre, des auxiliaires ainsi que des groupes thermiques de puissance et de marque différentes ont été installés pour atteindre une puissance exploitable de soixante (60) mégawatts en fin 2007.

Passée la période de garantie, la problématique de la gestion de la maintenance s'est posée à l'image du nombre des pannes, de la fréquence des indisponibilités et de la dégradation des indicateurs de performance.

Dans notre travail, nous avons fait un diagnostic de la maintenance appliqué à la centrale de Kossodo par une étude du parc de production suivi d'une analyse des pannes récurrentes pour ressortir les insuffisances de cette maintenance.

Nous avons ensuite proposé une organisation de cette maintenance par l'installation de la GMAO (maintenance assistée par ordinateur). Les fiches ainsi que les procédures de maintenance et de mise en place de la GMAO ont été données. Enfin les résultats escomptés précédée d'une évaluation financière ont conclu notre document.

Mots clés :

- 1) Diagnostic
- 2) Maintenance
- 3) Indisponibilité
- 4) GMAO

ABSTRACT

The thermal power Kossodo was built between 2001 and 2007 in order to eliminate a deficit of production for the increased energy needs of the city of Ouagadougou and its surroundings. Relating to tenders, auxiliary groups and thermal power and different brands have been installed to achieve a usable power than sixty (60) megawatts by the end of 2007.

Past the warranty period, the problem of maintenance management arose like the number of failures, the frequency of outages and degradation of performance indicators.

In our work, we tried a diagnosis of maintenance applied to the central Kossodo by a study of the generation followed by an analysis of recurring failures to highlight the shortcomings of this

maintenance.

We then proposed an organization of this service by installing the CMMS (Computerized Maintenance). Plans and maintenance procedures and implementation of CMMS were given. Finally, the outcomes preceded by a financial evaluation concluded our paper.

Keywords:

- 1) Diagnosis
- 2) Maintenance
- 3) Unavailability
- 4) CMMS

LISTE DES ABREVIATIONS

BWSC A/S : Burmeister & Wain Scandinavian Contractor A/S (constructeur de centrales thermiques fonctionnant au diesel 4 et 2 temps-turbine à gaz –biomasse)

MAN : Maschinenfabrik Augsburg –Nürnberg (constructeur de moteurs et véhicules diesel 4 temps)

WARTSILA : Constructeur de moteur de même nom

DEUTZ : Constructeur de moteur de même nom

CRCO : Centre régionale de consommation de Ouagadougou

MW : mégawatt

AFNOR : Association française de la normalisation

GMAO : Gestion de la maintenance assistée par ordinateur

BTM : Bureau technique de la maintenance

IM : Indice de Maintenance

MTBF : Temps moyen de bon fonctionnement

MTFF : Temps moyen jusqu'à la première défaillance

MTTF : La durée de vie

MTTR : Moyenne des temps des tâches de réparation

kWh : kilowattheure

MVA : Méga voltampère

kVA : kilo voltampère

KV: kilovolt

V: Volt

Wh : wattheure

END : Energie non distribuée

DIAF : défaut indisponibilité accidentelle fortuite

DIER : Défaut indisponibilité entretien et de révision

HFO: Heavy fuel oil

DDO: Distilled diesel oil

PMAX : Pression maximale de combustion

SIG : Système informatique de gestion

WINSERVIR : **W**indows **S**ystème **E**volutif de **R**ationalisation et de **V**alorisation Informatique des Rondes

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS/DEDICACES.....	ii
RESUME	iii
ABSTRACT	iii
LISTE DES ABREVIATIONS	v
LISTE DES TABLEAUX.....	2
LISTE DES FIGURES.....	3
I - INTRODUCTION	4
II. LE CONTEXTE ET LES OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	5
III GENERALITES SUR LA CENTRALE KOSSODO	9
III.1 L'ETAT DU PARC DE PRODUCTION	9
III.1-1 Caractéristiques techniques des groupes électrogènes de la centrale.....	9
III.1-2 Caractéristiques techniques des auxiliaires de la centrale	9
III.2 PARC INFORMATIQUE DE LA CENTRALE DE KOSSODO	13
III.3 L'ORGANISATION ADMINISTRATIVE DE LA CENTRALE DE KOSSODO.....	13
III.4 LA MAINTENANCE DANS UNE CENTRALE DIESEL [8].....	16
III.4-1 Définition de la maintenance.....	16
III.4-2 Position de la maintenance au sein de l'entreprise	16
III.5 LES FONCTIONS DE LA MAINTENANCE.....	16
III.5-1 La fonction études et méthodes	16
III.5-2 La fonction exécution et mise en œuvre.....	17
III.5-3 La fonction documentation.....	17
III.6 LES DIFFERENTES FORMES DE MAINTENANCE.....	17
III.7 REMARQUE SUR LA MAINTENANCE A LA CENTRALE DE KOSSODO [9].....	18
IV ANALYSE DES DONNEES	19
IV.1 DONNEES SUR LES EQUIPEMENTS	19
IV.1-1 Les indisponibilités des équipements [10].....	19
IV.1-2 Tableau synthétique chiffré des indisponibilités	23
IV.2 ANALYSE ABC DES DONNEES ET CALCUL DES END.....	26
IV.2-1 Analyse ABC des données	26
IV.2-2 Les Energies non distribuées (END)	29
V MISE EN PLACE DE LA GMAO	30
V.1 INTRODUCTION SUR LA GMAO	30
V.2 OBJECTIFS DE LA GMAO	30

V.3 POLITIQUE DE MAINTENANCE CHOISIE	31
V.4 PROCEDURE DE MISE EN PLACE [18].....	31
V.4-1 L'organisation administrative	32
V.4-1 ₁ Le bureau technique de la maintenance (BTM)	32
V.4-1 ₂ La Division Maintenance.....	34
V.4-2 Codification des équipements	35
V.4-3 La nomenclature	35
V.4-4 Choix du progiciel.....	36
V.5 RESULTATS ESCOMPTES [19].....	36
V.5-1 Les activités liées au BTM : Procédures de suivi des équipements	36
V.5-2 Circuits d'information.....	38
V.5-3 Module des indicateurs de performances techniques (Tableau de bord).....	40
VI EVALUATION FINANCIERE	44
VII CONCLUSION ET PERSPECTIVES	45
VII.1 CONCLUSION	45
VII.2 PERSPECTIVES.....	46
VIII BIBLIOGRAPHIE.....	47
IX ANNEXES.....	vi

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Evolution du nombre d'abonnés BT de la ville Ouagadougou [3]	5
Tableau 2 : Caractéristiques et état des groupes de kossodo.....	9
Tableau 3 : Caractéristique et état des auxiliaires	10
Tableau 4 : Transformateurs de puissance des groupes.....	12
Tableau 5 : Transformateurs auxiliaires	13
Tableau 6: Transformateurs de puissance 33kV/15kV.....	13
Tableau 7 : Indisponibilités au Groupe N°1	19
Tableau 8 : Indisponibilités au Groupe N°5.....	20
Tableau 9 : Indisponibilités au Groupe N°6.....	21
Tableau 10 : Indisponibilités au Groupe N°7.....	22
Tableau 11 : Indisponibilités au Groupe N°8.....	23
Tableau 12 : DIAF 2011 (en heures) [11]	23
Tableau 13 : Nombre d'arrêts par groupe pour dépannage lié aux DIAF (2011) [12].....	24

Tableau 14 : Evolution des DIER 2011 (en heures) [13].....	25
Tableau 15 : Calcul des END	29
Tableau 16 : Evaluation financière	44

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Evolution du prix du kWh au poste combustibles et huiles [6].....	7
Figure 2 : Evolution des DIAF [7]	7
Figure 3 : Evolution des DIAF en heures par groupe (2011)	24
Figure 4 : Nombre de dépannages par mois au cours de l'année 2011.....	24
Figure 5 : Nombre d'heures d'entretien programmé par groupe pour 2011 (DIER).....	25
Figure 6 : Courbe de PARETO	27
Figure 7 Indicateurs électronique	Figure 8 : Séparateur SU 845 pour traitement HFO
Figure 9 : Exemple d'arborescence	36
Figure 10 : schéma des dossiers pour suivi des équipements	37
Figure 11 : Circuit d'exécution des travaux des divisions maintenance.....	40
Figure 12 : Schéma de la disponibilité [14]	41
Figure 13 : Schéma de la fiabilité d'un équipement	42
Figure 14 : Variation de $\lambda_{(t)}$ en fonction de l'équipement.....	43

I - INTRODUCTION

L'énergie occupe une place centrale dans la lutte contre la pauvreté. Les services énergétiques contribuent de façon significative à l'impulsion des secteurs de développement économique et social, ainsi que dans toutes les activités humaines pour l'atteinte de meilleures conditions de vie. Les objectifs du millénaire pour le développement (OMD) ont clairement reconnu le rôle transversal de l'énergie dans la mise en œuvre de ses huit (8) objectifs retenus. Elle joue un rôle essentiel dans la prestation des services nécessaires à la satisfaction des besoins humains fondamentaux tels que l'accès à une eau propre, à la santé et à un logement, et dans l'élévation du niveau de vie. [1]

Dans nombre de pays parmi les plus pauvres, une importante fraction de la population est entièrement privée d'accès aux services énergétiques modernes, et ceux qui y ont accès doivent généralement payer relativement cher pour avoir accès à des services énergétiques de moindre qualité, irréguliers ou peu fiables. [2]

Le Burkina Faso, à l'instar des autres Pays en Développement (PED), est confronté à l'étroitesse des marchés, la faiblesse du pouvoir d'achat des populations dont 46,4% vit en dessous du seuil de pauvreté.

La production d'énergie électrique essentiellement basée sur les centrales thermiques est caractérisée par un faible taux de rendement et une production énergétique largement insuffisante pour la population estimée à 13 730 258 d'habitants. En 2003 seul 10,4% de cette population avaient accès à l'électricité. Les centrales thermiques existantes ne disposent pas d'infrastructures économiques capables d'impulser une croissance forte du rendement énergétique.

La Centrale thermique de Kossodo, en particulier, est la plus grande des centrales thermiques de la Nationale d'électricité mais dispose d'équipements peu développés.

Sur un tout autre registre, la dimension technico-économique des équipements de la centrale, c'est-à-dire la vétusté et l'interdépendance des systèmes techniques ainsi que le choix des méthodes de maintenance engendrent souvent des risques catastrophiques en cas de défaillance. Cette situation compromet la capacité productive et la compétitivité de la centrale thermique dont le niveau de performance est loin de générer des richesses substantielles à même d'améliorer le niveau de la demande des populations. Sa capacité de production est même passée de 325 475 890 kWh en 2009 à 170 288 174 kWh en 2011.

En outre, sur le plan énergétique, la situation du pays est marquée par :

- une dépendance vis-à-vis de l'extérieur pour ce qui concerne les approvisionnements en énergie électrique pour la satisfaction des besoins des différents secteurs utilisateurs.
- une faible capacité de production interne d'énergie électrique qui est de l'ordre de 60% environ contre 40% pour l'importation.

Pour ce faire et dans le cadre de l'optimisation de la gestion des équipements de production, la SONABEL a entrepris de mettre en place une gestion informatisée de la maintenance, des stocks et des achats par l'acquisition d'un progiciel de gestion de la maintenance assistée par ordinateur dont l'application pilote commencera par la centrale de Kossodo, d'où le thème de notre étude : **« Diagnostic de la maintenance et mise en place de la GMAO à la centrale thermique diesel de Kossodo ».**

II. LE CONTEXTE ET LES OBJECTIFS DE L'ETUDE

➤ Le contexte

Conscient que l'accès à l'électricité est un facteur de développement, le nombre d'abonnés actifs BT de la ville de Ouagadougou n'a cessé de s'accroître passant de **76 117** abonnés en 1998 à **190 422** abonnés en 2010 (Tableau 1). La variation annuelle se situant autour de 10% entre 1998 et 2003.

Tableau 1 : Evolution du nombre d'abonnés BT de la ville Ouagadougou [3]

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Nombre d'abonnés BT	76 117	82 856	94 591	107 205	113 656	125 824	132 296	143 410	166 696	152 318	161 790	177 320	190 422

La SONABEL, afin d'améliorer ce taux et de lutter contre cette pauvreté énergétique avait entrepris de mener une politique de développement de ses infrastructures en introduisant une requête de financement pour la construction en urgence d'une centrale de production thermique diesel afin de pouvoir satisfaire les besoins énergétiques de la clientèle au cours de l'année 2000.

La centrale de Kossodo, construite sur sept (7) années compte de nos jours huit (8) groupes électrogènes installés en plusieurs phases.

1^{ère} Phase : Construction en 2000, sur financement de DANIDA, de la première tranche (G1) d'une puissance nominale de 3 800 kW. La mise en service a été réalisée le 15 mars 2000

2^{ème} Phase : Construction de la deuxième tranche composée de deux groupes (G2 et G3) d'une puissance de 6 250kW chacun. Mise en service des équipements le 17 juillet 2000. Financement Banque Mondiale

3^{ème} Phase : Construction d'une tranche (G4) d'une puissance nominale de 6 250kW. Mise en service des équipements 20 mai 2003. Financement sur fond propres SONABEL

4^{ème} Phase : Construction d'une tranche (G5) d'une puissance nominale de 6 250kW. Mise en service des équipements le 24 novembre 2004. Financement sur fond propres SONABEL

5^{ème} Phase : Construction d'une tranche composée de deux groupes (G6 et G7). D'une puissance nominale de 7 000 kW chacun. La réception de ces ouvrages réalisés sur financement Banque mondiale a eu lieu le 25 mars 2006 avec une période de garantie de 24 mois.

6^{ème} phase : Construction d'une centrale de 18 MW et mise en service en décembre 2006.

➤ La problématique

Passée la période de garantie, les groupes sont atteints par des indisponibilités de natures diverses occasionnant des déficits de production du CRCO.

Les indisponibilités accidentelles fortuites (DIAF) c'est-à-dire des indisponibilités du fait des pannes sur les équipements sont passées de 5825h en 2010 à 17168h en 2011 soit un taux de variation annuel de 66%. Le prix du KWh au poste combustibles et huiles est également passé **de 72,53 FCFA en 2010 à 105,044 FCFA en 2011** soit une variation de **31%**. Il en est de même de la consommation spécifique combustible qui s'est dégradée entre 2007 (**217g/kWh**) et 2011 (**226g/kWh**) [4]

Les dépenses sur les pièces de rechange sont passées de **280 504 634 FCFA** à **1 151 991 237 FCFA** entre 2006 et 2012 [5]

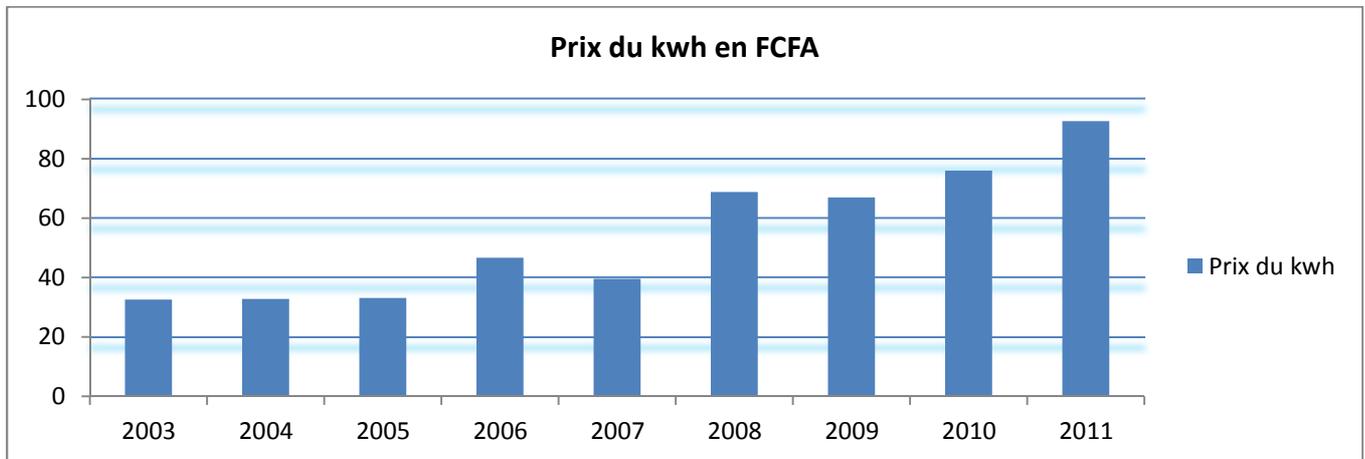


Figure 1 : Evolution du prix du kWh au poste combustibles et huiles [6]

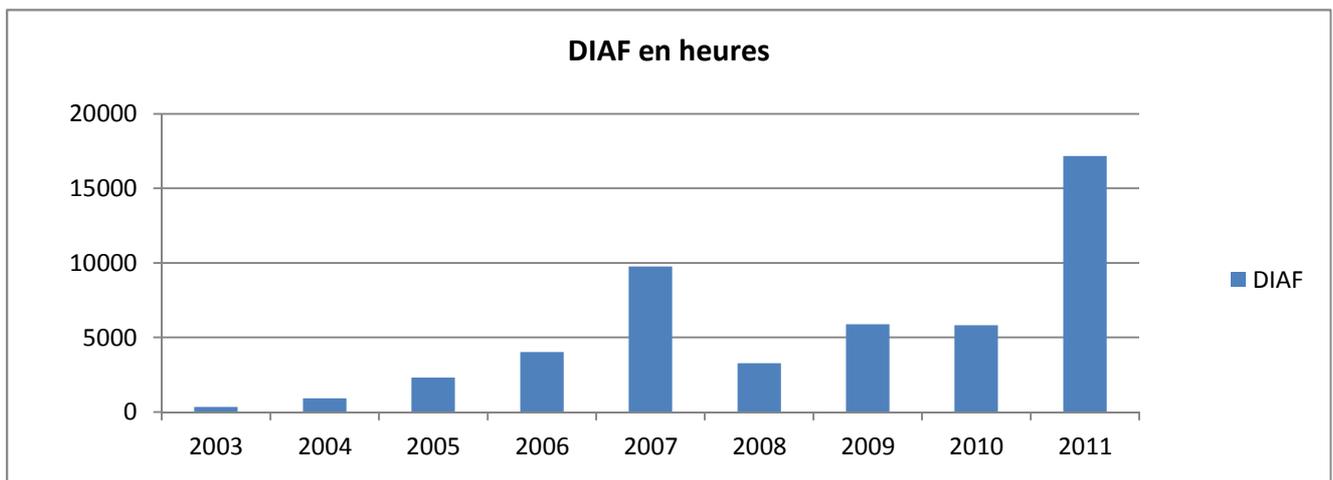


Figure 2 : Evolution des DIAF [7]

Une question s'est vite posée : comment faire pour maintenir la capacité de production de la centrale de Kossodo ?

➤ **Les objectifs spécifiques**

Satisfaire toute la population Burkinabè en quantité et qualité suffisante en courant électrique et cela à des coûts accessibles à tous, l'apport de la centrale de Kossodo devient nécessaire pour l'équilibre entre la demande de la clientèle et l'énergie produite. Pour cela des solutions doivent être trouvées dans le sens d'améliorer la gestion du parc de production par l'organisation du flux d'information afin d'optimiser le travail de chacun et permettre d'augmenter la disponibilité des huit (8) groupes électrogènes de la centrale, tout en diminuant les coûts de maintenance.

La mise au point des nouveaux systèmes de management technique de l'industrie tel que l'organisation par l'informatisation de la maintenance avec l'application de la gestion de la maintenance assistée par ordinateur est l'une des réponses que l'on peut trouver à cette question et à la problématique citée plus haut.

Les objectifs spécifiques seront entre autres :

- L'obtention des gains économiques : amélioration des coûts directs et indirects
- L'obtention des gains techniques
- La satisfaction des nouvelles contraintes de maintenance
- L'analyse statistique systématique des incidents

La démarche pour notre travail sera alors :

- Premièrement de diagnostiquer la maintenance existante par l'étude du parc de production thermique, l'organisation administrative, de répertorier et d'analyser les indisponibilités des groupes.
- Deuxièmement, de détailler les procédures de mise en place de la GMAO, évoquer les résultats escomptés et terminer par une évaluation économique.

III GENERALITES SUR LA CENTRALE KOSSODO

III.1 L'ETAT DU PARC DE PRODUCTION

III.1-1 Caractéristiques techniques des groupes électrogènes de la centrale

Tableau 2 : Caractéristiques et état des groupes de kossodo

Groupes				Puissance		Combustible utilisé	Etats
N°	Type	Vitesse (t /mn)	Fabricant	Nom. (KVA)	Expl. (KW)		
1	18V28/32H	750	MAN&BW	4750	3500	HFO	En service
2	BV16M640	600	DEUTZ	8250	6000	HFO	Grippage maneton N°6
3	BV16M640	600	DEUTZ	8250	6000	HFO	Grippage du tourillon et maneton N°1 le 31/05/2010
4	BV16M640	600	DEUTZ	8000	6000	HFO	En service
5	BV16M640	600	DEUTZ	8000	6000	HFO	En service
6	W18V32	700	Wärtsilä	10040	7000	HFO	Incendie sur une armoie auxiliaire et détérioration des fileries électriques
7	W18V32	700	Wärtsilä	10040	7000	HFO	Grippage maneton N°7 Le 31/12/2012
8	18V48/60B	500	MAN&BW	23105	18000	HFO	En service
TOTAUX				80435	59500		

III.1-2 Caractéristiques techniques des auxiliaires de la centrale

➤ Principaux auxiliaires mécaniques

Tableau 3 : Caractéristique et état des auxiliaires

Auxiliaires	Type	N° série	Equipement	Etat
Séparateurs centrifuges	SU825	4132233	Centrifugeuse huile G2	Bon
	SU 825	4132232	Centrifugeuse huile G3	En panne
	SU 825	4124681	Centrifugeuse huile G4	bon
	SU 825	4132149	Centrifugeuse huile G5	bon
	SU 830	4132928	Centrifugeuse huile G6	En panne
	SU 830	4132929	Centrifugeuse huile G7	En panne
	SU 861	4143633	Centrifugeuse huile G8	bon
	PU 100	4123177	Centrifugeuse DDO	En panne
	PU 150	4119072	Centrifugeuse DDO	En panne
	PU 150	4119493	Centrifugeuse DDO	En panne
	SU 825	4132850	Centrifugeuse DDO	bon
	SU 841	4143631	Centrifugeuse DDO	En panne
	SU 841	4143632	Centrifugeuse DDO	bon
	SU 825	4124682	Centrifugeuse FO	En panne
	SU 825	4124683	Centrifugeuse FO	bon
	SU 845	4132848	Centrifugeuse FO	bon
	SU 845	4132849	Centrifugeuse FO	bon
	SU 871	4143634	Centrifugeuse FO	En panne
	SU 871	4143635	Centrifugeuse FO	bon
	PU 100	4123176	Centrifugeuse DDO	En panne
OSC 5	9003-256	Centrifugeuse huile G1	En panne	
OSD 35	9038-303	Centrifugeuse FO	En panne	
OSD 35	9037-896	Centrifugeuse FO	bon	

Auxiliaires	Type	N° série	Equipement	Etat
Filtres à air	Looker LP7D oil bath	Customer P.O N°9910250 14	Filtre G1	bon
	Locker filtration LP 80 oil Bath	IC 00704	Filtre G2	bon
	Locker Filtration LP 80 oil Bath	IMM/1948	Filtre G3	bon
	Clarcoruk	IMM/3648	Filtre G4	bon
	Clarcoruk	IMM/4357	Filtre G5	bon
	Leinolte (Wartsila)	WH 19000 B	Filtre G6/G7	bon

	Clarcoruk	0512230/3	Filtre G8	bon
Auxiliaires	Type	N° série	Equipement	Etat
Compresseurs d'air	Atlas copco - Air Power GA11C	ALL157622	Compresseur d'air 7bars N° 1 du G8	bon
	Atlas copco- Air power GA11C	ALL 157623	Compresseur d'air 7bars N°2 du G8	bon
	SPERRE HL2/77	774134	Compresseur d'air 30 bars N° 1 du G8	bon
	SPERRE HL2/77	774135	Compresseur d'air 30 bars N° 2 du G8	En panne
	SPERRE HL2/120	1201309	Compresseur d'air 30 bars N° 3 du G8	bon
	SPERRE HL2/105	1051908	Compresseur d'air 30 bars N° 1 du G6/G7	En panne
	SPERRE HL2/105	1051909	Compresseur d'air 30 bars N° 2 du G6/G7	En service
	Tamrotor WD 15A31	428	Compresseur d'air 7 bars N° 1 du G6/G7	bon
	Atlas copco GA 7	A II 125600	Compresseur d'air 7bars N° 2 du G6/G7	bon
	SPERRE HL2/120	120680	Compresseur d'air 30 bars N° 4 Centrale DEUTZ	bon
	SPERRE HL2/120	120916	Compresseur d'air 30 bars N° 5 Centrale DEUTZ	bon

Auxiliaires	Type	N° série	Equipement	Etat
Surpresseurs d'incendie	Marque : Ingersell-Dnesserpumps Type: MEN 100-80-250L	-	Suppresseur incendie DEUTZ électrique	bon
	Type : CL100/4000 GPS	Série : 91.0412	Suppresseur Incendie DEUTZ Diesel	bon
	SISU DIESEL Type VALMET 320 DP	P 14698	Suppresseur d'incendie Diesel wårtsilå	bon
	POMPE KSB ETANORM M 080-250	-	Suppresseur d'incendie électrique wårtsilå	bon

➤ **Principaux auxiliaires électriques**

Tableau 4 : Transformateurs de puissance des groupes

Poste	Puissance Nominal (MVA)	Tension Primaire (kV)	Tension secondaire (kV)	Année mise en service	Couplage	Tension de court-circuit Xp/s (%)	Pertes cuivre (kW)	Pertes fer (kW)	Plage de réglage (+/- n*X%)
G1	5 MVA	11kV	33 kV	03/2000	YNd11	7,15	3,906	24,605	32775 à 36225
G2	8 MVA	15 kV	33 kV	07/2000	YNd11	9,63	**	**	31350 à 34650
G3	8 MVA	15 kV	33 kV	07/2000	YNd11	9,64	**	**	31350 à 34650
G4	8 MVA	11 kV	33 kV	05/2004	YNd11	9,89	7,26	48,22	31350 à 34650
G5	8 MVA	11 kV	33 kV	11/2004	YNd11	9,89	7,85	47,65	31350 à 34650
G6	10 MVA	11 kV	33 kV	02/2006	YNd11	8,58	7,565	61,92	33250 à 36750
G7	10 MVA	11 kV	33 kV	02/2006	YNd11	8,58	7,58	61,26	33250 à 36750
G8	23 MVA	11 kV	33 kV	11/2006	YNd11	10,68	-	-	32775 à 36225

Tableau 5 : Transformateurs auxiliaires

Poste	Puissance Nominal (MVA)	Tension Primaire (kV)	Tension secondaire (kV)	Constructeur	Année mise en service	Couplage	Flux (forcé ou libre)
TR 1		33 kV	400 V	ABB	03/2000	Dynd11	ONAN
TR2	800 kVA	33 kV	400 V	ALSTOM	07/2000	Dynd11	ONAN
TR3	800 kVA	33 kV	400 V	ALSTOM	07/2000	Dynd11	ONAN
TR4/5	1250 kVA	33 kV	400 V	AREVA	05/2004	Dynd11	ONAN
TR1 6/7	630 kVA	33 kV	400 V	CELDUC	02/2006	Dynd11	ONAN
TR2 G6/7	630 kVA	33 kV	400 V	CELDUC	02/2006	Dynd11	ONAN
TR G8	800 kVA	33 kV	400 V	SIEMENS	11/2006	Dynd11	ONAN

Tableau 6: Transformateurs de puissance 33kV/15kV

Poste	Puissance Nominal (MVA)	Tension Primaire (kV)	Tension secondaire (kV)	Constructeur	Année mise en service	Couplage	Flux (forcé ou libre)
TR 211	15 MVA	33 kV	15 kV	AREVA	09/2009	Dynd11	ONAN
TR212	15 MVA	33 kV	15 kV	PAUWELS TRANSFO		Dynd11	ONAN

III.2 PARC INFORMATIQUE DE LA CENTRALE DE KOSSODO

Le parc informatique de la centrale est composé de :

-Vingt-deux (22) ordinateurs de type Pentium IV de 2,66 à 3 GHz, des disques durs variant entre 40 et 80 Go et des mémoires allant de 256 à 512 Mo ;

-Six (6) imprimantes Laser

-Un réseau informatique relié au siège par une ligne spécialisée de 128 Kb.

-Un serveur IBM

Les applications exploitées à la SONABEL fonctionnent sous les systèmes d'exploitation Unix ou Windows 2000 dans un environnement Oracle en mode client-serveur.

III.3 L'ORGANISATION ADMINISTRATIVE DE LA CENTRALE DE KOSSODO

La centrale de Kossodo est la plus importante du parc de production de la SONABEL et produit environ 56% des besoins d'énergie électrique du CRCO et relève du Service Production Thermique

Ouaga Nord (SPTN), dépendant du Département Production Thermique Ouagadougou qui, dans le nouvel organigramme de la SONABEL, est rattaché à la Direction de la Production.

L'effectif actuel du personnel est de soixante-neuf (69) personnes dont 54 agents permanents et 15 temporaires composés comme suit:

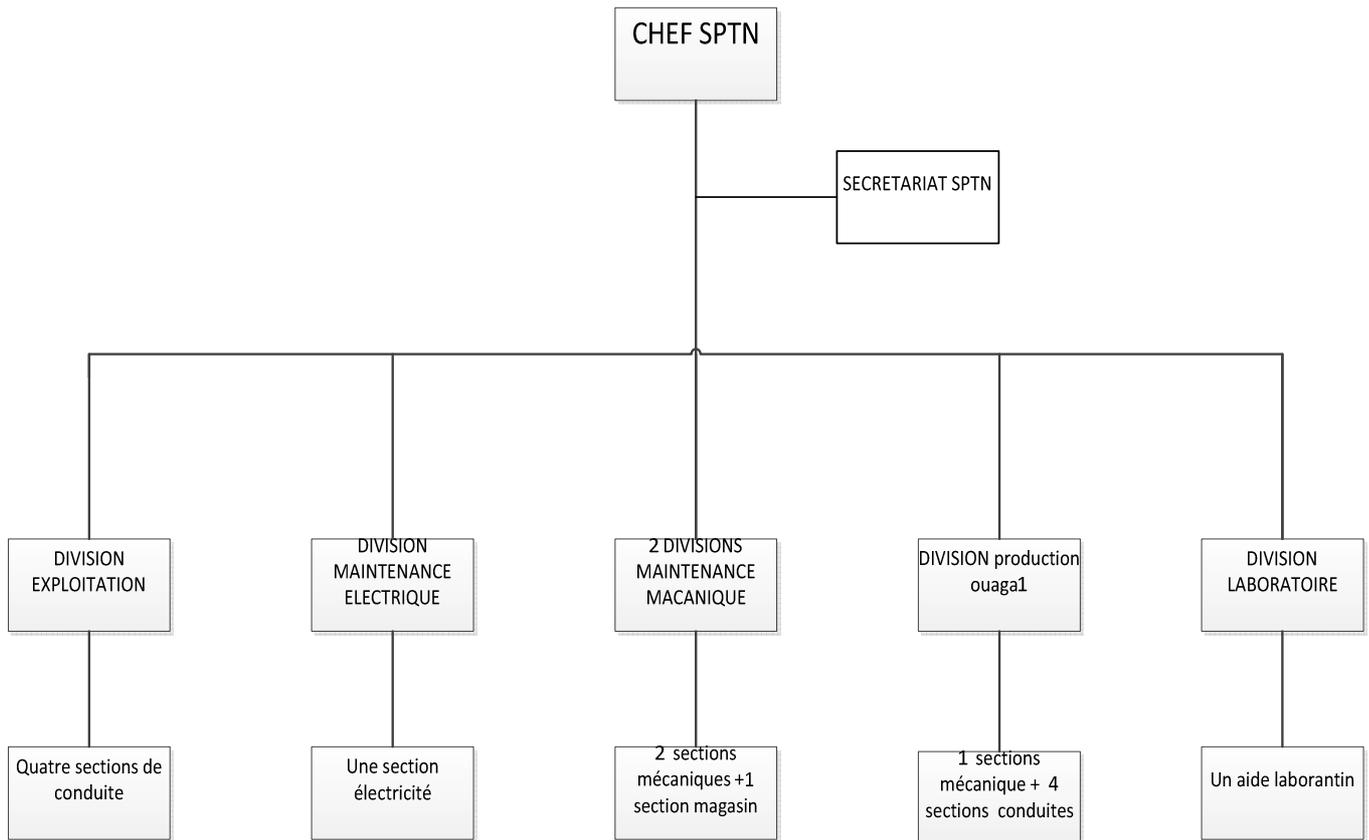
- cinq (5) agents d'encadrement,
- quatre (4) agents de maîtrise,
- soixante un (61) agents d'exécution

Le SPTN a sous sa coupole six (6) divisions :

- la division production ouaga1
- deux divisions maintenance mécanique ;
- la division maintenance électrique
- la division exploitation ;
- la division laboratoire.

Organigramme du Service Production Thermique Ouaga Nord

Ces six divisions sont sous la supervision d'un chef de service. Elles se coordonnent afin de permettre un bon fonctionnement de la centrale et se subdivisent en sections :



- **Division Maintenance Electrique** : avec un chef de Division aidé de cinq (5) agents ; chargée des interventions de types électriques sur les équipements. Elle comporte une seule section.
- **Deux divisions Maintenance Mécanique** : Chargée des interventions de types mécaniques sur les équipements ainsi que de la gestion des pièces de rechange forte de 20 personnes .Elle est constituée de 2 sections mécaniques et d'une section magasin.
- **Division Exploitation** : chargée de la conduite des machines riche de 25 personnes dont le chef de division. Elle est constituée 4 sections.
- **Division Laboratoire** : chargée de l'analyse des huiles, des combustibles et des eaux de réfrigération avec deux (2) personnes dont le chef de laboratoire.
- **La division production Ouaga 1** : avec un chef de production aidé d'une section mécanique et de quatre sections conduites pour la gestion de cette centrale située hors de la centrale de Kossodo.

Les divisions laboratoire, maintenance mécanique et maintenance électrique ont pour mission d'assurer la maintenance de l'ensemble des équipements de la centrale thermique. Chaque division

est sous la supervision d'un chef. Elles travaillent en horaire normale (7h 30mn – 12h 30mn et 15h – 18h).

Pendant le week-end et les jours fériés, une équipe d'astreinte assure la maintenance. En ce qui concerne la production qui doit être assurée 24h sur 24h, elle est assurée par la division exploitation qui travaille selon un système bien établi (7h – 14h ; 14h – 22h et 22h – 7h). Quand une défaillance apparaît sur un équipement ils sont les premiers concernés. Si la défaillance est au-dessus de leurs compétences ils font alors appel aux techniciens de maintenance. Une fiche d'incident est ainsi établie par le chef de section qui la transmet au chef d'exploitation. Celui-ci après examen la transmet soit au chef de division de maintenance électrique soit à celui de la maintenance mécanique.

III.4 LA MAINTENANCE DANS UNE CENTRALE DIESEL [8]

III.4-1 Définition de la maintenance

La maintenance est "l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé" (AFNOR).

Dans une centrale diesel elle a pour but de maintenir l'ensemble du matériel de l'usine en bon état de fonctionnement compte tenu de son degré de vétusté et d'usure.

III.4-2 Position de la maintenance au sein de l'entreprise

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

- la centralisation où toute la maintenance est assurée par un service ;
- la décentralisation où le service de maintenance est dépossédé de certaines responsabilités confiées à des centres opérationnels.

Dans une centrale diesel, il est important que les services production et maintenance soient à l'horizontale car l'une à une vision à court-terme de la maintenance, l'autre doit avoir une vision à moyen et long terme.

III.5 LES FONCTIONS DE LA MAINTENANCE

Une maintenance de qualité passe obligatoirement par une bonne gestion et par des activités bien définies. La position de la maintenance étant définies nous pouvons traiter les fonctions que l'ingénieur de maintenance aura à assurer.

III.5-1 La fonction études et méthodes

Toute tâche doit être optimisée en fonction des critères retenus dans le cadre de la formulation de la politique de maintenance.

a) Études techniques

Elle consiste à rechercher des améliorations, à participer à la conception des travaux neufs et aussi à l'analyse des accidents de travail.

b) Préparation - ordonnancement

Elle se charge d'établir des fiches d'instruction pour le personnel et de constituer la documentation pour les interventions, de tenir à jour les programmes de prévisions de travaux, de préparer la distribution du travail. Il s'occupe de réceptionner et de classer des documents relatifs à l'intervention et à la remise à jour des dossiers techniques.

c) Études économiques et financières

Il s'agit de gérer les approvisionnements, d'analyser les coûts de maintenance et défaillance, des pertes de productions, de fonctionnement. Elles se chargent également de rédiger le cahier de charge et de participer à la rédaction des marchés de travaux, enfin de bien gérer le suivi et la réception des travaux.

III.5-2 La fonction exécution et mise en œuvre

Les principales tâches sont :

- gérer l'intervention de la maintenance
- connaître le comportement du matériel
- piloter les interventions de la maintenance
- indiquer les consignes d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail.

III.5-3 La fonction documentation

Elle consiste à créer, organiser et animer toute la documentation relative à la maintenance.

III.6 LES DIFFERENTES FORMES DE MAINTENANCE

Le choix d'une méthode de maintenance s'effectue dans le cadre de la politique de maintenance et doit s'opérer en accord avec les autorités de l'usine. Elle se présente sous quatre formes:

- la maintenance préventive systématique pour prévenir les pannes par des contrôles ou des investigations périodiques qui intéressent une partie ou l'ensemble des organes d'un matériel en exploitation ;
- la maintenance fortuite corrective pour réparer les appareils donnant des signes de défaillance ou se trouvant en avaries. Elle induit également la réparation et le dépannage;
- la maintenance courante qui consiste à effectuer des travaux répétitifs : graissage, nettoyage, vérification journalière ;

- la révision générale qui comprend une vérification approfondie de tous les organes d'une installation donnée et comporte notamment le remplacement ou la remise en état (rénovation) de toutes les pièces jugées défectueuses.

III.7 REMARQUE SUR LA MAINTENANCE A LA CENTRALE DE KOSSODO [9]

Au regard des objectifs assignés aux types de maintenance déjà décrits, et à partir du constat fait sur les activités de maintenance menées dans la centrale de Kossodo, il apparaît que les maintenances courante, fortuite corrective, préventive systématique sont pratiquées dans une certaine mesure.

Toutefois, nous faisons entre autre les observations suivantes :

- ❖ manque de politique de maintenance écrite ;
- ❖ la politique de prévention des pannes est basée sur l'expérience et la programmation périodique des opérations d'entretien suivant le manuel d'entretien du fournisseur; il faudra également noter que pour ce qui concerne la maintenance préventive conditionnelle, l'analyse des huiles, des combustibles et des eaux de refroidissement est assurée par la division laboratoire tandis que les opérations comme la mesure des vibrations sur les groupes la mesure du lignage des petits moteurs et la thermographie infrarouge sont sous-traitées.

➤ **Les études et les méthodes**

Il n'existe pas une structure en tant que telle chargée d'assurer les activités d'études et méthodes déjà décrites. En effet, nous notons entre autre les tâches suivantes qui ne sont pas réalisées :

- ❖ les données historiques du matériel bien que archivées sont peu exploitées ;
- ❖ les paramètres de contrôle statistiques (temps moyen de réparation, temps moyen de bon fonctionnement entre deux (2) pannes) ne sont pas calculés et les résultats exploités. Ces résultats doivent constituer une partie intégrante du rapport de production ;
- ❖ les coûts des interventions ne sont pas déterminés ;
- ❖ manque de suivi des paramètres d'usure des organes des groupes et de définition des paramètres d'usure d'autres équipements ;
- ❖ manque de méthodes de préparations des opérations de réalisations ou de diagnostic.

Par contre, l'organisation technico-administrative de la centrale, la gestion du personnel et le suivi des projets réalisés au profit de la centrale sont assurées par les chefs de division et le chef de service.

➤ **L'ordonnement et la réalisation**

L'ordonnement, le suivi et le contrôle de la réalisation sont assurés par les chefs mécaniciens et électricien. La réalisation est assurée par des équipes rattachées à ces chefs. Il faudra noter que cette

réalisation s'effectue selon l'expérience étant donné qu'une procédure écrite des opérations n'est élaborée à cet effet.

➤ **L'approvisionnement**

Les tâches assignées aux magasiniers sont la gestion des entrées et des sorties des pièces ainsi que l'établissement des Demandes de Matériels (DM). Le suivi et le contrôle des consommations en pièces de rechange en vue de définir les niveaux des stocks magasin n'est pas assuré.

IV ANALYSE DES DONNEES

IV.1 DONNEES SUR LES EQUIPEMENTS

IV.1-1 Les indisponibilités des équipements [10]

Les défauts consignés dans les tableaux suivants ont été répertoriés à partir d'échantillons de fiches d'incidents émis pour des indisponibilités constatées au niveau des groupes pour l'année 2011 et antérieur. Ces indisponibilités sont causées par des défauts d'origines mécaniques, électriques ou autres types de défauts.

Tableau 7 : Indisponibilités au Groupe N°1

Indisponibilités au niveau du groupe N°1	
Fuite d'huile sur le flexible retour séparateur	Filtre à huile colmaté
Fuite d'air 7 bars au séparateur d'huile	Fuite de gaz d'échappement
La pompe d'évacuation de l'huile usée ne refoule pas	Fuite d'air au détendeur
Fuite combustible HP pompe d'injection	Température palier N°6
Fuite de lubrification	Fuite d'eau HT par la durite
Fuite d'air au compresseur d'air 30 bars	Niveau huile régulateur mécanique
Manque d'huile au turbo B	Température gaz d'échappement élevée
Fuite d'huile au niveau du cache culbuteur	Fuite de vapeur circuit booster
Fuite d'huile au reniflard et palier alternateur	Défaillance calorifugeage du collecteur d'échappement
Dégagement de fumées de gaz d'échappement (turbo A et B)	Température maximale palier principale N°4 (grippage piston)
Fuite de gaz à la soupape de décompression N°6	Vis desserrées
Fuite de gaz à la culasse A3	Niveau bas filtre à bain d'huile
Présence d'eau dans les cylindres	Température élevée refroidissement des cylindres
Dilution carter d'huile moteur (niveau élevé)	Température maxi palier alternateur
Cassure thermomètre température eau HT	Défaut pression sortie huile
Alarme température air de charge	Défaut pression sortie huile séparateur huile
Câble de jauge endommagé	Défaut pression huile de lubrification
Consommation excessive d'huile	
Défaut de lecture de thermomètre	

Tableau 8 : Indisponibilités au Groupe N°5

Indisponibilités au niveau du groupe N°5	
Fuite d'eau HT au corps de la vanne thermostatique fissurée	Température d'échappement A7 élevée
Fuite d'air de charge sortie turbo B	Défaut came et galet d'injection (remplacement du tronçon)
Fuite d'huile sur le conduit de graissage du booster du régulateur	Fuite d'eau à l'entrée du préchauffeur
Fuite d'huile au mixing tank du booster	Point dur dans la tringlerie ; impossible de monter en charge
Fuite d'eau jointions sortie des culasses entrée du réfrigérant d'air A	Fuite d'eau HT culasse A2
Fuite d'air durite jonction entre le turbo et le réfrigérant d'air coté A	Fuite d'air au niveau de la soupape de purge bouteille d'air 30 bars
Fuite d'air durite jonction turbo-réfrigérant d'air coté B	Décharge continue du groupe (défaut du régulateur)
Le groupe ne prend pas de charge ; bloqué à 3000kw (coincement du levier du régulateur avec le doigt de limitation de charge)	Fuite d'huile au distributeur d'air
Température cylindre A7 basse pompe défectueuse	Température d'échappement élevée chalumage soupapes
Fuite d'air au du détendeur de la bouteille d'air 30 bars	Fuite d'air au régulateur et détendeur
Tuyau de degageage de l'eau HT sortie culasse coté A percé	Niveau turbo A et B bas
Fuite de combustible à l'entrée de la pompe d'injection A7	Fuite de boue sur le filtre d'huile auto membrane déchirée
Température A7 à 0 (clapet cassé)	Fuite d'eau à la culasse
Serpentins de la chaudière fissurés	Fuite de vapeur à la chaudière
Fuite d'huile au niveau de réfrigérant d'huile	Vanne de décompression filetage abimé
Fuite d'air 7 bars du filtre auto combustible du booster	Fuite de vapeur sur le circuit retour
Fuite d'air sur la bride du réfrigérant eau air coté A	Fuite de combustible sur la tuyauterie HP pompe d'injection
Soulèvement de culasse A2	Fuite d'air de sécurité
Fuite combustible par la canne d'injection percée PT5 basse séparateur HFO N°5	Colmatage du filtre auto huile
Compteur combustible défectueux	Fuite combustible au niveau de la soupape de décharge
Fuite d'huile dans le bol séparateur d'huile	Présence d'eau dans les cylindres
Défaut niveau réservoir à boue séparateur huile	Cassure tuyau d'air de lancement
Fermeture de la vanne d'eau HT au 2/3 (pression eau 0 ; température huile élevée)	Fuite d'eau retroussement injecteurs
	Bruit anormal sur le turbo et vitesse à 0
	Instabilité du régulateur mécanique
	Séparateur d'huile PT5 basse tube de distribution bouché
	Manque d'huile dans le circuit d'air des filtres automatique
	Niveau huile bas, filtre à bain d'huile
	Colmatage compteur DDO ; baisse pression combustible

Tableau 9 : Indisponibilités au Groupe N°6

Indisponibilités au niveau du groupe N°6	
Température gaz d'échappement A2 à 0°C	Permutation filtre combustible (unité combustible PBJA061)
Température B8 basse	Average température cylindres
Pression différentielle colmatage filtre combustible pompe de gavage	Fuite de combustible rampe de retour coté B du moteur
Pompe d'injection B6 ; Jeu commande crémaillère	Fuite de gaz d'échappement B9
Niveau huile régulateur bas	Déviaton de température d'échappement A2
Cassure vanne circuit lavage turbo	Défaut fixation du damper (vis cassées)
Fuite vapeur à la sortie du réchauffeur du séparateur huile	Fuite d'huile du régulateur de vitesse
Permutation filtre combustible	Fuite de combustible pompe de gavage
Température d'échappement basse et injecteur non étanche (pmax élevée)	Fuite combustible tuyau arrivée combustible avant pompes d'injection
Dilution huile moteur (injecteur gouttent)	Fuite vapeur au niveau de la porte de visite de la chaudière (vanne by-pass à défaut)
Défaut pression différentielle filtre à air colmaté	Fuite de gaz au compensateur d'échappement
Fuite sur la pompe d'injection B6	Température gaz d'échappement élevé
Fuite d'huile au niveau du filtre à air coté B	Défaut bouton de maintien crémaillère pompe d'injection B1
Colmatage filtre manuel du booster	Fuite d'eau HT
Garniture pompe de gavage défectueux ; fuite combustible	Température de deux cylindres basse (ajustement)
Permutation des filtres combustible de gavage	Présence d'eau dans le cylindre A6
Température d'échappement disparate	Fuite d'huile au filtre glacier
Disfonctionnements indicateur de niveau cuve tampon combustible	Fuite de combustible au damper
Viscosité de l'huile moteur élevée	Défaut manomètre indication à 0
Présence de fuel dans le circuit de vapeur de la chaudière	Alarme pression carter PT 700. 3.1 bars à 6 MW
Défaut jauge carter huile moteur	Consommation excessive d'huile moteur
	Consommation d'huile élevée du régulateur de vitesse

Tableau 10 : Indisponibilités au Groupe N°7

Indisponibilités au niveau du groupe N°7	
Fuite combustible rampe de combustible côté B avant amortisseur de pression	Température des cylindres élevée
Fuite d'air au filtre auto combustible	Fissure tuyauteries combustible
Fuite de vapeur sur le circuit de traçage	Colmatage filtre de gavage
Fuite de combustible sur la pompe de gavage	Fuite d'air 30 bars
Colmatage des filtres combustible	Raccord d'eau percé
Fuite de vapeur booster	Fuite d'eau chaudière
Température cylindre basse	Présence d'eau dans les cylindres
Défaut détendeur d'air	Pompage des turbocompresseurs à 4500MW
Fuite de gaz d'échappement	Température des gaz d'échappement du turbo B élevée
Dilution de l'huile moteur	Fuite des gaz d'échappement et bruit anormal
Fuite d'huile au régulateur	Soupape de décharge du circuit combustible desserrée
Blocage crémaillère pompes d'injection	Fuite d'eau au niveau de la culasse
Déviations cylindres	Blocage pompes d'injection
Bruit anormal aux turbos A&B	Multiplés appoint d'eau sur le groupe
Pompage turbos A&B	Fuite d'huile sur le circuit graissage culbuteurs
Fuite d'air de sécurité au B6	Fuite de vapeur sur le réservoir journalier HFO
Fuite d'eau HT	Alarme filtre à air colmatage
Alarme pression filtre huile différentielle PDT 243	Alarme températures air de charge TE 601
Défaut capteur de température cylindre	Pression basse air de contrôle
Alarme pression différentielle	Défaut pression eau HT
Niveau réservoir des boues élevé	Fluctuation température du cylindre A5
Défaut pompe à boue séparateur d'huile	Consommation anormale d'huile sur le groupe
Fuite d'huile dans le bol séparateur HFO N°7	Difficulté de démarrage ou de virage du moteur
Défaut PT5 sortie chasse séparateur huile	
Fuite d'air de contrôle	

Tableau 11 : Indisponibilités au Groupe N°8

Indisponibilités au niveau du groupe N°8	
Fuite d'eau pompe hydrophore	Fuite HT au tuyau de degageage côté A
Température cylindre A5 élevée	Fuite d'eau HT sortie réfrigérant arrière de charge
Fuite d'eau HT sortie réfrigérant arrière de charge	Fuite de combustible tuyau HP du cylindre A4
Circuit d'air 7 bars du filtre d'huile auto (cassure de flexible)	Alarme déviation cylindre B7
Fuite d'eau refroidissement injecteur	Circuit refroidissement injecteurs impossible de faire l'appoint par manque d'étanchéité d'une vanne
Fuite d'huile de rinçage	Détecteur de brouillard d'huile actif
Déviation température A1	La pompe à boue ne refoule pas
Régulateur de tension alarme protection tension de couplage très élevée	Dégueulement permanent du séparateur d'huile avec constat de présence de fumée
Compresseur d'air 7 bars niveau d'huile bas	Alarme présence de boues dans le bol du séparateur HFO N°9 à l'arrêt
Niveau d'huile bas compresseur 7 bars N°2	Chaudière à vapeur pression ne monte pas
Alarme Réservoir à boue 30m ³ plein	Pas de transfert DDO ne refoule pas
Défaut courroie compresseur 7 bars N°2	Séparateur d'huile alarme vitesse du bol basse
Séparateur HFO N°10 alarme PT5 basse	
Défaut pompe à boue	
Séparateur d'huile alarme retour chasse	

IV.1-2 Tableau synthétique chiffré des indisponibilités

Pour l'année 2011, l'ensemble des DIAF est consigné dans le tableau suivant

Tableau 12 : DIAF 2011 (en heures) [11]

	G 1	G 2	G 3	G 4	G 5	G 6	G 7	G 8
Janvier	6	27	0	63	8	66	669	623
Février	0	146	0	29	10	122	74	88
Mars	12	21	0	52	9	20	42	151
Avril	30	44	0	30	41	42	15	40
Mai	0	15	0	103	61	35	35	744
Juin	21	3	0	89	41	10	15	25
Juillet	0	13	0	70	60	727	155	35
Août	0	246	0	0	29	134	134	52
Septembre	257	720	0	1	62	379	379	712
Octobre	77	744	0	162	46	61	89	744
Novembre	24	744	0	128	35	44	0	744
Décembre	6	32	0	63	8	66	669	623
Total	433	2755	0	790	410	1706	2276	4581

Tableau 13 : Nombre d'arrêts par groupe pour dépannage lié aux DIAF (2011) [12]

	G 1	G 2	G 3	G 4	G 5	G 6	G 7	G 8
Janvier	1	2	0	3	1	8	2	2
Février	0	14	0	4	1	7	6	7
Mars	2	4	0	16	3	3	8	5
Avril	5	4	0	8	5	7	3	8
Mai	0	3	0	12	12	11	4	1
Juin	1	2	0	5	4	2	1	3
Juillet	0	2	0	2	5	1	2	2
Août	0	3	0	0	3	1	1	2
Septembre	5	1	0	1	8	1	1	1
Octobre	3	1	0	2	2	7	7	1
Novembre	3	1	0	10	4	3	0	1
Décembre	1	3	0	3	1	8	2	2
Total	21	40	0	66	49	59	37	35

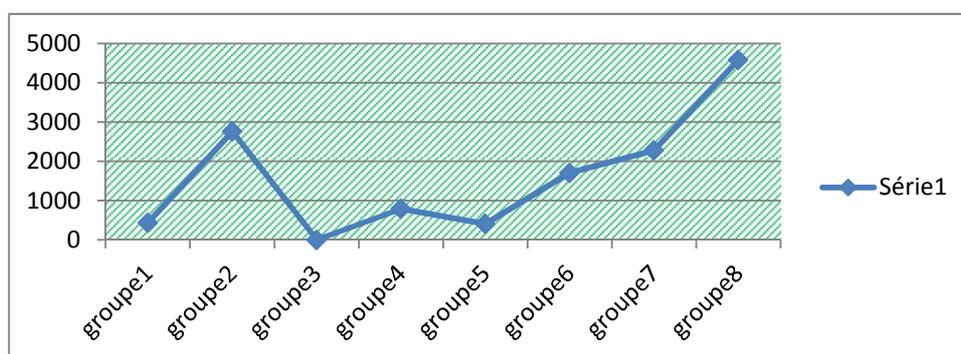


Figure 3 : Evolution des DIAF en heures par groupe (2011)

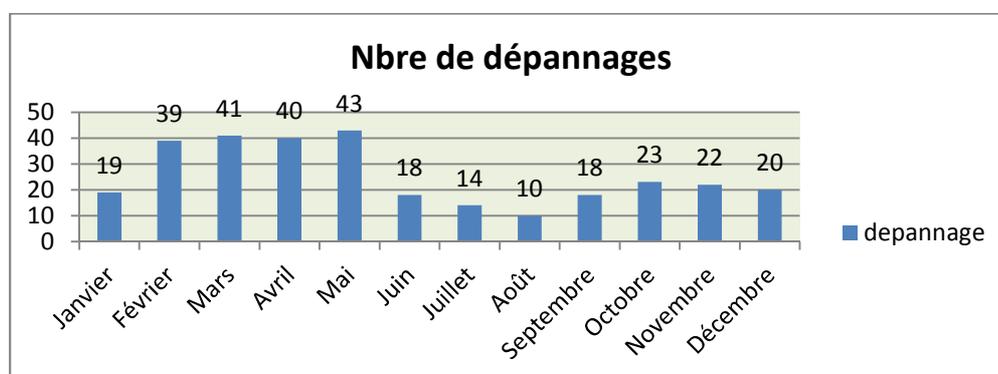


Figure 4 : Nombre de dépannages par mois au cours de l'année 2011

Tableau 14 : Evolution des DIER 2011 (en heures) [13]

	G 1	G 2	G 3	G 4	G 5	G 6	G 7	G 8
Janvier		403						
Février	63			304				
Mars					40	65	16	37
Avril	16	15						
Mai	115			11	39	67	63	72
Juin								
Juillet	8						42	18
Août					18			16
Septembre				42			18	
Octobre								
Novembre	84			18	48			
Décembre					288			
Total	286	418	0	375	433	132	139	143

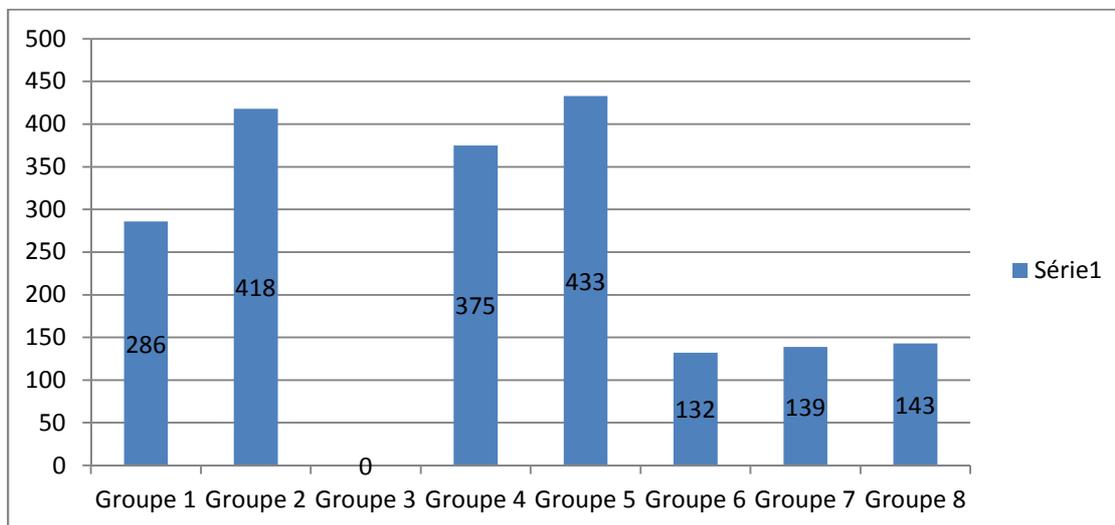


Figure 5 : Nombre d'heures d'entretien programmé par groupe pour 2011 (DIER)

IV.2 ANALYSE ABC DES DONNEES ET CALCUL DES END

IV.2-1 Analyse ABC des données

Loi de Pareto : « un petit nombre de cause génèrent la plus grande part des effets ». Cette méthode permet de choisir, de classer par ordre d'importance des éléments (produits, machines, pièces...) à partir d'une base de connaissance d'une période antérieure (historique de pannes par exemple). Les résultats sont présentés sous forme d'une courbe appelée courbe ABC ou de Pareto dont l'analyse fait ressortir les éléments les plus significatifs du problème à résoudre afin d'en dégager les solutions. [14] En classant les pannes récurrentes issues des tableaux des indisponibilités par catégorie, et sur la base du critère de la durée d'indisponibilité sur le coût de la maintenance, nous pouvons tracer la courbe de Pareto. (Coût horaire de main d'œuvre d'un ouvrier qualifié = 600FCFA).

Catégorie	Nature des défauts	Nombre de défauts répertoriés	Temps estimatif d'intervention	Durée d'indisponibilité totale (heures)	Coût de la maintenance (FCFA)
A	Températures élevée ou basse	22	2h30mn	55h	33000
B	Fuites combustibles	80	30mn	40h	24000
	Fuites d'air				
	Fuites vapeur				
	Fuites d'huile				
C	Niveaux bas ou élevé	8	2h15mn	18h	10800
D	Disfonctionnement des auxiliaires	18	4h	72h	43200

Catégorie Equipement	Coût de la maintenance	Coût cumulé de la maintenance
D	43200	43200
A	33000	76200
B	24000	100200
C	10800	111000

En ordonnée : les coûts cumulés, en abscisse : les équipements

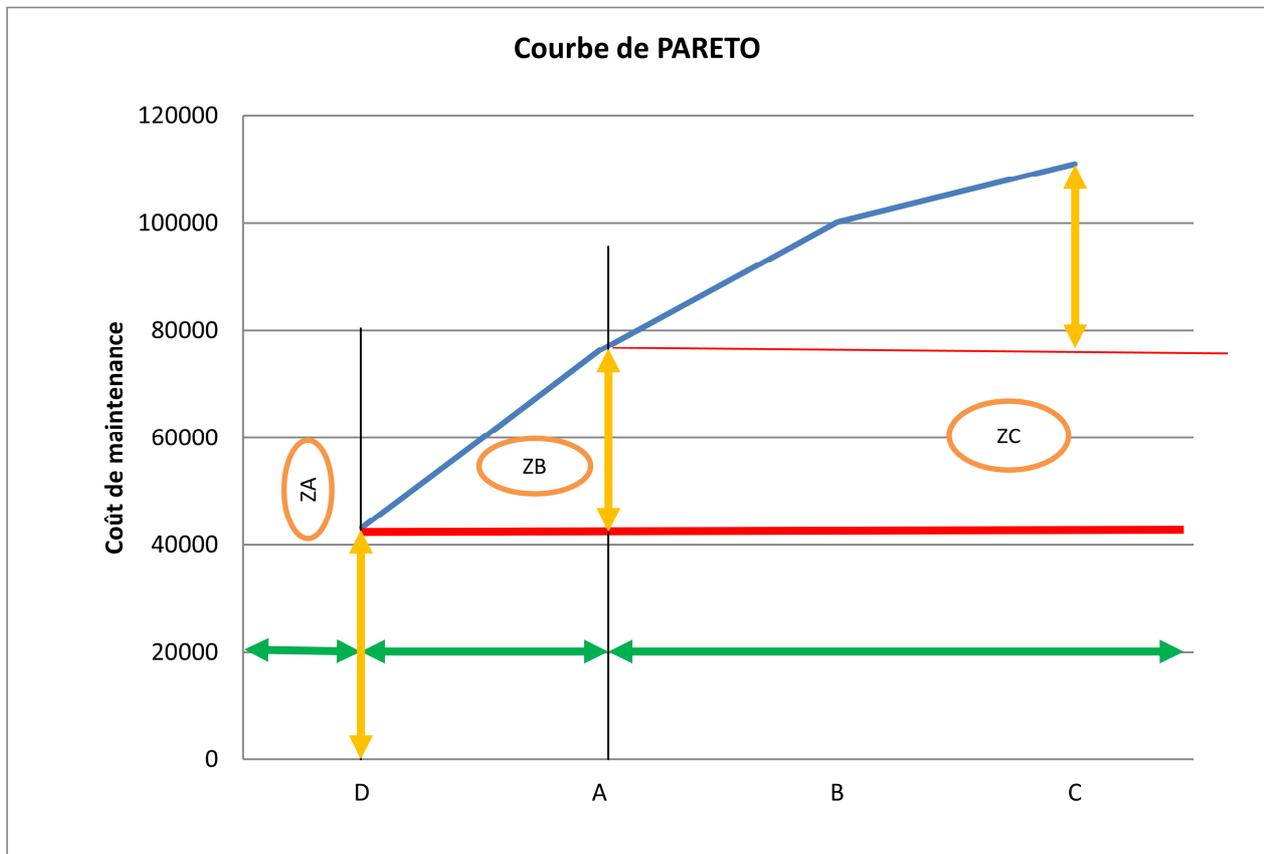


Figure 6 : Courbe de PARETO

Interprétation

On a une courbe à trois zones :

La zone A (ZA) : où 12.5% des indisponibilités représentent près de 40% des coûts cumulés de maintenance.

La zone B (ZB) : où 25% des indisponibilités représentent 30% des coûts de maintenance

Et la zone C (ZC) : où 62.5% des indisponibilités représentent 20% des coûts de maintenance

La nature des défauts affectant les équipements de la **zone A** sont le dysfonctionnement des séparateurs centrifuges dont le corolaire est le colmatage des filtres à combustible et à l'huile.

En effet le séparateur centrifuge est un appareil programmable et son fonctionnement normal dépend de la pression des eaux de manœuvre du bol ainsi que celle de l'air de commande. Mais l'extension de la centrale de Kossodo n'a pas tenu compte de ces paramètres qui sont :

- Perte de charge régulière dans les circuits [15]

Ce sont les pertes d'énergie spécifiques, qui dépendent de la forme, des dimensions et de la rugosité de la canalisation, de la vitesse d'écoulement et de la viscosité du liquide (eau). Ces pertes de charge sont déterminées par la formule dite de Colebrook-White qui s'écrit sous la forme :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{k}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} \right)$$
 où λ est le coefficient de perte de charge linéaire, D le diamètre du conduit, Re correspondant au nombre de Renault et k mesure la rugosité.

L'utilisation de cette formule requiert un solveur ou programme informatique ou encore un tableur, ou l'utilisation d'un diagramme dite de Moody.

- Pertes de charges singulières

Ces pertes de charge locales se manifestent par des décollements accompagnés de tourbillons et/ou de sillages, dus aux formes géométriques du support. On les observe au niveau des pièces de raccordements appelés singularités qui, dans les écoulements en charge sont entre autres des coudes, des tés, des cônes, des joints, des vannes, des clapets, etc....

Toutes ces singularités ont été accentuées par l'extension progressive de la centrale et l'état des conduits.

Les équipements de la **zone B** sont les variations des températures d'échappement caractérisées par des averages et des chalumages des soupapes qui en période chaude de l'année sont très fréquentes : (confère figure 6 : Nombres de dépannages par mois au cours de l'année).

Les variations de température peuvent être diagnostiquées par l'utilisation d'un indicateur de pression de combustion pour connaître et corriger la pression moyenne indiquée, la pression de compression, la pression maximale de combustion, le temps d'allumage et beaucoup plus.

Avec un tel outil, il est possible de faire des ajustements plus correctes et précis des moteurs que par l'utilisation d'indicateur, d'indice pompe à carburant et de température de gaz d'échappement. [16]



Figure 7 : Indicateurs électronique de pression de combustion



Figure 8: Séparateur SU 845 pour traitement HFO

Quant à celle de la **zone C**, elle se caractérise par un ensemble de fuites constatées au cours du fonctionnement des groupes électrogènes.

Fuites de combustibles, de vapeurs, d'eau ou d'huile, elles sont souvent causées par des pressions très élevées des fluides, des cassures de tuyauteries ou d'un mauvais serrage des pièces de jointions.

IV.2-2 Les Energies non distribuées (END)

A partir des DIAF du tableau 12, évaluons les énergies non distribuées pour l'année 2011 du fait de l'indisponibilité des groupes. (Le groupe N°3 étant en panne depuis le 31 mai 2010)

La formule suivante permet les estimations : $END = k \cdot T \cdot I \cdot U \cdot \cos \varphi$

Tableau 15 : Calcul des END

	Puissance nominale (kW)	K (constante)	T (heures)	I (ampère)	U (volt)	cos φ	END (Wh)
Groupe 1	3800	0.026	433	831	33000	0.8	246982507,2
Groupe 2	6250	0.026	2755	1367	33000	0.8	2585040744
Groupe 3	6250	0.026	0	1367	33000	0.8	0
Groupe 4	6250	0.026	790	1367	33000	0.8	741263952
Groupe 5	6250	0.026	410	1367	33000	0.8	384706608
Groupe 6	7000	0.026	1706	1530	33000	0.8	1791627552
Groupe 7	7000	0.026	2276	1530	33000	0.8	2390236992
Groupe 8	18000	0.026	4581	3935	33000	0.8	12373207704
Total							20513066059,20

Pour un kWh estimé à 105,04 FCFA (Figure 1) les énergies non distribuées s'élèvent à : $20\ 513\ 066,05920 \cdot 105,04\ \text{FCFA} = \mathbf{2\ 154\ 692\ 459\ \text{FCFA}}$.

L'ensemble des analyses faites atteste la nécessité de procéder à des actions correctives visant à améliorer la rentabilité des groupes électrogènes déjà existants, si tant est que l'objectif est d'assurer la satisfaction équitable des besoins de la population tant en milieu urbain que rural par la mise en place de la GMAO pour le suivi de la gestion de la maintenance.

V MISE EN PLACE DE LA GMAO

V.1 INTRODUCTION SUR LA GMAO

« Un système informatique de management de la maintenance est un progiciel organisé autour d'une base de données permettant de programmer et de suivre sous trois aspects (technique, budgétaire, organisationnel), toutes les activités d'un service de maintenance et les objets de cette activité (services, lignes ateliers, machines, équipements, sous-ensembles, pièces, etc.) à partir de terminaux disséminés dans les bureaux techniques, ateliers, magasins et bureaux d'approvisionnement. »

Définition d'après Messieurs Gabriel et Pimor (Maintenance assistée par ordinateur)

Une GMAO est une valise « pleine d'informatique » et « vide de maintenance ». Il s'agit donc de remplir cette valise puis de la faire vivre à l'intérieur d'une organisation préalablement éprouvée.

V.2 OBJECTIFS DE LA GMAO

⇒ **Objectifs à caractère économique :**

- Réduire les prix de revient par diminution des coûts de maintenance
- Gérer les parcs de matériels
- Gérer les pièces de rechange
- Permettre la gestion prévisionnelle de la maintenance

⇒ **Objectifs à caractère technique :**

- Réduire les temps de maintenance
- Faciliter la maintenance des systèmes complexes
- Améliorer la disponibilité du parc
- Augmenter la qualité de la maintenance
- Prolonger la durabilité des équipements
- Faciliter le suivi de l'activité de maintenance: déclencher et suivre des opérations de maintenance préventive, recenser et connaître la situation des travaux à réaliser avec les éléments de programmation (quand, où, par qui, avec quoi et comment)
- Améliorer la gestion de la documentation de maintenance. Rendre accessible à tous la documentation technique opérationnelle (nomenclatures, fiches techniques, etc.), élaborer et améliorer progressivement cette documentation, réduire les temps de recherche et de classement.

⇒ **Objectifs à caractère humain :**

- Libérer le technicien de certaines tâches offrant peu d'intérêt: éviter les temps passés par l'encadrement de maintenance à des travaux administratifs au détriment de ses objectifs de gestion technique
- Accroître la rigueur dans l'analyse et dans le report des informations [17]

V.3 POLITIQUE DE MAINTENANCE CHOISIE

La politique de maintenance générale doit définir le cadre des activités de maintenance, afin que les différents acteurs ainsi que les services connexes disposent de bases et références pour comprendre et organiser.

La définition de la politique de maintenance doit comporter :

- la définition du Budget Maintenance
- le choix du type de maintenance et les actions de réduction des coûts
- la politique en matière d'investissements
- la stratégie en matière de Gros Entretien
- la stratégie en matière de Sous-traitance
- la politique concernant l'entretien courant
- la politique d'Amélioration Continue propre au service et/ou la contribution à ces programmes dans l'entreprise
- la politique de gestion des compétences
- choix du logiciel;
- la décision en matière de politique informatique est très importante;
- enfin, il y a le choix quant à l'acquisition modulaire.

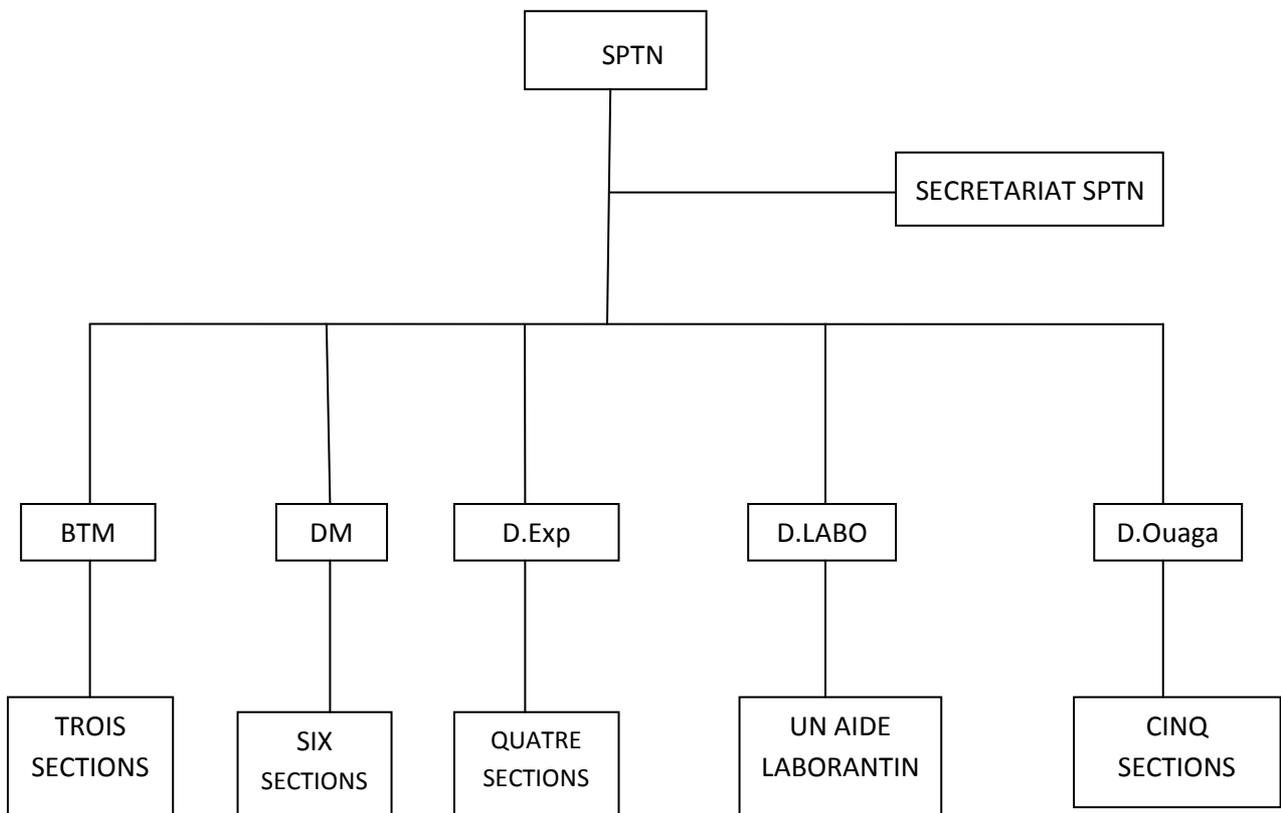
V-4 PROCEDURE DE MISE EN PLACE [18]

La mise en place de la GMAO est une opération très délicate car de nombreuses fois, des entreprises à statut robuste ont été victimes d'une mauvaise préparation aboutissant à un échec total qui ensuite se traduit par un découragement ; pourtant il n'existe pas de recette adéquate ; il suffit tout simplement en premier lieu d'élaborer un plan de mise en œuvre. En travaillant suivant un plan clair avec des objectifs réalisables et mesurables on évitera toute surprise. L'introduction de la GMAO dans une entreprise constitue un projet de longue durée. On estime qu'un système de maintenance ne sera opérationnel qu'après quelques années (minimum 2).

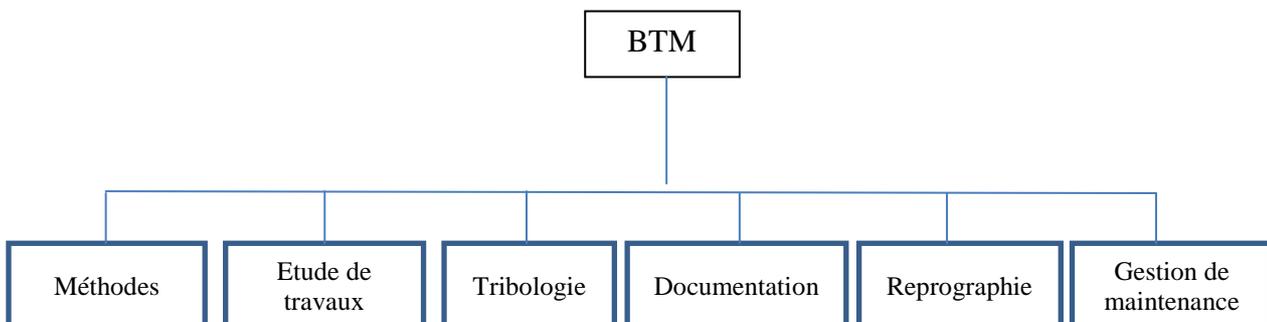
Par ailleurs pour réussir la mise en place et le fonctionnement de la GMAO, un organigramme bien structuré du service de maintenance doit être élaboré ; en plus, une certaine compétence doit être observée chez le personnel de gestion et de maintenance.

V.4-1 L'organisation administrative

Ainsi nous proposons l'organisation administrative suivante pouvant se greffer à l'organigramme de la centrale de Kossodo existant.



V.4-1₁ Le bureau technique de la maintenance (BTM)



Le BTM subdivisé en cellules sera en fait le centre de réflexion et d'analyse des opérations de maintenance. Sa tâche principale est de mettre à la disposition du responsable de la maintenance toutes les informations et analyses nécessaires à la gestion et de mettre à disposition des divisions chargées de l'exécution des tâches la méthodologie, les consignes et les programmes à respecter dans le cadre de la politique de maintenance définie par la direction.

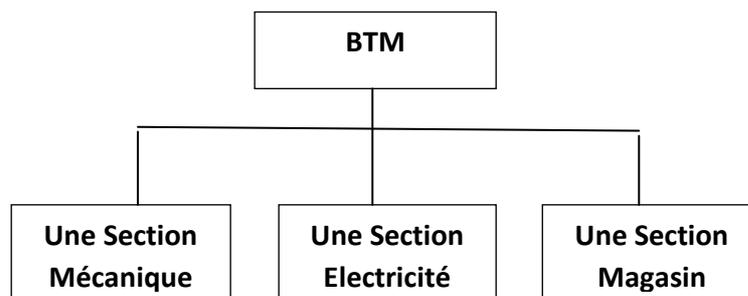
Le BTM sera chargé de :

- De la codification des équipements selon leur lieu d'implantation
- Participer à la codification des pièces en collaboration avec le gestionnaire des stocks
- La création et la tenue à jour des dossiers machines
- La définition des modes opératoires
- La conception des programmes de maintenance préventive
- La participation aux diagnostics en cas de défaillance critique
- L'analyse et l'évaluation continue des renseignements sur les travaux de maintenance
- L'analyse des incidents répétitifs
- La préparation des grands arrêts pour maintenance
- La création de formulaires et documents à utiliser et la centralisation du système d'informations de gestion
- Ainsi que toutes les charges organisationnelles, de contrôle et de constitution de statistiques des travaux de maintenance.

De plus, nous pensons que le BTM pourra s'occuper également des volets :

- gestion de la documentation technique par la réactualisation des différentes fiches de maintenance ainsi que les fiches de stock.
- gestion de la maintenance.

Le BTM sera composé de trois sections suivantes :



➤ Section Mécanique

La Section Mécanique s'occupera principalement de dépannage, de réparation sur place, de surveillance et de maintenance préventive. Elle est responsable de la qualité du travail, des activités et de la formation des ouvriers.

➤ Section Electricité

La Section Electricité aura les mêmes tâches que la Section Mécanique.

Elle s'occupera en plus de la maintenance des installations de contrôle d'instrumentation, d'automatismes et des régulations pneumatiques et électroniques.

➤ Section Magasin

La Section Magasin sera chargée non seulement de la gestion des pièces de rechange du magasin mais aussi, elle s'occupera:

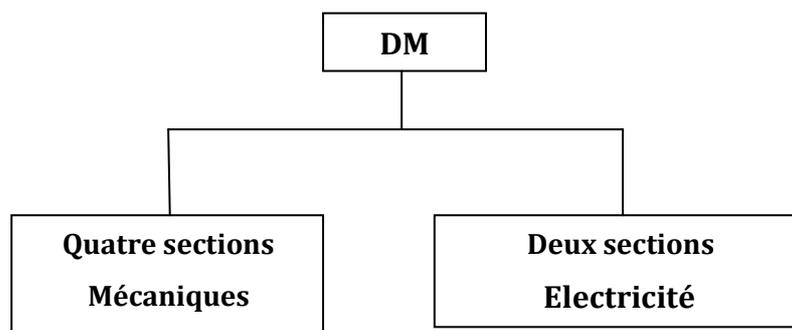
- de l'étude des pièces de rechange,
- de la codification des pièces spécifiques,
- du choix des pièces de rechange à mettre en stock pour assurer un bon fonctionnement des installations.

Une distinction doit être faite entre les pièces de sécurité, les pièces spécifiques et les pièces standard, les articles courants du magasin et les consommables.

L'outil principal sera la fiche de stock qui contiendra toutes les informations concernant l'article :

- désignation correcte,
- numéro de code,
- fournisseur.

V.4-1₂ La Division Maintenance



Pour faciliter l'action du BTM, il serait souhaitable d'avoir une seule division maintenance composée d'un responsable de division, de quatre sections maintenance mécanique et deux sections maintenance électrique vue la taille et la diversité des équipements. Les activités de ces sections de maintenance seront l'exécution des demandes de travaux. Ils devront travailler en étroite collaboration avec les sections du bureau technique de maintenance.

Les responsables du BTM ainsi de la DM auront au moins un niveau ingénieur de travaux, avec des connaissances en électromécanique et en informatique (Excel avancé, Access, DAO).

V.4-2 Codification des équipements

Pour la mise en place de la GMAO, tous les équipements ainsi que leurs organes de la centrale doivent être répertoriés et chaque composant identifié par un code unique répondant aux trois règles suivantes :

- Codification immuable

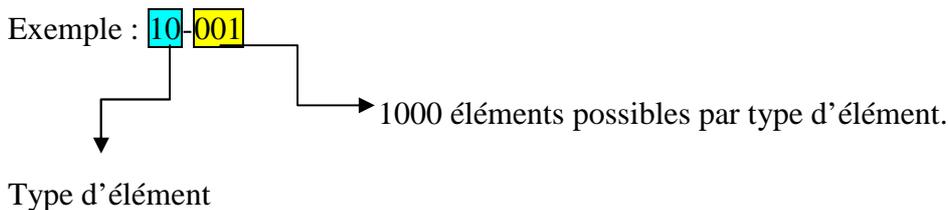
Chaque identifiant est intégré à un système de données cohérent dont les historiques font partie.

- Codification simple

Ne pas donner aux codes trop de sens : ce sont les données liées à l'identifiant qui lui donnent tout son sens.

- Codification évolutive

Le formatage du code permet de prévoir la quantité maximum d'enregistrements.



V.4-3 La nomenclature

L'ensemble des éléments codifiés de la centrale doivent être regroupés dans une arborescence de niveau minimum égale à 10 et qui permet un regroupement par secteur, groupe, famille et sous famille.

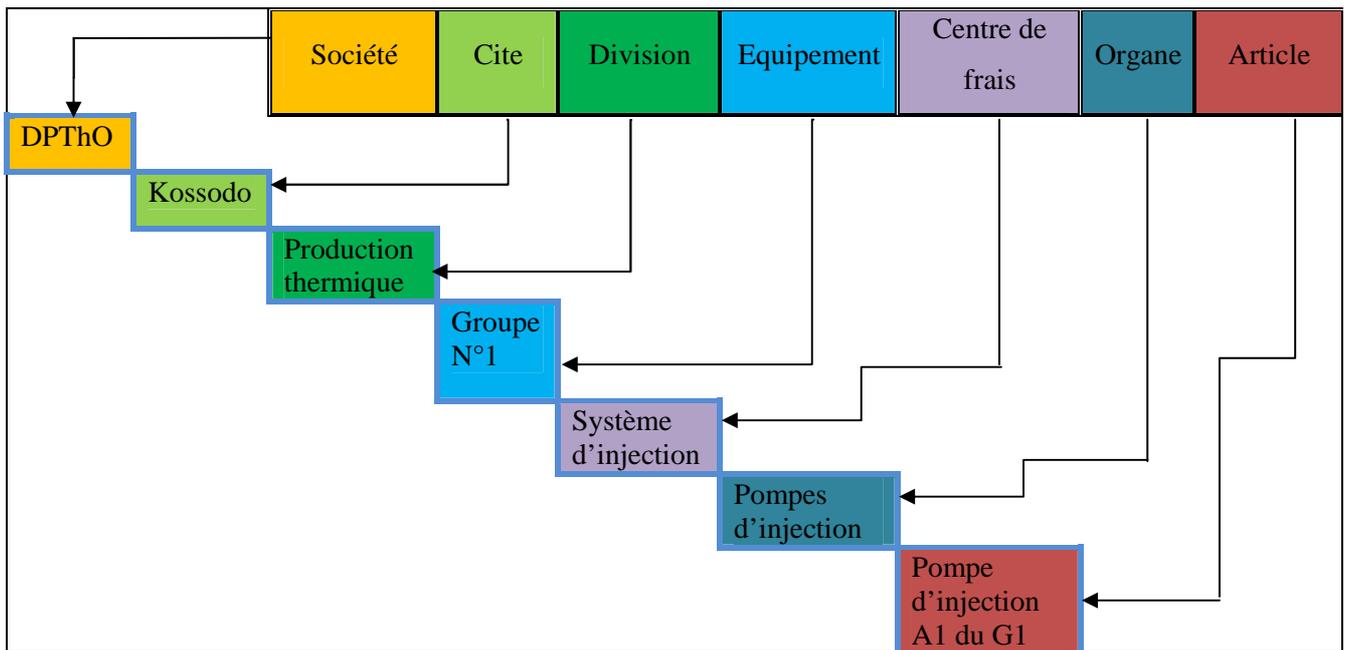


Figure 9 : Exemple d'arborescence

V.4-4 Choix du progiciel

La gestion de la maintenance par le progiciel doit intégrer la partie gestion du magasin. Pour cela il doit être interfaçable avec d'autres logiciels existants à la SONABEL, tel que : ORACLE application pour la gestion magasin, le SIG, Win servir pour le suivi de l'exploitation ou le logiciel de gestions des boues des centrales.

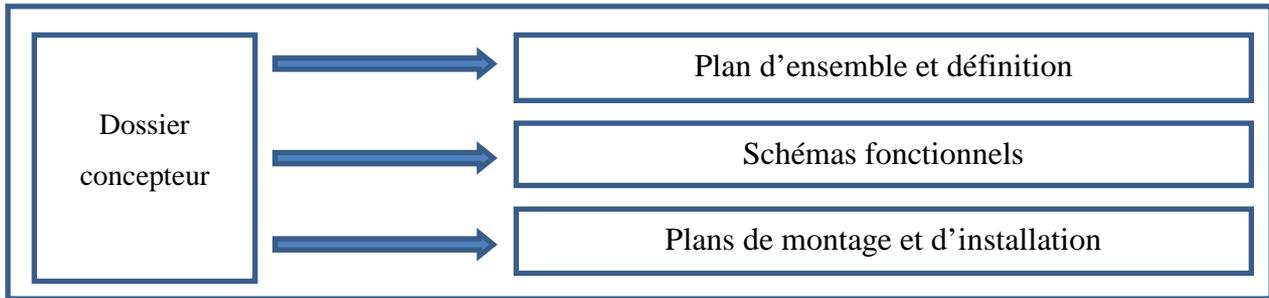
V.5 RESULTATS ESCOMPTES [19]

V.5-1 Les activités liées au BTM : Procédures de suivi des équipements

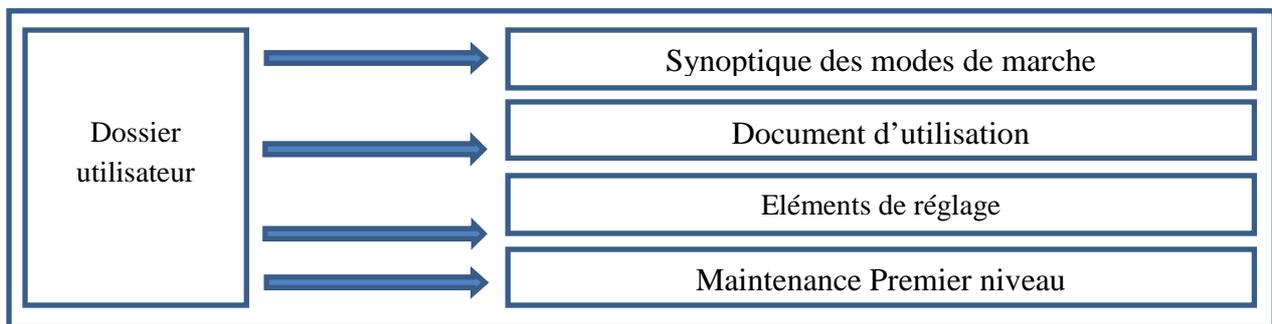
Le fonctionnement du BTM pourra générer des procédures de suivi qui seront mis à la disposition des divisions.

-Le dossier technique : Il sera constitué de trois sous dossiers qui sont :

- ✓ Le dossier concepteur : Il regroupe les documents établis par le concepteur lors de l'étude et de la réalisation des matériels :



- ✓ Le dossier utilisateur : Il permettra l'utilisation du matériel (mode de marche, réglage, maintenance premier niveau) :



- ✓ Le dossier de maintenance : Il permettra de maintenir, réparer, démonter, remonter tout ou partie du système :

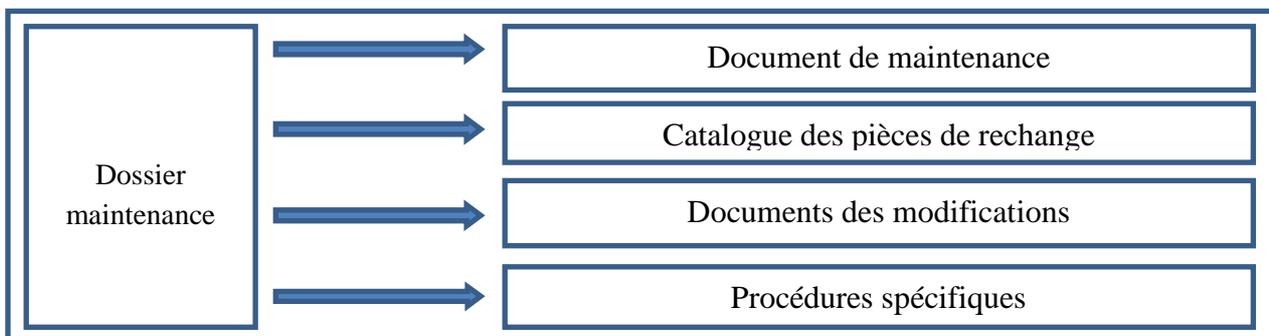


Figure 10 : schéma des dossiers pour suivi des équipements

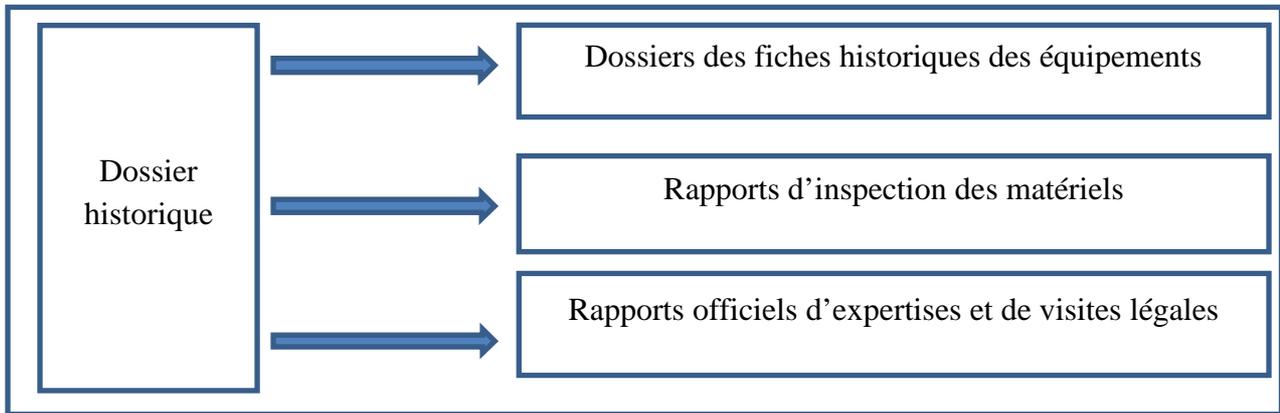
Ces documents seront classés et répertoriés. Pour une utilisation simple et pour éviter toute perte, leur méthode de classement devra être identique à la codification des matériels qui sera elle aussi faite après l'inventaire des équipements.

-Le dossier historique : il permettra de renseigner le service maintenance sur :

- ✓ les défaillances du système et leurs origines ;
- ✓ le choix des indicateurs de maintenance préventive ;
- ✓ le coût des interventions ;

- ✓ les données nécessaires pour la définition de la politique de maintenance ;
- ✓ les opérations et le planning des interventions de la maintenance préventive.

Vu l'importance du matériel à maintenir et le niveau d'organisation, le Dossier Historique pourra se composer comme suit :



V.5-2 Circuits d'information

Par rapport à l'organigramme de maintenance proposé, nous proposons la procédure suivante liée aux interventions.

-Interventions curatives : maintenance corrective

A la suite d'une défaillance sur un équipement, le chef de Division ou le chef de section ou un agent établit une Demande de Travail (DT). Chaque poste devrait être muni d'un carnet de DT. La DT servira à faire appel à la Division maintenance pour l'exécution du travail et portera les informations essentielles suivantes qui seront reportées pendant l'exécution du travail et après :

- ✓ la défaillance : **Problème** ;
- ✓ la cause du problème : **Cause** ;
- ✓ la description du travail exécuté : **Remède** ;
- ✓ les heures prestées par l'exécutant ;
- ✓ etc.

A la réception de la DT par la Division maintenance, la nécessité d'intervention est examinée avant l'exécution du travail. La DT est reçue par le chef qui après examen et en fonction de l'importance de l'intervention fait intervenir l'agent de maintenance (mécanicien ou électricien). Sa propre présence est également nécessaire et obligatoire en fonction de l'importance du travail à faire.

Après exécution du travail, la DT est visée par le chef de Division maintenance et transmis au BTM pour informatisation et archivage dans le dossier historique. Chaque section aura un cahier de rapport géré par le mécanicien et l'électricien, où ils feront le compte rendu après chaque intervention et en fonction du type d'intervention (mécanique ou électrique). Ce cahier sera consulté par le chef de Division maintenance.

-Interventions préventives : Maintenance préventive

L'agent méthode du BTM va dans un premier temps et toujours par soucis de simplification des tâches élaborer :

- ✓ un planning général de maintenance préventive ;
- ✓ une fiche Bon d'Entretien (BE) pour chaque équipement ;
- ✓ un planning de visite générale ;
- ✓ une fiche d'inspection ou de visite pour chaque équipement ;
- ✓ une fiche de préparation du travail pour les tâches non répétitives et complexes ou de modification qui sera accompagnée avec la documentation nécessaire ;
- ✓ une fiche de lubrification ;
- ✓ une fiche de rapport pour chaque entretien.

Ainsi à chaque arrêt pour maintenance préventive les fiches d'entretien et de préparation seront utilisées comme des référentiels et la fiche de rapport qui sera transmis au BTM comportera les renseignements sur l'exécution du travail à effectuer. Cette fiche de rapport sera complétée par le chef de Division maintenance ou de section.

Pour la sortie des pièces de rechanges du magasin, la présentation de la DT pour les interventions curatives et la présentation du BE pour les interventions préventives seront obligatoires. Cela va permettre de suivre rigoureusement la gestion des pièces de rechanges.

-Exemple de porteur d'information

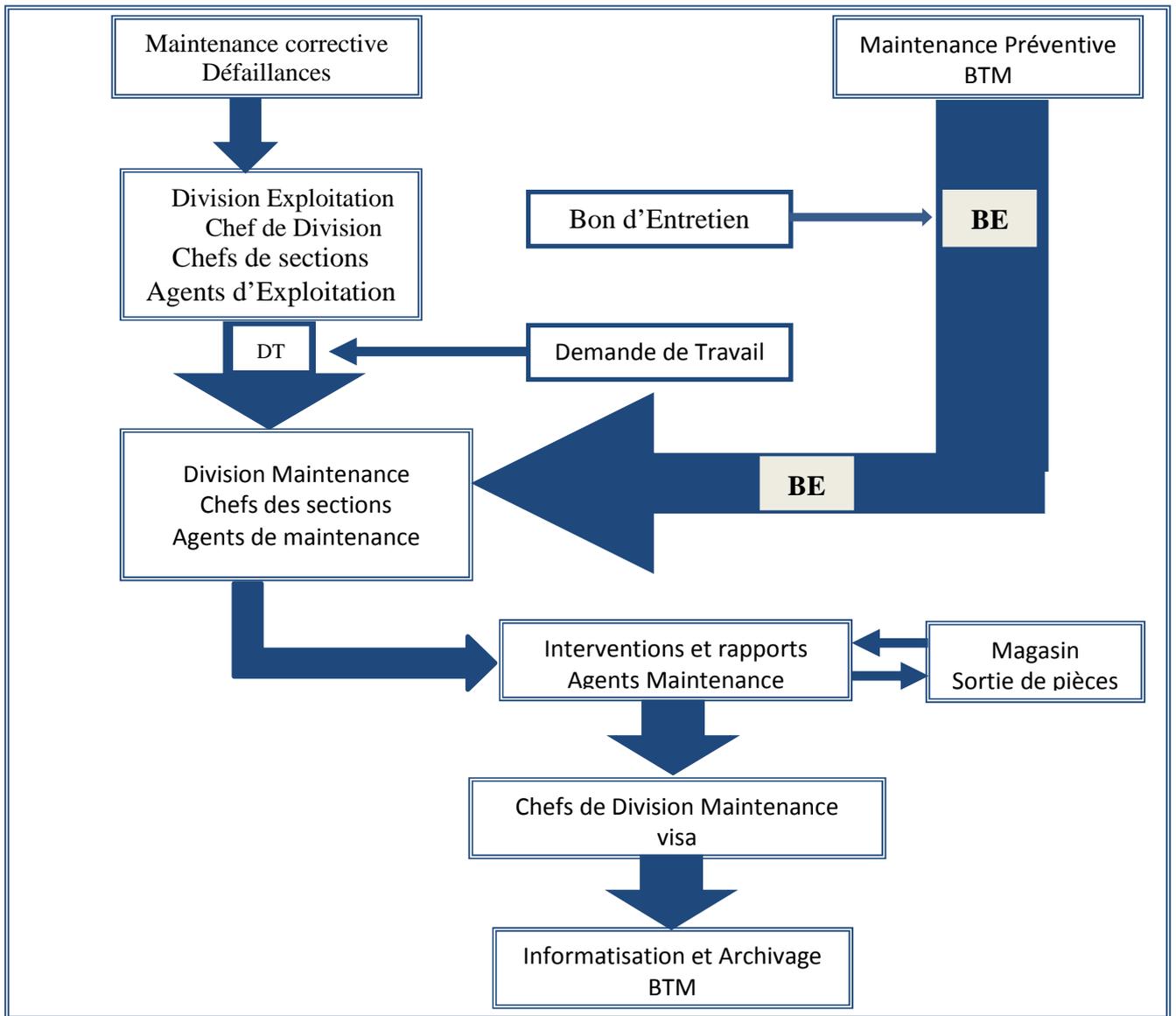


Figure 11 : Circuit d'exécution des travaux des divisions maintenance

V.5-3 Module des indicateurs de performances techniques (Tableau de bord)

Appliquée à la maintenance, l'utilisation de tableaux de bord permet de conduire vers une disponibilité maîtrisée des équipements et / ou vers une réduction des coûts par la connaissance des évènements et des activités du service.

Ces évènements et activités étant paramétrées et mesurées à un instant t1, le tableau de bord doit permettre au responsable d'effectuer l'analyse à la situation t1, d'en déduire des axes d'actions puis de vérifier à t2 s'ils ont été efficaces ou non.

Le tableau de bord est donc un outil d'aide à l'analyse objective des résultats obtenus dans la situation de la période t1 pour cibler des objectifs à atteindre à l'horizon t2 ; puis pour vérifier à

l'instant t2 si ces résultats ont été atteints ou non. Ces résultats sont mis sous la forme d'indicateurs facilitant l'analyse et l'interprétation. [20]

➤ **La disponibilité de fonctionnement**

Il y aura donc chaque jour des saisies des temps de marche, effectif et prévus, ainsi que les temps de réparation des principales installations.

La disponibilité est l'aptitude d'un bien à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, à un instant donné ou durant un intervalle de temps donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires est assurée. (Norme NF EN 13306)

La disponibilité se traduit également par « Availability » et se note souvent A(t). Le schéma ci-contre montre les facteurs d'influence des disponibilités intrinsèque Di et opérationnelle Do

La norme NFX60503 donne comme définition :

- ✓ Intrinsèque : qualifie une valeur déterminée dans les conditions de maintenance et d'exploitation supposées idéales.
- ✓ Opérationnelle : qualifie une valeur déterminée dans les conditions de maintenance et d'exploitation données. La disponibilité du point de vue « Maintenance », tient compte de la carence des moyens de maintenance et d'exploitation.

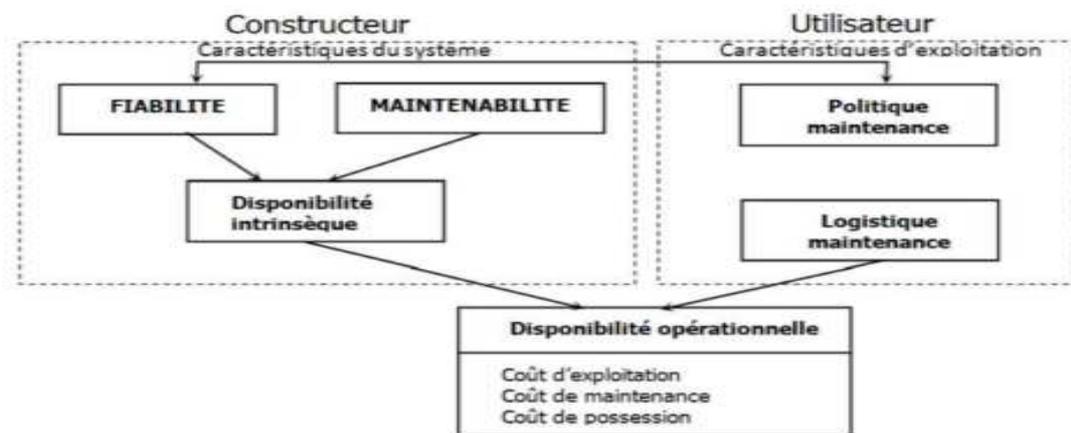


Figure 12 : Schéma de la disponibilité [14]

Le progiciel devra accumuler ces données et fournir, pour une période choisie, le taux de disponibilité (IMO) des installations :

$$IMO = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Où :

- MTBF = Moyenne des temps de Bon Fonctionnement

- MTTR = Moyenne des Temps des Tâches de Réparation

Augmenter la disponibilité consiste à diminuer le nombre d'arrêts (fiabilité) et diminuer le temps mis pour en supprimer les causes (maintenabilité).

➤ La fiabilité

Selon la norme (NF EN 13306), la fiabilité est l'aptitude d'un bien à accomplir une fonction requise dans des conditions données pendant un temps donné. Notée $R(t)$, elle est exprimée par le taux de défaillance λ (lambda), le temps de fonctionnement(t), le temps moyen de bon fonctionnement (MTBF), le temps moyen jusqu'à la première défaillance (M.T.F.F) ; la durée de vie (M.T.T.F) et dépend de nombreux facteurs : (schéma)

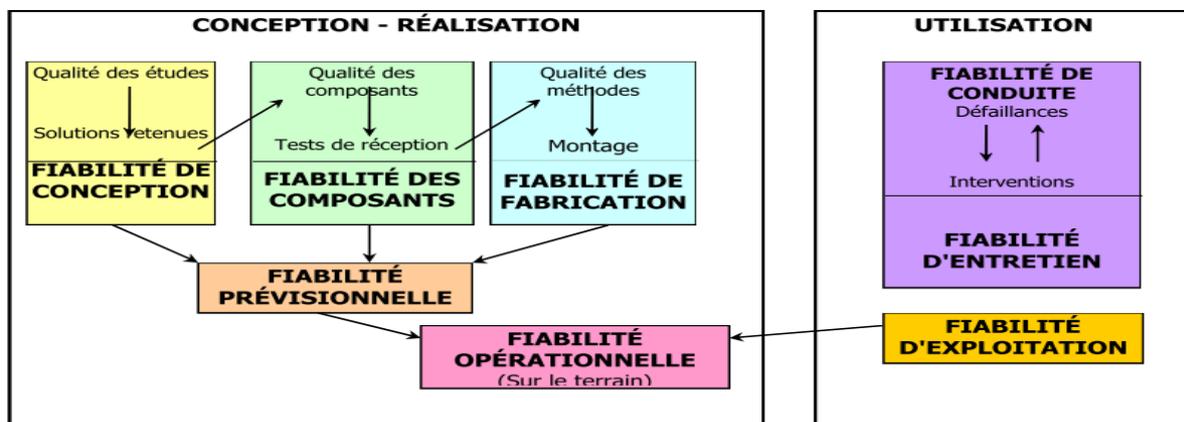


Figure 13 : Schéma de la fiabilité d'un équipement

La variation de $\lambda(t)$ représente l'évolution du cycle de vie de l'équipement (courbe en baignoire) et il est intéressant de savoir à quel instant la fiabilité atteindra un seuil déterminé.

$$R_{(t)} = e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln R_{(t)} = -\lambda t \Rightarrow t = \frac{-1}{\lambda} \ln R_{(t)} \Rightarrow t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{1}{R_{(t)}}$$

Exemple : un composant a une MTBF de 2000 heures. A quelle date « t_j » ce composant aura une fiabilité de 90% ?

$$t_j = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{1}{R_{(t)}} = MTBF \ln \frac{1}{R_{(t)}} = 2000 \ln \frac{1}{0.9} = 211 \text{ heures} . \text{ Au bout de } 211 \text{ heures, on estime donc que } 90\% \text{ des composants survivront.}$$

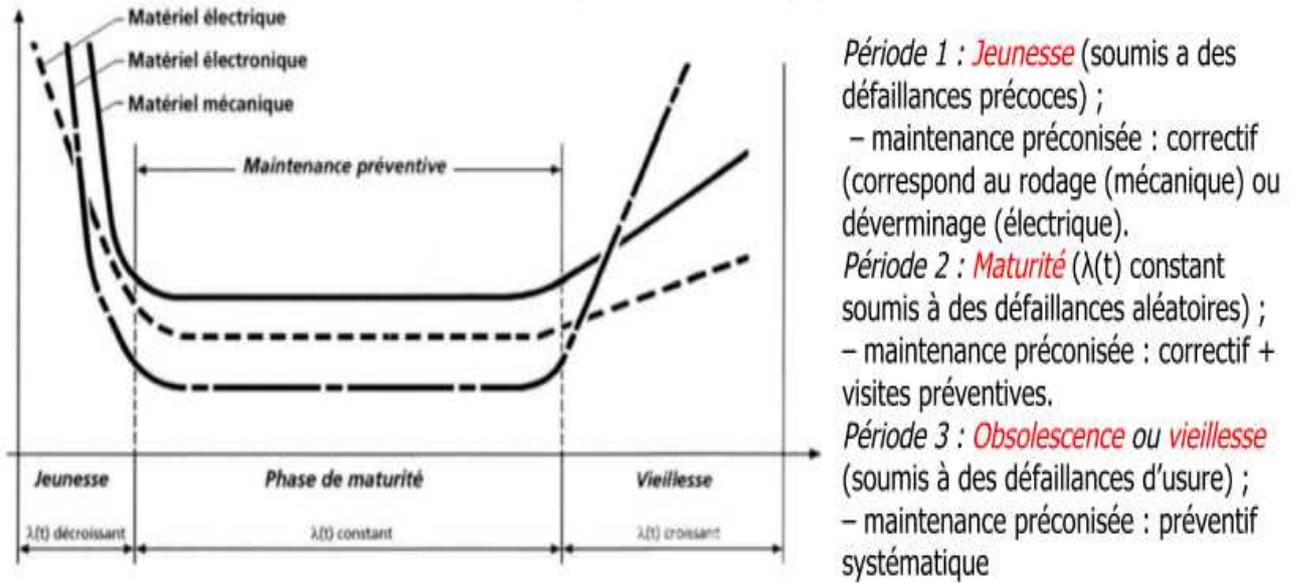


Figure 14 : Variation de $\lambda_{(t)}$ en fonction de l'équipement

Le progiciel devra également permettre de connaître le taux de fiabilité des équipements reflétée essentiellement par le MTBF dont l'inverse correspond au taux d'avarie. La probabilité de panne est donnée par la relation :

$$\text{Probabilité de panne} = \frac{1}{MTBF}$$

Ainsi, la centrale pourra suivre la courbe d'évolution de la probabilité de panne dans le temps, ce qui permettra de décider du remplacement de l'équipement lorsque les réparations deviendront de plus en plus nombreuses et coûteuses.

➤ Les indicateurs spécifiques

Rapport conventionnel de deux grandeurs sans lien direct, mais ayant une force d'évocation facilitant la réflexion et les comparaisons, les ratios extraits de la norme NF X 60-020 ne sont pas limitatifs. De plus, chaque entreprise peut avoir des ratios qui lui sont propres.

Le progiciel devra permettre de suivre l'évolution de certains ratios qui sont par exemple :

$IM1 = \frac{\text{Coût de la maintenance}}{\text{Quantité Kwh produite}}$	$IM2 = \frac{\text{Coût du personnel de maintenance}}{\text{Quantité de Kwh produite}}$
$IM3 = \frac{\text{Coût total maintenance}}{\text{Consommation combustible}}$	$IM4 = \frac{\text{Coût personnel de maintenance}}{\text{Coût total effectif centrale}}$
$IM5 = \frac{\text{Coût de maintenance curative}}{\text{Coût total de maintenance}}$	$IM6 = \frac{\text{Coût de maintenance préventive}}{\text{Coût total de maintenance}}$

$IM7 = \frac{\text{Coût indirects de maintenance}}{\text{Coût total de maintenance}}$	$IM8 = \frac{\text{Coût de sous – traitance}}{\text{Coût total de maintenance}}$
$IM9 = \frac{\text{Nombre arrêts}}{\text{Nombre heures de marche}}$	$IM10 = \frac{\text{Nombre mise en route}}{\text{Nombre heures de marche}}$
$IM11 = \frac{\text{Nombre d'heures de maintenance}}{\text{Nombre heures de marche}}$	$IM12 = \frac{\text{Nbre intervent. préventives réalisées}}{\text{Nbre intervent. préventives prévu}}$
$IM13 = \frac{\text{Temps travail effectif de maintenance}}{\text{Temps d'arrêts}}$	$IM14 = \frac{\text{Temps travail effectif de maintenance}}{\text{Temps travail total}}$
$IM15 = \frac{\text{Temps d'intervent. curative}}{\text{Temps d'intervent. total}}$	$IM16 = \frac{\text{Temps d'intervent. préventive}}{\text{Temps d'intervent. total}}$

VI EVALUATION FINANCIERE

En tenant compte de l'existant répertorié à la centrale de Kossodo, une évaluation financière des différents besoins pour la réorganisation de la maintenance par la mise en place de la GMAO se résume dans le tableau suivant :

Tableau 16 : Evaluation financière

Désignation	Coût unitaire en FCFA	quantité	Total en FCFA
Installation du logiciel			
Fourniture licence	20 300 000	1	20 300 000
installation-Paramétrage de la base de données	700 000	1	700 000
Formation (forfait)	6 000 000	1	6 000 000
Maintenance annuelle	5 000 000	1	5 000 000
Accès simultanés 10 postes minimum	2 478 000	1	2 478 000
Interfaçage avec d'autres logiciels de la SONABEL	750 000	1	750 000
Honoraires divers	9 150 000	1	9 150 000

Frais documentaires	1 500 000	1	1 500 000
Acquisition des ordinateurs			
Ordinateurs pour quatre chefs d'équipe mécanique	300 000	4	1 200 000
Ordinateurs pour un chef de section électricité	300 000	1	300 000
Ordinateurs pour le chef BTM et les trois sections.	300 000	4	1200 000
Total			48 578 000

VII CONCLUSION ET PERSPECTIVES

VII.1 CONCLUSION

Nous avons effectué notre projet sur le diagnostic de la maintenance et la mise en place de la GMAO à la centrale thermique diesel de Kossodo.

Cette étude nous a permis de savoir que la maintenance appliquée à la centrale de Kossodo souffre du manque de méthodologie poussée de diagnostic telle la thermographie infrarouge, l'analyse vibratoire etc. et le non suivi des indicateurs. Cela a joué négativement sur la centrale qui, installée en urgence dans le but de résorber un déficit de puissance de la ville de Ouagadougou, a grandi pour atteindre au bout six ans 60 MW. Les indisponibilités et les pannes récurrentes ont eu raison de la fiabilité des équipements qui aujourd'hui sont immobilisés à plus de 60%, en témoigne l'évolution annuelle de 2006 et 2012 des indicateurs telle que :

- la consommation spécifique combustible qui passe de 217g/kWh à 226g/kWh soit un manque à gagner de **1 741 584 litres** sur le total de production de l'année 2011(170 288 174 kWh).De façon chiffrée cela correspond à environ à : $1\,741\,584 \times 400 \text{fcfa} = \mathbf{696\,633\,600 \text{FCFA}}$.
- les dépenses sur les pièces de rechange qui passent de 280 504 634F CFA à **1 151 991 237 FCFA** correspondant à des coûts de réparation de grosses avaries.
- les énergies non distribuées pour l'année 2011 qui s'élèvent **20 513 066 kWh**.

Nous avons également penché sur l'organisation administrative et analyser par la méthode de Pareto la nature des défauts récurrents.

Nous avons proposé comme solution à l'amélioration de ces indicateurs et la réduction d'au moins **30%** du coût de la maintenance, l'introduction de la GMAO qui est un système de gestion informatisé de la maintenance. Pour cela les étapes pour sa mise en place ont été décrites :

- ✓ l'organisation administrative avec la création du BTM,
- ✓ la création de la division maintenance,
- ✓ la formation du personnel,
- ✓ l'acquisition d'un logiciel interfaçable avec d'autres logiciels existant.

Enfin une évaluation financière de **48 578 000 FCFA** qui intègrent l'existant répertorié à la centrale et quelques gammes et procédures de maintenance ont été données.

VII.2 PERSPECTIVES

Vu l'environnement industriel des services de production thermique et hydroélectrique, et en particulier pour le SPTN de la SONABEL, cette étude serait certainement un peu difficile à mettre en pratique en totalité dans de brefs délais. Mais il peut être fort intéressant d'exploiter certaines parties qui pourraient être un départ pour l'entreprise dans un proche avenir.

La méthode comme « la GMAO » peut vite être perçue comme sans grand intérêt ou très difficile à mettre en œuvre. Mais ce qui révèle impératif pour les services de maintenance est l'utilisation de cette GMAO qui permet de produire des plans de maintenance optimisés des équipements et d'améliorer l'organisation de la maintenance.

Cette centrale thermique de Kossodo comporte des groupes électrogènes qui imposent une maintenance adéquate et régulière. Malgré le programme de maintenance du constructeur, la maintenance souffre de sérieux problèmes de qualification. Les Divisions chargées de la maintenance ont des difficultés pour suivre le planning de maintenance du constructeur, faute d'une organisation qui s'adapte à ce planning ou l'application d'un système de maintenance autonome sans oublier les contraintes d'exploitation (vues les limites du parc de production nationale).

L'étude sur les différents groupes électrogènes devrait être approfondie et appliquée à tous les équipements de la centrale thermique en continuant avec les équipements critiques afin de parfaire les gammes et un planning de maintenance adapté à la centrale. Cela nécessite la création d'un centre de réflexion. C'est pourquoi la réorganisation des Divisions maintenance s'avère également impérative par la création d'un Bureau Technique de Maintenance (BTM) déjà défini dans l'organigramme proposé.

VIII BIBLIOGRAPHIE

- ✓ [1] Elodie HANFF : Cours Energies Enjeux Environnementaux (EEE) (2ie)
- ✓ [2] Francis SEMPORE : Cours d'Accès aux Services Energétiques (ASE) (2ie)
- ✓ [3] Rapport du Département des Etudes, de la Planification et de l'Equipement/SONABEL
- ✓ [4] Rapports mensuels de production de la centrale de Kossodo
- ✓ [5] Rapport du Département Approvisionnement/Service Gestion des magasins /SONABEL
- ✓ [6] Rapports annuels du Département production thermique/centrale Kossodo
- ✓ [7] Rapports annuels du Département production thermique/centrale Kossodo
- ✓ [10] Synthèse des fiches d'indisponibilité des équipements de Kossodo
- ✓ [11] Rapport annuel de production 2011 de la centrale de kossodo
- ✓ [12] Rapport annuel de production 2011 de la centrale de Kossodo
- ✓ [13] Rapport annuel de production 2011 de la centrale de Kossodo
- ✓ [8] Tadjou DEEN ALAOFE ; Projet de fin d'études : Université Cheikh Anta Diop
- ✓ [9] Paul COMPAORE, Chef de Service Etudes mécanique, Hydraulique et Energies Renouvelables/SONABEL : Diagnostic de la maintenance à la centrale Ouaga2
- ✓ [14] Sagnaba SOULAMA, Ordonnancement et gestion des projets : UIT Bobo
- ✓ [15] Angelbert Chabi BIAOU, Enseignant Chercheur Hydraulique Générale/Hydrogéologie Laboratoire Eau Dépollution Ecosystème et Santé (LEDES) : Cours d'hydraulique générale M2 GEER (2ie)
- ✓ [16] Document de formation MAN DIESEL
- ✓ [17] ; [20] Victorien NKAMGNIA, Inspecteur Pédagogique National d'Automatisme et de Maintenance Electromécanique au MINESEC-CAMEROUN : Cours de maintenance des équipements (2ie)
- ✓ [18] Rodolphe OUEDRAOGO : Etude et mise en place de la GMAO: cas de la SONABEL
- ✓ [19] Madjoyogo Hervé SIRIMA : organisation de la maintenance dans une centrale thermique : le cas du Service Production Thermique Ouaga Nord (SPTN).

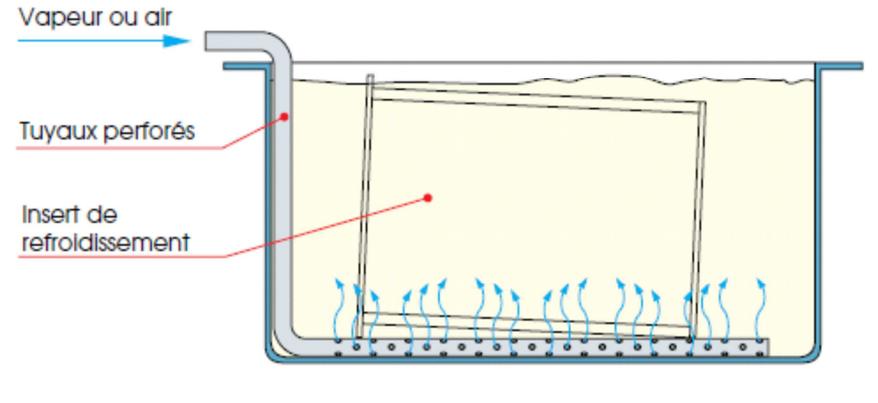
IX ANNEXES

ANNEXES 1 : GAMMES D'INTERVENTION.....	vii
Gamme 1 : Entretien réfrigérant d'air moteur WARTSILA	vii
Gamme 2 : Montage bielle moteur WARTSILA	viii
Gamme3 : Déglçage des chemises moteur WARTSILA.....	xi
Gamme 4 : Démontage et montage culbuteurs moteur WARTSILA	xii
Gamme 5 : Circuit pneumatique moteur WARTSILA.....	xiv
Gamme 6 : circuit d'air de démarrage moteur WARTSILA	xvi
Gamme 7 : lavage turbocompresseur moteur WARTSILA	xvii
Gamme 8 : Démontage d'un tronçon d'arbre à cames moteur WARTSILA	xix
Gamme 9 : révision des injecteurs moteur WARTSILA.....	xx
Gamme 10 : entretien vanne thermostatique moteur WARTSILA.....	xxiv
ANNEXES 2 : PLANNING DES ENTRETIENS.....	xxv
Programme d'entretien : 12000h G1	xxv
Programme d'entretien : 32000h G1	xxvi
Programme d'entretien : 12000h G2 à G5	xxvii
Programme d'entretien : 36000h G2 à G5	xxviii
Programme d'entretien : 8000h G6 et G7.....	xxx
Programme d'entretien : 24000h G6 et G7.....	xxxi
Programme d'entretien : 18000h G8	xxxii
Programme d'entretien : 36000h G8	xxxvi
Programme d'entretien : 4000h des séparateurs	xli
Programme d'entretien : 12000h des séparateurs	xliii
Programme d'entretien : 2000h compresseur 30bar.....	xliv
Programme d'entretien : 10000h compresseur 30bar.....	xlvi
Programme d'entretien : 6000h compresseur 7bar.....	xlvi
Programme d'entretien : annuel compresseur 7bar.....	xlvii

ANNEXES 1 : GAMMES D'INTERVENTION

Gamme 1 : Entretien réfrigérant d'air moteur WARTSILA

SONABEL		GAMME D'ORDONNANCEMENT	
DPTn	Réf. :	Version : 01	
SPTN	Date de révision :	Date d'approbation :	
Equipement :	G6 et G7		
Organe	Réfrigérant d'air		
Objet	Entretien du réfrigérant d'air		
DESIGNATION DES TRAVAUX			OBSERVATION S
<p>A. Nettoyage du refroidisseur d'air :</p> <p>Le nettoyage des surfaces d'échange d'air et d'eau à intervalles réguliers est impératif afin de garantir un fonctionnement sans problèmes et plus durable.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Retirer la plaque de protection du logement du refroidisseur d'air. 2. Positionner l'outil de levage. 3. Retirer les vis de bridage du refroidisseur. 4. Descendre le refroidisseur jusqu'à ce qu'il soit totalement retiré de son logement. 5. Nettoyer le côté air du refroidisseur en l'immergeant dans un bain chimique pendant au moins 24 heures. Voir le chapitre 02. pour les détergents recommandés. Nous recommandons d'utiliser une cuve de nettoyage ayant des tuyaux percés à sa base, ceci afin d'obtenir un nettoyage optimal, voir Fig. 15-4. Pendant le nettoyage, la vapeur ou l'air sous pression devront être connectés à ces tuyaux afin d'en garantir une bonne circulation. Quand le nettoyage est effectué, le refroidisseur devra être entièrement rincé à l'eau. <p><i>Remarque!</i> L'utilisation d'un jet d'eau sous pression doit être évité car :</p> <ul style="list-style-type: none"> - il condensera la saleté au milieu du refroidisseur. - il risque fortement d'endommager les ailettes du refroidisseur. <p>De ces deux facteurs résultera un accroissement de l'écart de pression du refroidisseur.</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Nettoyer le côté eau en détachant les collecteurs (3) et (5), voir Fig. 15-1, du refroidisseur et en les immergeant dans un bain chimique de nettoyage pendant au moins 24 heures. suivre les instructions ci-dessus. 7. Changer les joints d'étanchéité avant de remonter les collecteurs. 8. Monter le refroidisseur sur le moteur. 9. Ventiler le refroidisseur et vérifier l'étanchéité lors du démarrage. 			

 <p>Vapeur ou air</p> <p>Tuyaux perforés</p> <p>Insert de refroidissement</p>	
Consignes de sécurité	Le groupe doit être consigné avant tout début de travail
Pièces de rechange nécessaires	

Gamme 2 : Montage bielle moteur WARTSILA

SONABEL DPTth SPTN	GAMME D'ORDONNANCEMENT	
	Réf. :	Version : 01
	Date de révision :	Date d'approbation :
Equipement :	G6 et G7	
Organe	Bielle et piston	
Objet	Assemblage et montage de bielle et piston	
DESIGNATION DES TRAVAUX		OBSERVATIONS
<p>1. Graisser l'axe de piston, et le monter depuis le même côté d'où il a été démonté, l'extrémité repérée du numéro de schéma orientée dans le même sens. Le numéro de cylindre est poinçonné sur la couronne de piston et la bielle, Fig. 11-3. Lors du remplacement de piston, repérer le nouveau piston avec le même numéro de piston et au même endroit que sur l'ancien piston. A basses températures, l'axe risque de coincer mais il peut être facilement remis en place après l'avoir échauffé à 30°C, dans de l'huile par exemple.</p> <p>2. Monter l'anneau d'arrêt (7). Note! Ne jamais comprimer la bague de blocage plus que nécessaire pour son montage. Si la bague joue dans sa gorge après montage, elle doit être remplacée par une bague neuve.</p> <p>3. Enlever la bande de protection des trous d'huile des manetons de vilebrequin et graisser les manetons avec de l'huile moteur propre. Lorsque le carter de vilebrequin est muni de flûte et/ou de limiteur, toujours procéder très prudemment en utilisant le vireur.</p> <p>4. Tourner le vilebrequin en utilisant le vireur manuellement jusqu'à ce que les demi-coussinets de tête de bielle des manetons puissent être remplacés.</p> <p>5. Monter la flûte de montage via les ouvertures du carter de vilebrequin sur les goujons inférieurs du couvercle de carter de vilebrequin et serrer les écrous, voir</p>		

Fig. 11-5.

800017 Bouchon de guidage
800018 Limiteur de piston
800020 Outil hydraulique
800098 Cannelure de montage
800099 Plateau de support
800102 Support de montage

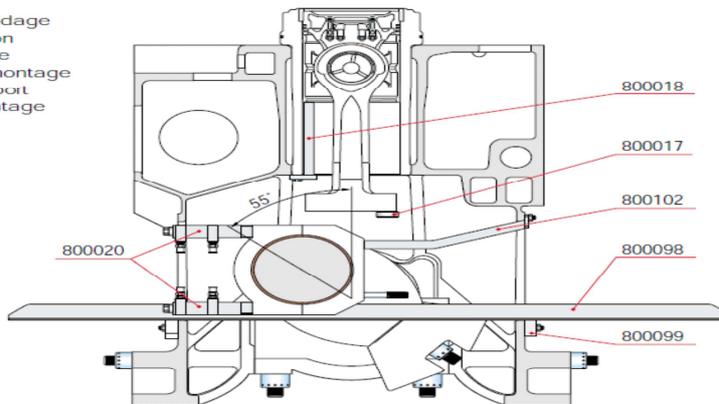


Fig 11-5

4011029601

Note! Les goupilles de guidage entre la partie supérieure et la tête de bielle doivent être orientées vers l'extrémité libre.

6 .Minutieusement nettoyer le demi coussinet supérieur de tête de bielle. Graisser la surface de palier et la face arrière du coussinet de palier avec de l'huile. Monter le coussinet de manière à positionner le guide dans sa gorge.

Note! Il est très important que les coussinets soient montés d'aplomb.

7 .Lever le demi-coussinet de tête de bielle supérieur avec le chariot dans la flûte de montage.

8 .Pousser le demi coussinet de tête de bielle supérieur prudemment contre le vilebrequin, veiller à ne pas endommager le maneton de vilebrequin.

9 .Minutieusement nettoyer le demi coussinet de tête de bielle inférieur. Graisser la surface de palier et la face arrière du coussinet de palier avec de l'huile. Monter le coussinet de manière à positionner le guide dans sa gorge.

Note! Il est très important que les coussinets soient montés d'aplomb.

10. Lever le demi-coussinet de tête de bielle inférieur sur le chariot.

11. Prudemment pousser le demi-coussinet de tête de bielle inférieur prudemment contre le vilebrequin, s'assurer que les goupilles-guides sont correctement positionnées et veiller à ne pas endommager le maneton de vilebrequin.

12 .Monter les écrous et les serrer à la main.

13. Démontez le chariot du côté opérationnel du moteur.

14 .Démontez le chariot de la face arrière du moteur en desserrant les écrous.

15 .Installer le support de montage 800102 sur le goujon supérieur du carter de vilebrequin, voir Fig. 11-5. Serrer l'écrou.

16. Démontez la flûte de montage et la plaque de support en desserrant les écrous.

17. Lever les outils hydrauliques 800020 en place.

18. Raccorder les flexibles de la pompe hydraulique 800053 et procéder au serrage des écrous en deux étapes selon la description dans la figure ci-contre.

Couples de serrage, voir section 07.3.

Attention! Surcharge des vis si la pression hydraulique maximum est dépassée.

Il est recommandé de changer les écrous si la pression hydraulique maximum est dépassée pour quelque raison que ce soit.

19. Fixer l'outil de levage 800012 sur la couronne de piston en utilisant les vis hexagonales M12x40 (6), voir Fig. 11-3.

20. Monter le piston et la partie supérieure de la bielle.

21. Monter les segments de piston avec les pinces 800001. Si les segments sont réutilisés, veiller à ne pas les placer à l'envers. Les segments doivent être espacés de 120° les uns par rapport aux autres. Le repère "TOP" doit être orienté vers le haut.

Les emplacements des segments de piston sont donnés par le tableau ci-après.

Gorge #	Marquage près de la coupe de segment
I	"TOP GROOVE I"
II	"TOP C99 GROOVE II"
III	(segment racleur)

22. Graisser le piston et placer le dispositif de fixation des segments de piston, 800013, autour du piston, s'assurer que les segments de piston se positionnent dans leurs gorges.

23. Monter le bouchon de guidage 800017 dans le trou de vis dans la partie supérieure de la bielle, voir Fig. 11-5.

24. Monter le limiteur 800018 de piston dans la chemise de cylindre.

25. Tourner le maneton de vilebrequin du cylindre concerné en position PMB à l'aide du vireur.

Note! Toujours procéder très prudemment lors du lancement du moteur quand la partie supérieure de la bielle et la tête de bielle sont démontées.

26. Placer l'outil de montage 800103 dans la chemise de cylindre.

27. Abaisser le piston/la partie supérieure de la bielle prudemment dans la chemise de cylindre.

28. Tourner la partie inférieure (5) de la bielle à la verticale. Monter la cale de réglage (2).

29. Tourner le maneton de vilebrequin du cylindre concerné en position PMH. S'assurer que les goupilles-guides sont correctement positionnées.

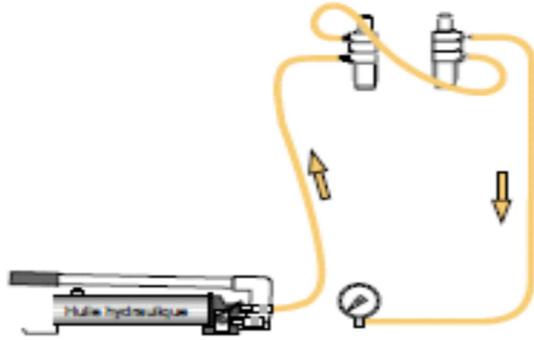
30. Placer la partie supérieure de la bielle et la tête de bielle, veiller à ne pas endommager les goujons et les filetages. Démontez le limiteur.

31. Tourner le vilebrequin dans le sens antihoraire jusqu'à pouvoir monter les écrous. Retirer les outils de montage.

32. Monter les outils hydrauliques, les flexibles et procéder au serrage des écrous en deux étapes selon la description dans la figure ci-contre. Couples de serrage, voir section 07.3.

33. Monter l'anneau anti-grippage.

Note! S'assurer que la bielle peut se déplacer axialement après le serrage.



MONTAGE

1. Lever l'entretoise.
2. Lever en place le vérin hydraulique et les vis en un ensemble.
3. Raccorder les flexibles, ouvrir le robinet.
4. Serrer l'outil jusqu'à ce que le piston et le vérin soient de niveau.
5. Fermer le robinet et, en pompant, faire monter la pression jusqu'à la valeur requise. Serrer les écrous. Lentement décharger la pression.
6. Répéter les points 4 et 5.
7. Lentement ouvrir le robinet et retirer l'outil.

Gamme3 : Déglçage des chemises moteur WARTSILA

SONABEL	GAMME D'ORDONNANCEMENT	
DPT	Réf. :	Version : 01
SPTN	Date de révision :	Date d'approbation :
Equipement :	G6 et G7	
Objet :	Entretien de chemises de cylindre : déglçage	
DESIGNATION DES TRAVAUX		OBSERVATION
<p>a) Déglçage de l'alésage de chemise de cylindre Toujours déglacer la chemise de cylindre lors du montage de nouveaux segments de piston. Un déglçage léger est normalement suffisant. Si le déglçage est effectué quand la chemise de cylindre est en place dans le bloc moteur, le vilebrequin sous la chemise de cylindre concernée doit être couvert d'un film plastique. Les déchets du déglçage ne doivent pas tomber dans le carter d'huile du moteur. Concernant</p>		S

<p>la procédure de déglacage, les instructions suivantes sont préconisées:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Le déglacage est à effectuer selon la méthode de Plateau de déglacage. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Seuls les meules en céramique avec un grain de 80 ou 400 doivent être utilisées. Les meules avec un grain de 80 doivent être utilisées pendant environ 20 courses ou jusqu'à ce que les surfaces polies de la chemise de cylindre ne frottent plus. Les meules avec un grain de 400 doivent être utilisées pendant environ 30 courses pour l'obtention d'une finition de surface correcte. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> L'angle de rodage en section transversale doit être de 30°, ce qui peut être obtenu en combinant par exemple une vitesse de 100 tr/min avec un déplacement de 40 courses par minute. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Comme liquide de refroidissement, on préférera un fluide de rodage, cependant une huile combustible légère 2-15cSt peut aussi être utilisée. <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Après l'usinage, l'alésage de la chemise doit être minutieusement nettoyé avec une brosse appropriée, de l'eau (chaude de préférence) et du savon ou un fluide de nettoyage, alternativement avec du fioul léger. Puis, sécher les pièces avec un chiffon et les lubrifier avec de l'huile moteur pour les protéger contre la corrosion. L'outillage de déglacage 800008 est livré avec le moteur. <p>b) Contrôler le diamètre intérieur de la chemise de cylindre.</p> <p>c) nettoyage des alésages de refroidissement de chemise de cylindre Les alésages de refroidissement dans le col peuvent être nettoyés avec un foret approprié (ø 9,5 - 10 mm).</p>	
--	--

Gamme 4 : Démontage et montage culbuteurs moteur WARTSILA

SONABEL	GAMME D'ORDONNANCEMENT		
DPTH	Réf. :	Version : 01	
SPTN	Date de révision :	Date d'approbation :	
Equipement :	G6 et G7		
Organe	Culasse		
Objet	Démontage et montage de la culbuterie		
DESIGNATION DES TRAVAUX			OBSERVATION
<p>A. Démontage de la culbuterie :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ouvrir le couvercle supérieur de la culasse et démonter le couvercle d'arbre à cames du cylindre concerné. 2. Tourner le vilebrequin dans une position dans laquelle les galets des taquets à galet des soupapes se trouvent sur le cercle de base de la came. 3. Dévisser les vis (1) et démonter la console de fixation des culbuteurs (5) avec les accessoires de la culasse. 4. Démontez les bagues de retenue (3) avec les pinces 800002. 			S

Démonter la vis de positionnement (1) et extraire l'arbre (20).
5. Démonter les tiges de culbuteur (6) et les tuyaux de protection (7).
6. Démonter les tuyaux nécessaires, le tuyau d'injection, les conduits de fuite de combustible et le conduit d'huile de graissage.
7. Desserrer les vis de fixation (11) et démonter le bloc de guidage (8).
8. Retirer les vis (13) et démonter la plaque de guidage (12).
Note! Les taquets à galet sont sous charge de ressort.
9. Le taquet à galet et la goupille peuvent maintenant être séparés en appuyant sur la goupille de verrouillage (19) et en pressant le taquet à galet (10) hors de son emplacement. Le taquet doit être recouvert, car la goupille de verrouillage en-dessous est sous charge de ressort.

B. Contrôle des composants de la culbuterie :

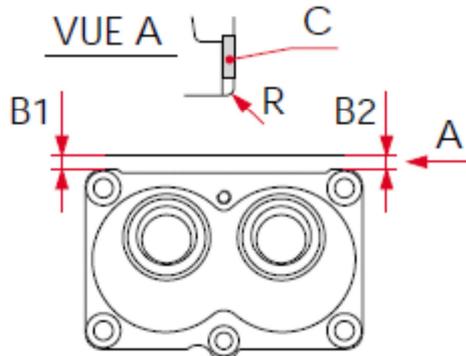
1. Nettoyer l'alésage de culbuteur et l'arbre (20), puis mesurer l'état d'usure. Lors du nettoyage, faire particulièrement attention aux trous d'huile.
2. Nettoyer et contrôler tous les composants des taquets à galet. Lors du nettoyage, faire particulièrement attention aux trous d'huile.
3. Mesurer l'alésage du taquet à galet et le taquet (9), ainsi que le taquet à galet (18) pour déterminer l'usure.
4. Remplacer les joints toriques (21) et les tuyaux de protection (7) s'ils sont endommagés ou durs.

C. Montage de la culbuterie :

1. Graisser les composants du taquet à galet avec de l'huile moteur propre et les assembler. Observer les repères pour obtenir un positionnement correct.
2. Insérer le ressort (14) de taquet et les taquets à galet (9) dans le bloc de guidage (8).
3. Monter la plaque de guidage (12) et serrer les vis (13) au couple spécifié dans le chapitre 07.
4. Monter le bloc de guidage complet sur le moteur et mesurer la distance au bloc moteur des deux côtés du bloc de guidage avec une jauge d'épaisseur (C), c'est-à-dire la mesure $B1=B2$, voir la figure ci-contre. Noter le rayon du coin (R) sur le bloc moteur, c'est-à-dire ne pas enfoncer la jauge d'épaisseur trop loin dans le sens vertical. Serrer les vis au couple spécifié dans le chapitre 07.
5. Monter les tuyaux nécessaires et le tuyau d'injection. Serrer le tuyau d'injection au couple spécifié dans le chapitre 07.
6. Graisser les joints toriques (21), insérer les tuyaux de protection (7) et les tiges de culbuteur (6) dans le bloc de guidage.
7. Monter l'étrier. Concernant le réglage des étriers, voir section 12.2.4.
8. Graisser l'alésage du culbuteur avec de l'huile moteur et monter les culbuteurs (2) sur la console de fixation (5).
9. Monter les bagues de retenue (3) avec les pinces 800002 et contrôler le jeu axial et la liberté de rotation des culbuteurs.
10. Monter la console de fixation des culbuteurs sur la culasse et serrer les vis (1) au couple spécifié, voir section 07.1.

Note! La console de fixation des culbuteurs doit être centrée.

11. Contrôler le jeu aux culbuteurs, voir sections 06.1 et 12.2.4. Monter les couvercles.



Gamme 5 : Circuit pneumatique moteur WARTSILA

SONABEL	GAMME D'ORDONNANCEMENT	
DPTH	Réf. :	Version : 01
SPTN	Date de révision :	Date d'approbation :
Équipement :	G6 et G7	
Organe	Système de démarrage	
Objet	Schéma du système pneumatique wartsila	
DESIGNATION DES TRAVAUX		Observations

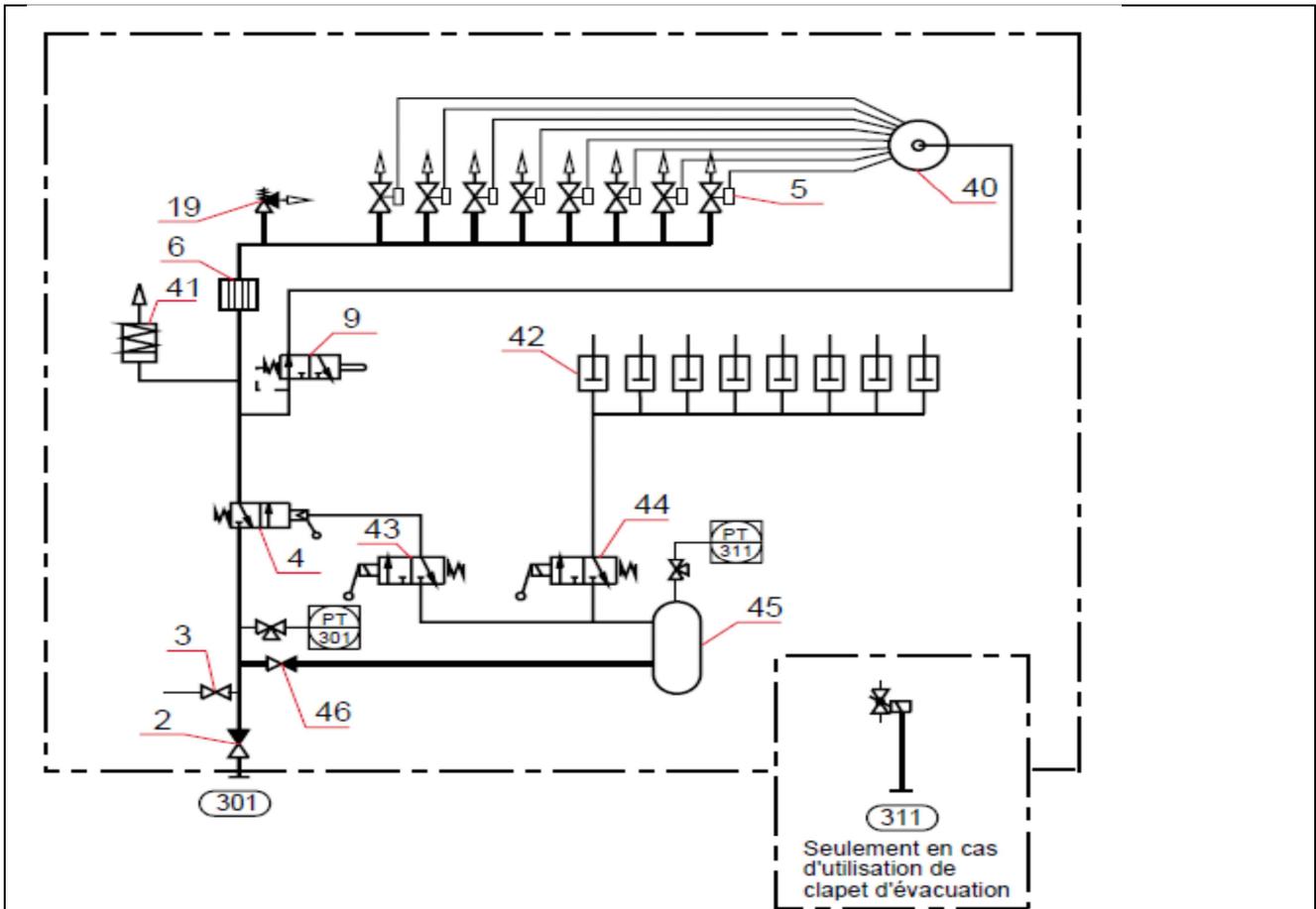


FIG. 21.4

2. Clapet anti-retour	42. Vérin hydraulique pour dispositif de déclenchement de survitesse
3. Valve de vidange	43. Electrovanne
4. Vanne principale de démarrage	44. Electrovanne
5. Vanne de démarrage	45. Conteneur d'air
6. Contrôleur de flamme	46. Clapet anti-retour
9. Valve de blocage	301. Admission d'air de démarrage
19. Soupape de sécurité	311. Air d'instrument vers le clapet d'évacuation
40. Distributeur d'air de démarrage	
41. Amplificateur de démarrage	

Gamme 6 : circuit d'air de démarrage moteur WARTSILA

SONABEL	GAMME D'ORDONNANCEMENT	
DPTTh	Réf. :	Version : 01
SPTN	Date de révision :	Date d'approbation :
Equipement :	G6 et G7	
Organe	Système de démarrage	
Objet	Schéma du circuit d'air de démarrage	

DESIGNATION DES TRAVAUX	Observations
-------------------------	--------------

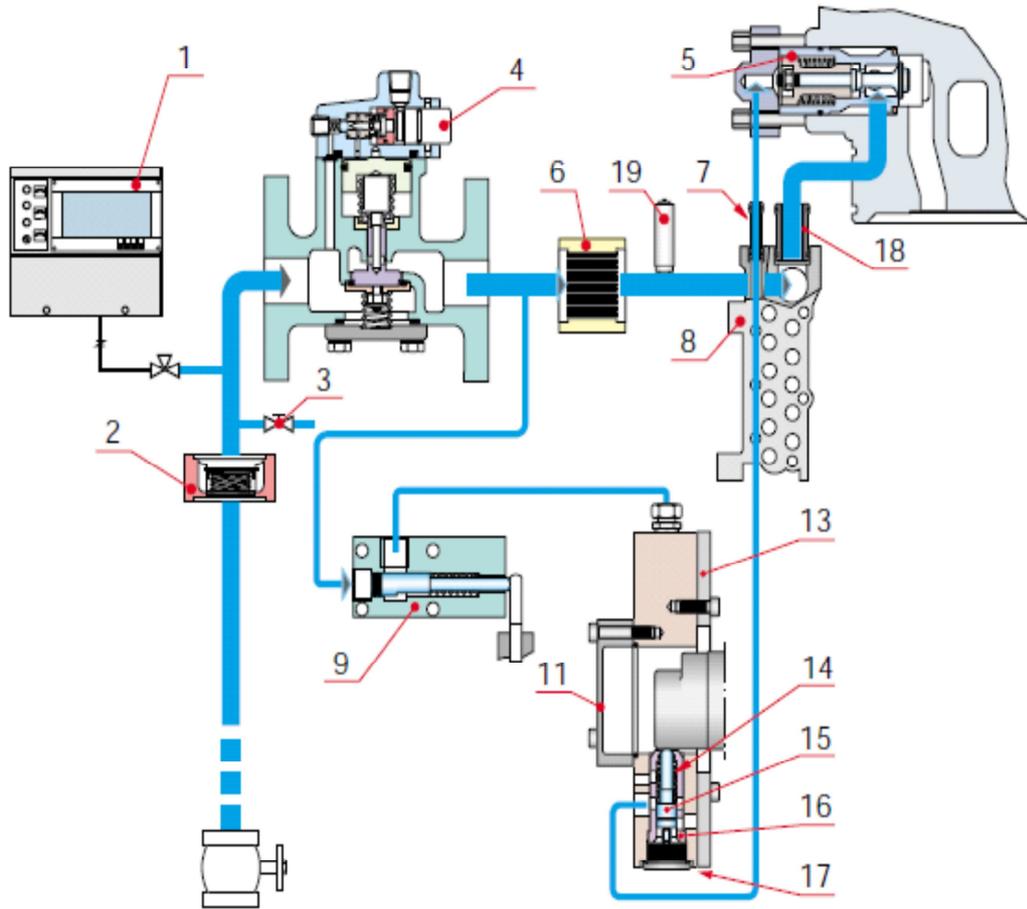


FIG. 21.1

1. Unité d'affichage locale	11. Plaque d'extrémité
2. Clapet anti-retour	13. Plaque
3. Valve de vidange	14. Ressort
4. Vanne principale de démarrage	15. Piston de commande
5. Vanne de démarrage	16. Chemise
6. Contrôleur de flamme	17. Bouchon
7. Pièce de connexion	18. Pièce de connexion
8. Bloc d'air	19. Soupape de sécurité
9. Valve de blocage	

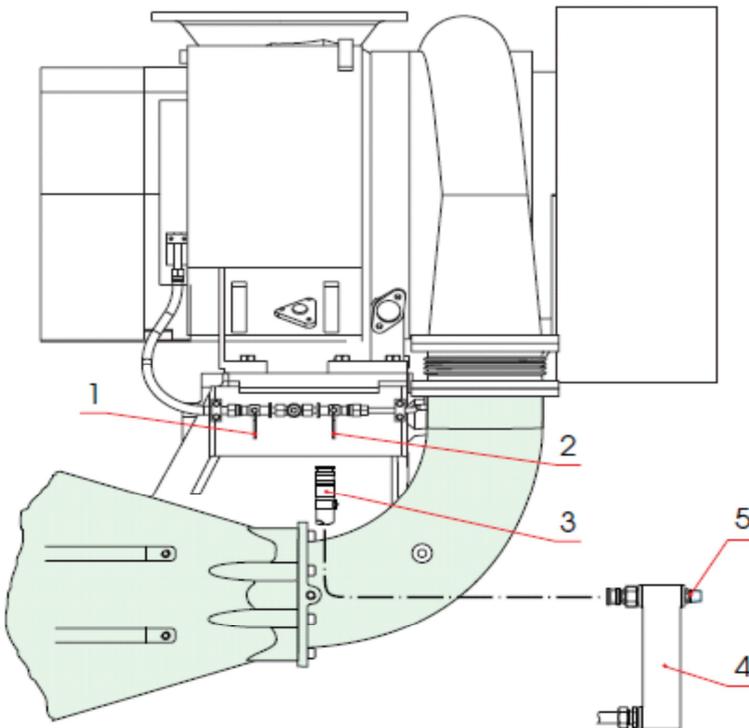
Gamme 7 : lavage turbocompresseur moteur WARTSILA
--

SONABEL DPT _h SPTN	GAMME D'ORDONNANCEMENT	
	Réf. :	Version : 01
	Date de révision :	Date d'approbation :
Equipement :	G6 et G7	
Organe	turbocompresseur	
Objet	Lavage à l'eau du turbocompresseur	
DESIGNATION DES TRAVAUX		Observations
<p>A. Procédure de nettoyage de la turbine</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Enregistrer la pression d'air du ventilateur, les températures des gaz d'échappement à la sortie des cylindres, la vitesse du compresseur, ceci afin d'optimiser le nettoyage. 2. Réduire la charge du moteur correspondant à une pression de réception de 0.5...0.6 bar à une vitesse nominale réduite de 400 à 600 tr/min avec un propulseur fixe. La charge moteur minimale doit être égale à 20% de la charge moteur totale. Faire tourner le moteur à cette charge pendant cinq minutes avant de commencer le nettoyage. La température maximale des gaz d'échappement à l'entrée de la turbine est inférieure à 430°C. 3. Ouvrir la vanne (1) et vérifier que les gicleurs ne sont pas bouchés ou encrassés, voir Fig. 15-2. 4. Connecter le tuyau d'eau. 5. Ouvrir la vanne (5) lentement (10 s) et augmenter le débit d'eau jusqu'à ce que le débit d'eau requis par le tableau ci-avant soit atteint. Fermer la vanne (5) en utilisant un contre-écrou. 6. Fermer la vanne (1) après 60 secondes. L'intervalle entre deux injections est de 90 secondes. <p><i>Remarque! Il n'est pas autorisé d'injecter de l'eau pendant plus de 60 secondes sans interruptions car le logement de la sortie de gaz n'a pas de système de vidange.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Répéter la procédure d'injection cinq fois conformément à l'étape 6 ci-dessus. 8. Après la fin de l'injection d'eau, le moteur doit tourner pendant trois minutes à une charge fixe jusqu'à ce que les éléments soient secs. 9. Fermer toutes les vannes et déconnecter le tuyau afin de s'assurer que l'eau ne pénètre plus dans les tuyaux d'échappement. 10. Ouvrir la vanne (1) et vidanger l'eau. 11. Faire fonctionner le moteur normalement, à une vitesse de sortie plus élevée et, dès que possible, reprendre les mesures effectuées à l'étape 1 afin de comparer les résultats. 12. Faire tourner le moteur pendant 10 à 20 minutes supplémentaires après que le turbocompresseur ait été nettoyé à l'eau. Cela permet de s'assurer que tous les éléments sont complètement secs. <p>B. Procédure de nettoyage du compresseur :</p>		

Remarque! Nettoyer le compresseur (côté air) du turbocompresseur à la charge la plus élevée possible (charge maximale).

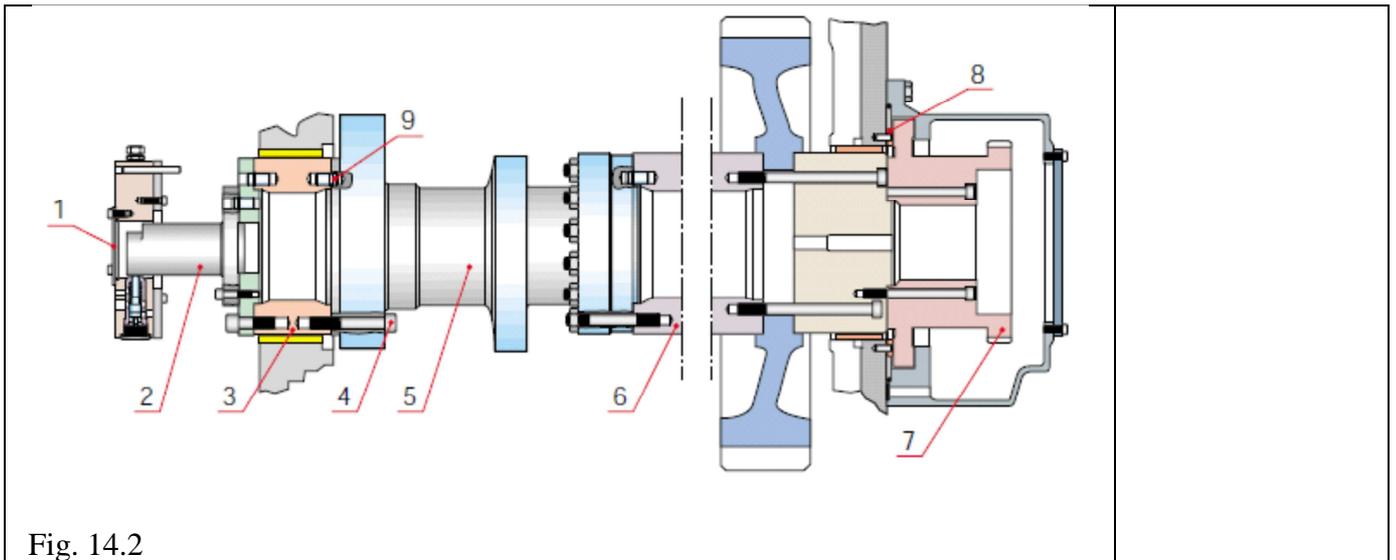
1. Enregistrer la pression d'air du ventilateur, les températures des gaz d'échappement à la sortie des cylindres, la vitesse du chargeur, ceci afin d'optimiser l'efficacité du nettoyage.
 2. Ouvrir la vanne (2), voir Fig. 15-2.
 3. Connecter le tuyau d'eau.
 4. Utiliser les mêmes réglages que pour le côté turbine, par ex. nettoyer tout d'abord le côté turbine et fermer la vanne (5) en utilisant le contre-écrou, voir Fig. 15-2.
- Remarque! Le fluxmètre n'affichera aucun débit d'eau pendant la procédure de nettoyage.*
5. Le temps de nettoyage est de 5 - 6 secondes.
- Remarque! Ne pas dépasser les 6 secondes de nettoyage.*
6. Fermer la vanne (2).
 7. Déconnecter le tuyau d'eau.
 8. Ouvrir la vanne (2) et vidanger l'eau.
 9. Reprendre les mesures effectuées à l'étape 1 afin de comparer les résultats. Le succès de l'injection d'eau pourra être vérifié à partir du changement de pression de l'air de suralimentation et de la température des gaz d'échappement.
 10. Faire tourner le moteur pendant 5 minutes supplémentaires après que le compresseur ait été nettoyé à l'eau. Cela permet de s'assurer que tous les éléments du compresseur sont complètement secs.

Remarque! Si le nettoyage n'est pas concluant, celui-ci ne doit pas être répété avant 10 minutes.



Gamme 8 : Démontage d'un tronçon d'arbre à cames moteur WARTSILA

SONABEL DPT SPTN	GAMME D'ORDONNANCEMENT	
	Réf. :	Version : 01
	Date de révision :	Date d'approbation :
Equipement :	G6 et G7	
Organe	Tronçon d'arbre à cames	
Objet	Démontage d'un élément d'arbre à cames	
DESIGNATION DES TRAVAUX		OBSERVATIONS
<p>A. Démontage d'un tronçon :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Démontez les couvercles d'arbre à cames et ouvrez les couvercles de culasse. Démontez la console de fixation des culbuteurs de toutes les culasses. Lever les taquets (pompe d'injection et taquets à galet) et verrouillez les taquets dans la position supérieure au moyen du dispositif de verrouillage 800066. Danger! Quand le(s) galet(s) est/sont verrouillé(s) en position supérieure, les consoles de fixation/tiges de culbuteurs doivent être démontées, sinon les pistons entrent en contact avec les soupapes au lancement du moteur. 2. Dévisser les vis (4) de la bride de connexion des deux extrémités de la pièce d'arbre à cames. 3. Monter l'outil de support sur le bloc avec la vis de fixation du couvercle d'arbre à cames. 4. Démontez le couvercle d'extrémité (1) de l'arbre à cames du distributeur d'air de démarrage. Déplacer autant que possible la partie de l'arbre à cames qui est placée vers l'extrémité libre du moteur en direction de l'extrémité libre à l'aide d'un levier approprié. 5. Démontez le régulateur et le carter d'entraînement du régulateur. Pousser les autres composants de l'arbre à cames vers le volant moteur, autant que possible. 6. Démontez la pièce d'arbre à cames au moyen de l'outil. <p>B. Montage d'un élément d'arbre à cames</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Contrôlez les taquets à galet, les galets et les coussinets de palier minutieusement. Même en cas de dommages mineurs des taquets à galet, les remplacer. 2. Nettoyer et dégraisser les surfaces de la bride de connexion et les trous filetés. 3. Monter la pièce d'arbre à cames (5) sur la goupille de fixation et la centrer des deux extrémités, puis assembler l'arbre à cames. Utiliser deux ou trois vis. 4. Insérer les autres vis de connexion et les serrer au couple spécifié. 5. Monter le couvercle (1) du distributeur d'air de démarrage, l'entraînement du régulateur, etc. 6. Libérer les galets et monter les consoles de fixation des culbuteurs. 7. Contrôlez le jeu aux culbuteurs, voir section 12.2.4. Contrôlez le début de livraison des pompes d'injection de tous les cylindres, extrémité libre, voir le chapitre 01 "ordre d'allumage" et la section 13.2.2. du manuel. 		



Gamme 9 : révision des injecteurs moteur WARTSILA

SONABEL		GAMME D'ORDONNANCEMENT	
DPTH	Réf. :	Version : 01	
SPTN	Date de révision :	Date d'approbation :	
Equipement :	G6 et G7		
Organe	injecteurs		
Objet	Démontage et révision injecteurs		
DESIGNATION DES TRAVAUX			Observations
<p>A. Démontage d'injecteur :</p> <ol style="list-style-type: none"> Ouvrir les couvercles de culasse et des boîtes chaudes. Démonter le tuyau d'injection (1), voir Fig. 16-2. Dévisser la pièce de connexion (2) et desserrer le manchon de protection (4) si nécessaire. Conception de bague de friction, voir le texte ci-après. Desserrer la vis (16) et dévisser la pièce de connexion (2). Les éléments de bague conique (17) se détachent avec la pièce de connexion. Retirer les écrous de fixation de l'injecteur. Démonter l'injecteur avec l'outil 800029. Protéger le trou d'admission de combustible de l'injecteur et l'alésage dans la culasse. <p>B. Révision d'injecteur :</p> <ol style="list-style-type: none"> Vérifier la buse d'injecteur immédiatement après le démontage de l'injecteur du moteur. Les dépôts de carbone (trompettes) peuvent indiquer que la buse d'injecteur est en mauvais état ou que le ressort est cassé. Nettoyer l'extérieur de la buse d'injecteur avec une brosse en laiton. Ne pas utiliser une brosse en acier. Vérifier le fonctionnement et l'état de la buse d'injecteur, c'est-à-dire la pression d'ouverture et l'uniformité du jet. Relâcher la tension du ressort de la buse en desserrant le contre-écrou (6) et la vis de réglage (7). Démonter la buse du porte-injecteur en desserrant l'écrou à chapeau (14) avec l'outil 			

800037. Conserver la buse d'injecteur avec le corps du porte-injecteur, ne pas la laisser suivre l'écrou. En cas de présence de coke entre la buse et l'écrou, les goujons risquent de se rompre et d'endommager la buse. Pour éviter cela, frapper la buse avec un morceau de tuyau conformément à Fig. 16-3 pour la maintenir contre le porte-injecteur. Ne jamais frapper la pointe de la buse directement. Veiller à ne pas faire tomber la buse.

5. Contrôler le mouvement d'aiguille de la buse qui peut varier comme suit :

- aiguille complètement libre
- l'aiguille ne coince pas sur le parcours de sa levée utile.
- l'aiguille bloque

L'aiguille ne doit jamais être enlevée en forçant car ceci peut entraîner son blocage complet. Si elle ne s'enlève pas facilement, immerger l'injecteur dans de l'huile de graissage chauffée à 150 - 200°C. Normalement, l'aiguille peut être enlevée d'un injecteur chaud.

6. Nettoyer les composants. Si possible, utiliser un dissolvant de carbone chimique. Si un tel produit n'est pas disponible, immerger les composants dans du combustible propre, du white spirit ou similaire pour tremper le carbone. Puis, minutieusement nettoyer les composants avec les outils du kit d'outillage. Ne pas utiliser de brosse d'acier ou d'outils durs. Nettoyer les orifices de la buse avec les aiguilles prévues à cet effet. Après le nettoyage, rincer les composants pour enlever les résidus de carbone et les particules impures. Avant d'insérer l'aiguille dans le corps de buse, immerger les composants dans du combustible propre ou de l'huile spéciale pour systèmes d'injection.

Vérifier attentivement les faces d'appui, les surfaces de glissement (queue d'aiguille) et plans de joint avec le porte-injecteur.

7. Nettoyer le porte-injecteur et l'écrou à chapeau minutieusement, démonter le porte-injecteur pour pouvoir nettoyer tous les composants.

Vérifier le ressort de buse.

8. Contrôler les surfaces d'étanchéité haute pression du porte injecteur, c'est-à-dire la surface de contact de la buse et du fond du trou d'admission de combustible.

9. Contrôler le levage de buse maximum, c'est-à-dire la somme des mesures A et B dans Fig. 16-3. Si l'usure B dépasse 0,10 mm, la buse peut être renvoyée au fabricant pour reconditionnement. Si la levée totale dévie de la valeur indiquée dans le chapitre 06, section 06.2, la buse doit être remplacée.

10. Remonter l'injecteur. Serrer l'écrou à chapeau au couple indiqué dans la section 07.1.

11. Raccorder l'injecteur à une pompe d'essai. Pomper pour expulser l'air. Fermer le robinet du manomètre et pomper rapidement pour souffler les impuretés hors des orifices de la buse d'injecteur.

Placer un papier sec sous la buse et donner un coup de pompe rapide.

Noter l'uniformité du jet de combustible.

12. Vérifier la pression d'ouverture :

- ouvrir le robinet du manomètre,
- pomper lentement et observer le manomètre pour noter la pression d'ouverture.

Si la pression d'ouverture est inférieure à la valeur spécifiée de plus de 20 bars, avec un mouvement d'indicateur amorti, cela indique un ressort cassé ou des composants très usés.

13. La symétrie du jet peut être évaluée quand la pression d'ouverture est d'abord réglée sur 50 - 100 bars. En utilisant une pompe de test manuelle standard, la course de l'aiguille est proche de la course nominale sous basse pression d'ouverture. Une distribution irrégulière peut signifier des trous d'injection colmatés ou usés.

14. Vérifier l'étanchéité du siège d'aiguille :

- amener la pression à 20 bars en-dessous de la pression d'ouverture spécifiée,
- tenir la pression constante pendant 10 secondes et vérifier que la buse d'injecteur ne goutte

pas. Une certaine humidité est acceptable.

15. Contrôler l'étanchéité du guide d'aiguille :

- dans une pompe de test, augmenter la pression au-dessus de 300 bars,
- arrêter la pompe et mesurer le temps de diminution de la pression de 250 à 200 bars. En cas de buse neuve, le temps varie entre 3 – 6 secondes, mais cela dépend en grande partie de l'équipement de test. Pour correctement évaluer l'usure, noter le temps de chute de pression en cas de buse neuve et comparer le résultat aux résultats des tests ultérieurs avec la même buse. Si le temps de chute de pression diminue à 1/3 du temps initial, le guide est trop usé et la buse doit être remplacée.

16. Si les tests effectués conformément aux étapes 11...15 donnent des résultats satisfaisants, l'injecteur peut être remonté dans le moteur. Sinon, remplacer la buse par une pièce neuve.

17. En cas de fuite des surfaces d'étanchéité haute pression, remplacer le composant défectueux par une pièce neuve ou remise en état.

18. si les buses ou les injecteurs doivent être stockés les traiter avec une huile de protection anticorrosion.

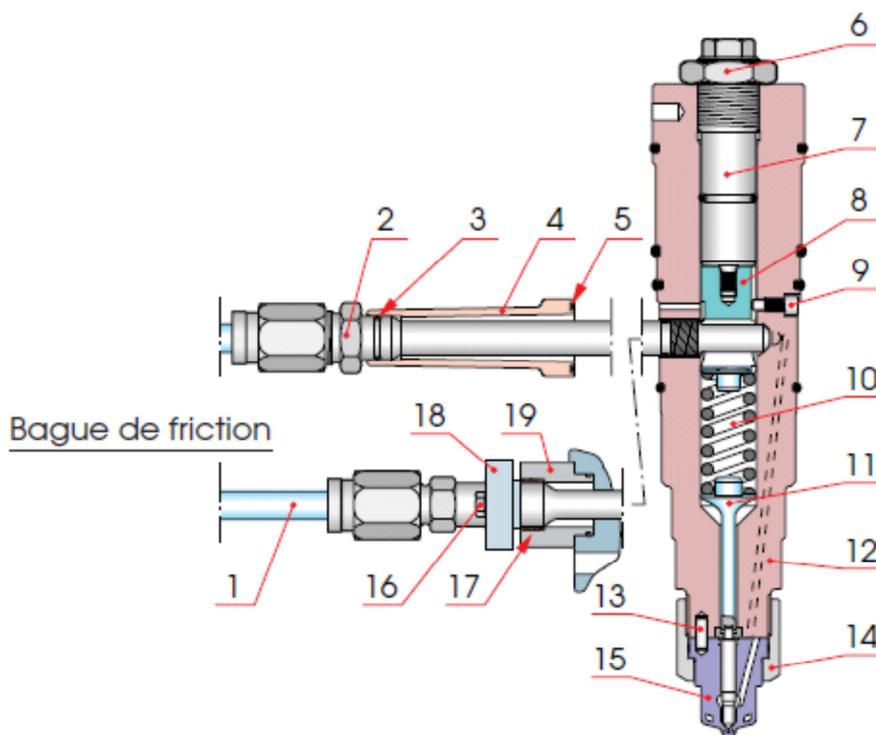


Fig. 16.2

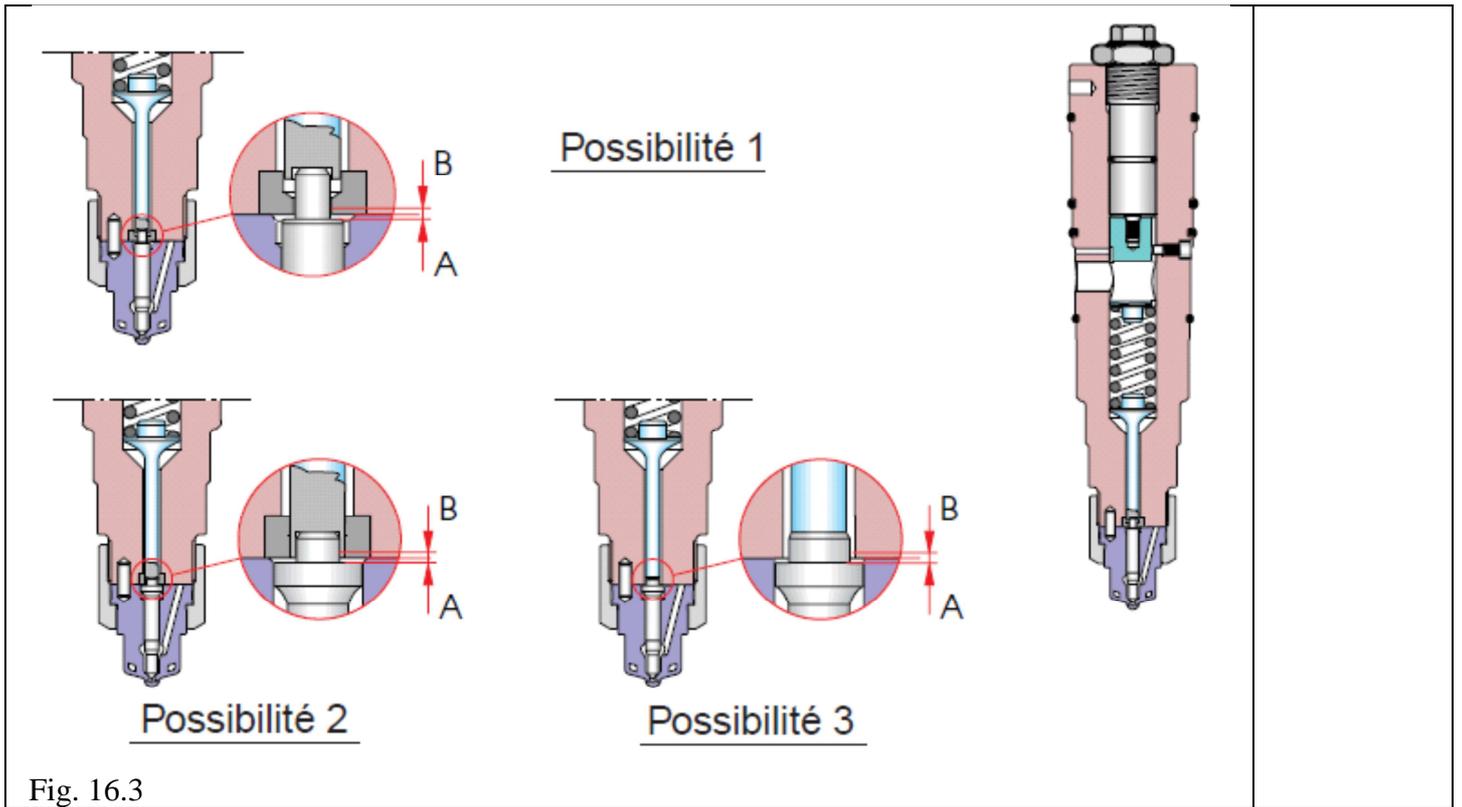
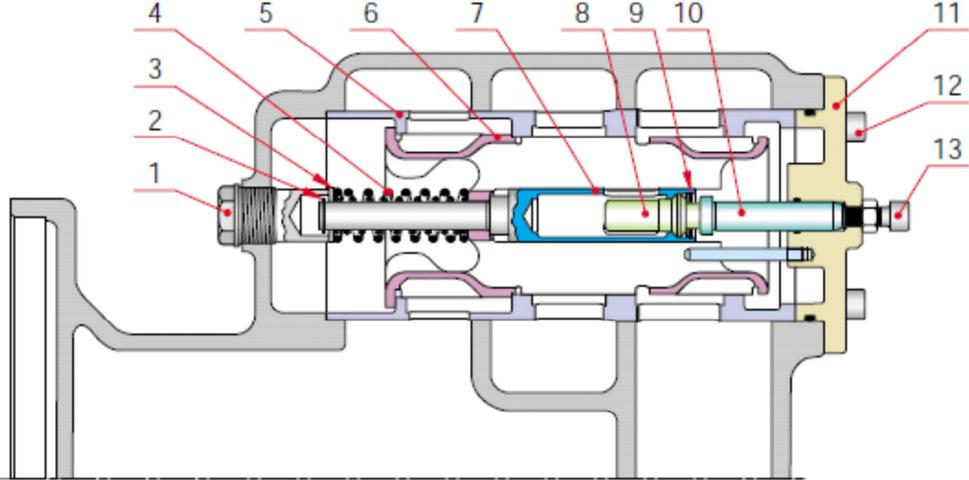


Fig. 16.3

Gamme 10 : entretien vanne thermostatique moteur WARTSILA

SONABEL		GAMME D'ORDONNANCEMENT	
DPTTh	Réf. :	Version : 01	
SPTN	Date de révision :	Date d'approbation :	
Equipement :	G6 et G7		
Organe	Vanne thermostatique BT		
Objet	Entretien de la vanne thermostatique		
DESIGNATION DES TRAVAUX			Observations
<p>FIG. 19.5</p> 			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Drainer le circuit d'eau de refroidissement. 2. Relâcher la force du ressort en desserrant la vis de réglage (13), voir Fig. 19-5. 3. Démontez le couvercle (11) en desserrant les vis (12). 4. Démontez le bouchon (1) et pousser le piston (6) contre la force de ressort jusqu'à ce que la bague de retenue (2) puisse être démontée. 5. Démontez le support d'élément (7) avec l'élément, les ressorts (4) et la rondelle (3). 6. Démontez le piston de commande (6) avec le cylindre de commande (5). Utiliser les outils d'extraction 800131 et 800063. 7. Démontez la bague de retenue (9) et l'élément de thermostat (8). 8. Contrôlez l'élément en le chauffant lentement dans de l'eau. Contrôlez à quelle température l'élément commence à s'ouvrir et est complètement ouvert. Les valeurs correctes sont indiquées sur l'élément de thermostat ou dans le chapitre 01; la valeur de température d'eau la plus basse est la température d'ouverture et la valeur de température la plus élevée correspond à une ouverture complète de la vanne. Le point de réglage repéré sur l'élément correspond à une valeur d'ouverture de 50% de l'élément. 9. Remplacer l'élément défectueux et remplacer les joints toriques. 10. Remonter la vanne dans l'ordre inverse. <p><u>Réglage :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tourner la vis de réglage (13) dans le sens horaire jusqu'à ce que la goupille de guidage (10) et l'élément de thermostat (8) soient en contact. 2. Tourner la vis de réglage dans le sens antihoraire d'un demi-tour. 			

3. Retenir la vis de réglage et serrer le contre-écrou.	
<i>Note! La procédure de réglage est à effectuer sur un moteur froid.</i>	

ANNEXES 2 : PLANNING DES ENTRETIENS

Programme d'entretien : 12000h G1

SONABEL		GAMME D'ORDONNANCEMENT	
DPTth	Réf. :	Version : 01	
SPTN	Date de révision :	Date d'approbation :	
Equipement :	G1		
Organe			
Objet	Entretien périodique de 12000 heures		
DESIGNATION DES TRAVAUX			Observations
turbocompresseurs: * vidange des turbocompresseurs * entretien des turbocompresseurs Régulateur de vitesse: * vidange du régulateur Soupapes et injecteurs: * contrôle tarage des injecteurs * contrôle des tuyaux de haute pression * réglage des jeux des soupapes * contrôle de la rotation des soupapes Séparateur d'huile: * vidange du séparateur * nettoyage filtres des circuits air et eau * démontage et nettoyage du séparateur compresseur d'air à moteur électrique: * vidange et nettoyage des filtres à air Crémaillères et tringlerie: * nettoyage * graissage Filtres à air: * nettoyage des grilles filtres à bain d'huile: * vidange et nettoyage Divers: * étancher toutes les fuites * nettoyer les filtres combustibles			

Essai de performances: Relever les températures et les pressions maximales. TRAVAUX ELECTRIQUES: * contrôle des sécurités mécaniques * soufflage et nettoyage de l'alternateur * soufflage et nettoyage des auxiliaires électriques * contrôle des intensités des moteurs électriques TRAVAUX SUPPLEMENTAIRES : * lister tous les travaux supplémentaires et les programmer	
Consignes de sécurité	Le groupe doit être consigné avant tout début de travail
Pièces de rechange nécessaires	

Programme d'entretien : 32000h G1

SONABEL		GAMME D'ORDONNANCEMENT	
DPTn	Réf. :	Version : 01	
SPTN	Date de révision :	Date d'approbation :	
Equipement :	G1		
Organe			
Objet	Entretien périodique de 32000 heures		
DESIGNATION DES TRAVAUX			Observations
Chemises de cylindre: * déglçage * remplacement des joints d'étanchéité pompes d'injection, soupapes admission-échappement. et injecteurs: * révision des pompes d'injection * contrôle tarage des injecteurs * contrôle des avances à injection * contrôle des tuyaux de haute pression * réglage jeux des soupapes * contrôle rotation soupapes thermostatiques: * contrôle des soupapes Pompe de pré graissage: * révision de la pompe de pré graissage compresseur d'air à moteur électrique: * vidange et nettoyage des filtres à air Réfrigérants d'air * nettoyage Crémaillères et tringlerie: * nettoyage et graissage Ligne d'arbre et embiellage: * contrôle palier et visite coussinets * contre serrage des boulons de bâti et plaques de fondation			

* relevé des déflexions culasse: * révision des culasses Révision des attelages Révision des pompes attelées Echangeur eau/huile: * nettoyage Contrôle du damper arbres à cames: * contrôle paliers et tronçon d'arbres à cames Divers: * nettoyer les filtres combustibles et étancher toutes les fuites Essai de performances: Relever les températures et les pressions maximales. TRAVAUX ELECTRIQUES: * contrôle des protections électriques et des sécurités mécaniques * entretien des moteurs électriques * contrôle des intensités des moteurs électriques * contrôle sondes températures paliers moteurs * soufflage et nettoyage de l'alternateur et des auxiliaires électriques * mesure isolement alternateur * entretien des moteurs des aéroréfrigérants * contrôle de serrage de la filerie de câblage * entretien disjoncteur groupe TRAVAUX SUPPLEMENTAIRES * lister tous les travaux supplémentaires et les programmer	
Consignes de sécurité	Le groupe doit être consigné avant tout début de travail
Pièces de rechange nécessaires	

Programme d'entretien : 12000h G2 à G5

SONABEL	GAMME D'ORDONNANCEMENT	
DPTn	Réf. :	Version : 01
SPTN	Date de révision :	Date d'approbation :
Equipement :	G2 à G5	
Organe		
Objet	Entretien périodique de 12000 heures	
DESIGNATION DES TRAVAUX		Observations
SYSTEME D'AIR DE COMBUSTION : * vidange, dépose et nettoyage bac filtres à air * repose du bac et remplissage en huile * entretien des turbocompresseurs, de leurs gicleurs et de leurs vannes de purge * dépose - nettoyage – repose des réfrigérants d'air SYSTEME D'AIR COMPRI ME :		

<p>* nettoyage des filtres des circuits 7 et 30 bar * entretien soupape principale de démarrage SOUPAPES D'ECHAPPEMENT : * dépose, reconditionnement et pose des soupapes d'échappement * contrôle et réglage des jeux * contrôle des soupapes de lancement SYSTEME D'HUILE DE GRAISSAGE : * entretien de 12000 heures du séparateur d'huile * nettoyage des filtres à huile double * entretien du filtre à huile automatique (principal et collé au moteur) LIGNE D'ARBRE – EMBIELLAGE : * contrôle des déflexions * contrôle visuel de l'embiellement REGULATION DE VITESSE : * vidange de l'huile du régulateur * contrôle tringlerie de réglage * maintenance dispositif d'arrêt automatique CIRCUIT COMBUSTIBLE : * nettoyage des filtres combustibles double * dépose, entretien et pose des injecteurs * inspection des paliers des arbres à cames culasses: * contrôle serrage des culasses TRAVAUX SUPPLEMENTAIRES : * lister tous les travaux supplémentaires et les programmer TRAVAUX ELECTRIQUES : * contrôle des protections électriques et sécurités mécaniques * soufflage et nettoyage des auxiliaires électriques * mesure intensités des moteurs électriques * graissage des roulements des moteurs pompes à eau BT et HT * contrôle des sondes de température des paliers moteurs * entretien du disjoncteur du groupe * contrôle isolement alternateur AU DEMARRAGE : * inspection générale * contrôle rotation des soupapes * essai de performance à 100% de la charge</p>	
Consignes de sécurité	Le groupe doit être consigné avant tout début de travail
Pièces de rechange nécessaires	

Programme d'entretien : 36000h G2 à G5

SONABEL	GAMME D'ORDONNANCEMENT	
DPT	Réf. :	Version : 01
SPTN	Date de révision :	Date d'approbation :
Equipement :	G2 à G5	
Objet :	Entretien de 36000 heures	

DESIGNATION DES TRAVAUX	OBSERVATIONS
<p>SYSTEME D'AIR DE COMBUSTION</p> <ul style="list-style-type: none"> * vidange, dépose et nettoyage bac filtres à air * repose du bac et remplissage en huile * dépose - nettoyage des réfrigérants d'air * repose des réfrigérants d'air <p>SYSTEME D'AIR COMPRI ME :</p> <ul style="list-style-type: none"> * nettoyage des filtres des circuits 7 et 30 bar * entretien soupape principale de démarrage <p>SOUPAPES D'ECHAPPEMENT :</p> <ul style="list-style-type: none"> * dépose des soupapes d'échappement * repose des soupapes d'échappement * contrôle et réglage des jeux * contrôle des soupapes de lancement <p>SYSTEME D'HUILE DE GRAISSAGE :</p> <ul style="list-style-type: none"> * entretien de 12000 heures du séparateur * nettoyage des filtres à huile double (G2-G5) * entretien du filtre à huile automatique principal (G4-G5) * entretien du filtre automatique collé au groupe <p>LIGNE D'ARBRE – EMBIELLAGE :</p> <ul style="list-style-type: none"> * contrôle des déflexions * contrôle visuel de l'embielage <p>Pompes d'injection:</p> <ul style="list-style-type: none"> * reconditionnement des pompes d'injection <p>Chemises de cylindre:</p> <ul style="list-style-type: none"> * dépose, inspection, reconditionnement, remplacement joints d'étanchéité et pose <p>Attelages:</p> <ul style="list-style-type: none"> * reconditionnement des attelages mobiles <p>CULASSES:</p> <ul style="list-style-type: none"> * contrôle serrage <p>ARBRES A CAMES:</p> <ul style="list-style-type: none"> * contrôle des paliers d'arbres à cames <p>REGULATION DE VITESSE :</p> <ul style="list-style-type: none"> * vidange de l'huile du régulateur * contrôle et maintenance tringlerie et tige de réglage * reconditionnement amplificateur de pression * maintenance dispositif d'arrêt automatique <p>CIRCUIT COMBUSTIBLE :</p> <ul style="list-style-type: none"> * nettoyage des filtres combustibles double * dépose des injecteurs * contrôle et tarage des injecteurs <p>TRAVAUX ELECTRIQUES :</p> <ul style="list-style-type: none"> * contrôle des protections électriques et sécurités mécaniques * soufflage et nettoyage des auxiliaires électriques * mesure intensités des moteurs électriques * graissage des roulements des moteurs pompes à eau BT et HT * contrôle des sondes de température paliers * entretien du disjoncteur groupe 	

<p>* contrôle isolement alternateur</p> <p>TRAVAUX SUPPLEMENTAIRES</p> <p>* lister tous les travaux supplémentaires et les programmer</p> <p>AU DEMARRAGE</p> <p>* inspection générale</p> <p>* contrôle rotation des soupapes</p> <p>* essai de performance à 100% de la charge</p>	
--	--

Programme d'entretien : 8000h G6 et G7

SONABEL	GAMME D'ORDONNANCEMENT	
DPTb	Réf. :	Version : 01
SPTN	Date de révision :	Date d'approbation :
Equipement :	G6 et G7	
Objet :	Entretien de 8000 heures	

DESIGNATION DES TRAVAUX	OBSERVATIONS
<p>ENSEMBLE DU GROUPE:</p> <p>* nettoyage général</p> <p>ENTRETIEN DE 4000 HEURES :</p> <p>Exécuter l'entretien de 4000 heures</p> <p>REFROIDISSEUR D' AIR:</p> <p>* nettoyer les refroidisseurs d'air de charge :</p> <p>Les nettoyer et les tester sous pression; contrôler soigneusement la corrosion.</p> <p>FILTRE AUTOMATIQUE A HUILE DE GRAISSAGE</p> <p>* remplacer les bougies filtrantes à huile de graissage: vidanger le corps de filtre, nettoyer le trémie métallique, remplacer les bougies filtrantes.</p> <p>REFROIDISSEUR D'HUILE DE GRAISSAGE</p> <p>* nettoyer le refroidisseur d'huile de graissage</p> <p>si la température de l'huile de graissage avant le moteur se situe dans les valeurs de service normales, l'intervalle peut être prolongé; une ouverture inutile du refroidisseur est à éviter. Nettoyer le refroidisseur d'huile de graissage avant d'atteindre la limite d'alarme</p> <p>Rechercher minutieusement les traces de corrosion.</p> <p>PAPILLON ET ACTIONNEUR</p>	

<p>* contrôler le fonctionnement du papillon et de l'actionneur</p> <p>CLAPET D'EVACUATION: * vérifier le fonctionnement du clapet d'évacuation et de l'actionneur. Remplacer la valve pilote du positionneur.</p>	
---	--

Programme d'entretien : 24000h G6 et G7

SONABEL		GAMME D'ORDONNANCEMENT	
DPTth	Réf. :	Version : 01	
SPTN	Date de révision :	Date d'approbation :	
Equipement :	G6 et G7		
Objet :	Entretien de 24000 heures		
DESIGNATION DES TRAVAUX			OBSERVATION
<p>ENTRETIEN DE 12000 HEURES : Exécuter l'entretien de 12000 heures</p> <p>ACCOUPLLEMENT ELASTIQUE : Contrôler l'accouplement élastique : Démontez et contrôlez l'accouplement élastique conformément aux recommandations du fabricant.</p> <p>SOUPAPE DE DEMARRAGE PRINCIPALE : Révision générale de soupape de démarrage principale : Remplacer les pièces usées.</p> <p>DISTRIBUTEUR D'AIR DE DEMARRAGE : Révision générale du distributeur d'air de démarrage : Remplacer les pièces usées.</p> <p>TURBOCOMPRESSEUR : Remplacer les paliers de turbocompresseur : Voir les instructions du fabricant</p> <p>AMORTISSEUR DE VIBRATIONS : Contrôler l'amortisseur de vibrations : Démontez et contrôlez l'amortisseur de vibrations, voir les instructions du fabricant.</p>			

Programme d'entretien : 18000h G8

SONABEL		GAMME D'ORDONNANCEMENT		
DPT	Réf. :	Version : 01	Durée : 8 semaines	
SPTN	Date de révision :	Date d'approbation :		
Equipement :	G8 : groupe MAN 18V48/60B			
Organe				
Objet	Entretien 18 000 heures			
DESIGNATION DES TRAVAUX				Observations
<p>CIRCUIT COMBUSTIBLE</p> <ul style="list-style-type: none"> * dépose et nettoyage des filtres combustibles: filtre manuel et automatique du booster, filtre de gavage, filtre des deux pompes d'amenée * entretien des pompes de gavage à faire <p>CIRCUIT HUILE:</p> <ul style="list-style-type: none"> * contrôler l'écoulement d'huile (contrôle visuel) au niveau des pistons, des paliers de tête et de vilebrequin, des engrenages et du turbocompresseur. * contrôler l'écoulement d'huile (contrôle visuel) au niveau des paliers d'arbre à cames, des pompes d'injection et de la distribution des soupapes (dans le boîtier des culbuteurs) * déposer et réviser les pompes à huile de graissage attelées * réviser le groupe/pompe huile de graissage cylindres, le distributeur de bloc * démonter et nettoyer tous les filtres à huile de graissage * entretien du séparateur d'huile (voir fiche de suivi et d'entretien) * nettoyer le réfrigérant d'huile de graissage si nécessaire <p>CIRCUIT D'EAU DE REFROIDISSEMENT (REFROIDISSEMENT DES CYLINDRES ET DES INJECTEURS)</p> <ul style="list-style-type: none"> * contrôler les espaces d'eau de refroidissement, * eau de refroidissement – réfrigérant de retour: nettoyer les espaces d'eau <p>CIRCUIT D'AIR COMPRISE ET D'AIR DE PILOTAGE</p> <ul style="list-style-type: none"> * vérifier la purge du réservoir d'air (bon fonctionnement du purgeur automatique à vérifier) * nettoyer l'intérieur du réservoir d'air comprimé, réparer les vannes (selon la prescription de la société de qualification) * circuit d'air de pilotage: nettoyer le séparateur d'eau et le filtre à air 				

CIRCUIT D'AIR DE SURALIMENTATION:

- * nettoyer le réfrigérant d'air de suralimentation et les pots de purge des condensats
- * dispositif de recirculation de l'air/dispositif d'extraction de l'air: contrôler l'étanchéité des composants du circuit (contrôle visuel), vérifier le bon fonctionnement des éléments de pilotage et de surveillance.

COMMANDE DISTRIBUTION

- * contrôler les roues dentées, mesurer les jeux des dentures

CIRCUIT D'ECHAPPEMENT:

- * dispositif d'extraction des gaz d'échappement: contrôler l'étanchéité des composants du circuit (contrôle visuel). vérifier le bon fonctionnement des éléments de pilotage et de surveillance.
- * tuyauterie d'échappement: contrôler l'étanchéité des raccords à brides et des soufflets de dilatation (contrôle visuel)

DISPOSITIF DE MESURE, DE COMMANDE ET DE REGLAGE:

- * dispositif de commande et d'arrêt: contrôler le bon fonctionnement et les points de commutation
- * contrôler / réparer le détecteur de brouillard d'huile
- * contrôler la température des gaz d'échappement

FONDATION DU MOTEUR / RACCORDS DE TUYAUX

- * boulons de fondation: contrôler la précontrainte
- * appui élastique: déterminer le tassement des éléments élastiques
- * raccords élastiques de tuyaux: remplacer les tuyaux flexibles pour combustible, huile de graissage, eau de refroidissement, vapeur et air comprimé
- * contrôler la bonne position et la précontrainte des assemblages par vis (p. ex. au niveau des conduites de gaz d'échappement et d'air de suralimentation, du réfrigérant d'air de suralimentation du turbocompresseur.

ACCOUPLLEMENT ELASTIQUE / REDUCTEUR POUR L'EQUIPAGE MOBILE

- * accouplement élastique: contrôler l'alignement des flecteurs en caoutchouc
- * contrôler le serrage/la précontrainte des vis d'accouplement
- * contrôler / réparer le vireur

ATTELAGE MOBILE / VILEBREQUIN

- * mesure de déflexion du vilebrequin avant et après révision sur moteur chaud
- * contrôler le jeu axial du palier d'ajustage
- * abaisser un palier par rangée et contrôler l'état des coussinets

- * contrôler la pression de desserrage des vis de palier
- * démonter et contrôler un chapeau de palier de tête de bielle
- * contrôler la pression de desserrage des vis de palier de tête de bielle

PISTON / AXE DE PISTON:

* démonter, nettoyer et contrôler tous les pistons. Mesurer les gorges de segment. Changer tous les segments de piston

* démonter un axe de piston (par rangée de cylindre pour les moteurs en V); contrôler la douille d'axe de piston, mesurer le jeu.

* désassembler un piston (par rangée de cylindres), nettoyer les pièces, rechercher d'éventuels dépôts de calamine dans les zones de refroidissement et les percages de refroidissement. En cas d'épaisseur supérieure à 1 mm, désassembler le piston

CHEMISE DE CYLINDRE

* mesurer les cotes fonctionnelles de toutes les chemises de cylindre et les pierrer

CULASSE DE CYLINDRE:

* démonter, nettoyer et contrôler toutes les culasses

SOUPAPES DE SECURITE:

* soupapes de sécurité dans les couvercles de carter: vérifier que celles –ci fonctionnent librement

* soupapes de sécurité culasse de cylindre: démonter toutes les soupapes, contrôler la pression d'ouverture.

ARBRE A CAMES / PALIER DE L'ARBRE A CAMES / BASCULEUR

* contrôler les cames, les galets et les basculeurs (contrôle visuel)

* contrôler les douilles des balanciers sur 1 cylindre

* démonter 2 paliers d'arbre à cames, contrôler la surface de roulement. contrôler la pression de desserrage des vis de palier.

CULBUTEURS

* contrôler les culbuteurs et ses assemblages par vis (examen visuel)

SOUPAPES D'ADMISSION ET D'ECHAPPEMENT

* contrôle du mouvement rotatif en cours de fonctionnement;

* contrôle des jeux des soupapes

* démonter toutes les soupapes d'admission, contrôler et rectifier les sièges de soupapes

* contrôler les rotateurs de soupapes, changer les pièces usées

* démonter toutes les soupapes d'échappement, contrôler et rectifier les sièges de soupapes

* contrôler les guides de soupapes

VANNE D'ASSERVISSEMENT/SOUPAPE DE LANCEMENT/SOUPAPE PRINCIPAL

160/161/162

- * démonter toutes les vannes d'asservissement de lancement et les réparer
- * démonter et réparer toutes les soupapes de lancement
- * démonter et réparer la soupape principale de lancement

POMPES D'INJECTION:

- * démonter et contrôler une pompe d'injection avec l'entraînement et le basculeur

TRINGLERIE DE REGLAGE DU COMBUSTIBLE

- * graisser tous les paliers et les articulations

SOUPAPE D'INJECTION DE COMBUSTIBLE:

- * démonter les soupapes d'injection, contrôler les injecteurs et remplacer par de nouvelles ou par des régénérées si nécessaire

AEROREFRIGERANTS:

- * lavage à lance incendie (faible pression – gros débit) des aéroréfrigérants à partir du haut

FILTRE A AIR A BAIN D'HUILE AUTOFLO 2000

- * contrôle des rivets des panneaux et nettoyage
- * curage de la boue et remplacement de l'huile

REGULATEUR DE VITESSE:

- * régulateur mécanique et servomoteur booster: changer l'huile et le filtre à huile
- * régulateur mécanique : contrôler l'arbre de commande et les roues dentées
- * régulateur mécanique : charger un atelier spécialisé de la révision du régulateur

Programme d'entretien : 36000h G8

SONABEL		GAMME D'ORDONNANCEMENT	
DPTth	Réf. :		Réf. :
SPTN	Date de révision :		
Equipement :	G8 : groupe MAN 18V48/60B		
Organe			
Objet	Entretien 36 000 heures		
DESIGNATION DES TRAVAUX			Observations
<p>CIRCUIT COMBUSTIBLE</p> <ul style="list-style-type: none"> * dépose et nettoyage des filtres combustibles: filtre manuel et automatique du booster, filtre de gavage, filtre des deux pompes d'amenée * entretien des pompes de gavage à faire * contrôler / réparer le piston d'amortisseur <p>CIRCUIT HUILE:</p> <ul style="list-style-type: none"> * changer l'huile selon les résultats d'analyse * contrôler l'écoulement d'huile (contrôle visuel) au niveau des pistons, des paliers de tête et de vilebrequin, des engrenages et du turbocompresseur * contrôler l'écoulement d'huile (contrôle visuel) au niveau des paliers d'arbre à cames, des pompes d'injection et de la distribution des soupapes (dans le boîtier des culbuteurs) * réparer la pompe à huile de graissage * réviser le groupe/pompe huile de graissage cylindres, le distributeur de bloc et les appareils de surveillance * démonter et nettoyer tous les filtres à huile de graissage * nettoyer le préchauffeur d'huile de graissage (en fonction de la température de séparation pour le débit voulu). confier éventuellement le nettoyage à une entreprise spécialisée). * contrôler, nettoyer et réparer le séparateur d'huile de graissage * vidanger l'huile du séparateur 			

* nettoyer le réfrigérant d'huile de graissage ou le faire faire par une entreprise spécialisée

CIRCUIT D'EAU DE REFROIDISSEMENT (REFROIDISSEMENT DES CYLINDRES ET DES INJECTEURS)

* contrôler les volumes d'eau de refroidissement, nettoyer les circuits à l'aide de produits chimiques (refroidissement des cylindres et des injecteurs). Faire éventuellement le nettoyage par une entreprise spécialisée.

* eau de refroidissement – réfrigérant de retour: nettoyer les volumes de refroidissement, le faire faire éventuellement par une entreprise spécialisée

CIRCUIT D'AIR COMPRISE ET D'AIR DE PILOTAGE

* vérifier la purge du réservoir d'air (bon fonctionnement du purgeur automatique à vérifier)

* nettoyer l'intérieur réservoir d'air comprimé, réparer les vannes (selon la prescription de la société de qualification)

* circuit d'air de pilotage: nettoyer le séparateur d'eau et le filtre à air

CIRCUIT D'AIR DE SURALIMENTATION

* nettoyer le réfrigérant d'air de suralimentation et le côté air ou le faire faire éventuellement par une entreprise spécialisée.

* dispositif de recirculation de l'air/dispositif d'extraction de l'air: contrôler l'étanchéité des composants du circuit (contrôle visuel), vérifier le bon fonctionnement des éléments de pilotage et de surveillance.

CIRCUIT D'ECHAPPEMENT:

* dispositif d'extraction des gaz d'échappement: contrôler l'étanchéité des composants du circuit (contrôle visuel). vérifier le bon fonctionnement des éléments de pilotage et de surveillance.

* tuyauterie d'échappement: contrôler l'étanchéité des raccords à brides et des soufflets de dilatation (contrôle visuel).

DISPOSITIF DE MESURE, DE COMMANDE ET DE REGLAGE:

*dispositif de commande et d'arrêt: contrôler le bon fonctionnement et les

<p>points de commutation</p> <ul style="list-style-type: none">* contrôler / réparer le détecteur de brouillard d'huile * contrôler la température des gaz d'échappement <p>FONDATION DU MOTEUR / RACCORDS DE TUYAUX</p> <ul style="list-style-type: none">* boulons de fondation: contrôler la précontrainte* appui élastique: déterminer le tassement des éléments élastiques * raccords élastiques de tuyaux: remplacer les tuyaux flexibles pour combustible, huile de graissage, eau de refroidissement, vapeur et air comprimé. * contrôler la bonne position et la précontrainte des assemblages par vis (p. ex. au niveau des conduites de gaz d'échappement et d'air de suralimentation, du réfrigérant d'air de suralimentation et du turbocompresseur <p>ACCOUPLLEMENT ELASTIQUE / REDUCTEUR POUR L'EQUIPAGE MOBILE</p> <ul style="list-style-type: none">* accouplement élastique: contrôler l'alignement des flecteurs en caoutchouc * contrôler le serrage/la précontrainte des vis d'accouplement * contrôler / réparer le vireur <p>ATTELAGE MOBILE / VILEBREQUIN</p> <ul style="list-style-type: none">* contrôler l'attelage mobile (contrôle visuel) * vilebrequin: mesurer la déformation élastique des joues <p>PALIER VILEBREQUIN</p> <ul style="list-style-type: none">* contrôler le jeu axial du palier d'ajustage * remplacer tous les coussinets <p>AMORTISSEUR DES VIBRATIONS TORSIONNELLES:</p> <ul style="list-style-type: none">* amortisseur de vibrations de vilebrequin: remplacement * amortisseur de vibrations de l'arbre à cames: remplacement <p>PISTON / AXE DE PISTON</p>	
---	--

<p>* désassembler tous les pistons, nettoyer les pièces, monter des têtes de piston neuves ou révisés</p> <p>* contrôler les douilles d'axe de piston, mesurer les jeux</p> <p>CHEMISE DE CYLINDRES démonter, nettoyer et contrôler toutes les chemises de cylindre; remplacer les anneaux joints</p> <p>CULASSE DE CYLINDRE * démonter, nettoyer et contrôler toutes les culasses</p> <p>SOUPAPES DE SECURITE: soupapes de sécurité dans les couvercles de carter: vérifier que celles-ci fonctionnent librement * soupapes de sécurité culasse de cylindre: démonter toutes les soupapes, contrôler la pression d'ouverture</p> <p>COMMANDE DISTRIBUTION: * contrôler les roues dentées, mesurer les jeux des dentures</p> <p>ARBRE A CAMES / PALIER DE L'ARBRE A CAMES / BASCULEUR</p> <p>* contrôler les cames, les galets et les basculeurs (contrôle visuel) * contrôler les douilles des balanciers * démonter et remplacer tous les paliers d'arbre à cames</p> <p>CULBUTEURS * contrôler les culbuteurs et ses assemblages par vis (examen visuel)</p> <p>SOUPAPES D'ADMISSION ET D'ECHAPPEMENT</p> <p>* contrôle du mouvement rotatif en cours de fonctionnement;</p> <p>* contrôle des jeux des soupapes</p> <p>* démonter toutes les soupapes d'admission, changer les cônes de soupapes et les sièges de soupapes, contrôler les rotateurs de soupapes, changer les pièces usées * démonter toutes les soupapes d'échappement, contrôler et rectifier les sièges de soupapes , contrôler les guides de soupapes</p> <p>REGULATEUR DE VITESSE:</p>	
--	--

<p>* régulateur mécanique et servomoteur booster: changer l'huile et le filtre à huile</p> <p>* régulateur mécanique : contrôler la commande de réglage, c'est à dire contrôler l'arbre de commande et les roues dentées.</p> <p>* régulateur mécanique : charger un atelier spécialisé de la révision du régulateur</p> <p>* régulateur électronique: contrôler le transmetteur d'impulsions quant à l'encrassement et à la distance correcte.</p> <p>VANNE D'ASSERVISSEMENT/SOUPAPE DE LANCEMENT/SOUPAPE PRINCIPALE</p> <p>* démonter toutes les vannes d'asservissement de lancement et les réparer</p> <p>* démonter et réparer toutes les soupapes de lancement</p> <p>* démonter et réparer la soupape principale de lancement</p> <p>POMPES D'INJECTION:</p> <p>* démonter et contrôler toutes les vis de rebondissement (contrôle visuel)</p> <p>* démonter et remplacer toutes les vis de rebondissement</p> <p>* démonter et contrôler une pompe d'injection avec l'entraînement et le basculeur</p> <p>TRINGLERIE DE REGLAGE DU COMBUSTIBLE</p> <p>* graisser tous les paliers et les articulations</p> <p>SOUPAPE D'INJECTION DE COMBUSTIBLE:</p> <p>* démonter les soupapes d'injection, contrôler les injecteurs et remplacer par de nouvelles ou par des régénérées si nécessaire</p> <p>PALIER TETE DE BIELLE</p> <p>* remplacer tous les coussinets</p> <p>AEROREFRIGERANTS:</p> <p>* lavage à lance incendie (faible pression – gros débit) des aéroréfrigérants à partir du haut</p> <p>FILTRE A AIR A BAIN D'HUILE AUTOFLO 2000</p> <p>* contrôle des rivets des panneaux et nettoyage</p>	
---	--

* curage de la boue et remplacement de l'huile		
Consignes de sécurité	<ul style="list-style-type: none"> * vannes d'air de lancement et de sécurité fermée * consigner et condamner les pompes d'amenée et booster fermer les vannes (combustible) entrée et sortie moteur * vidanger l'eau BT et HT du moteur <p>Le groupe doit être consigné avant tout début de travail :</p>	
Pièces de rechange nécessaires		

Programme d'entretien : 4000h des séparateurs

SONABEL

GAMME D'ORDONNANCEMENT

DPTTh	Réf. :	Version : 01
SPTN	Date de révision :	Date d'approbation :
Equipement :	Groupe 8	
Organe	Séparateur d'huile /DDO/HFO	
Objet	Entretien périodique de 4000 heures de marche ou tous les 6 mois	
DESIGNATION DES TRAVAUX		Observations

HUILE :

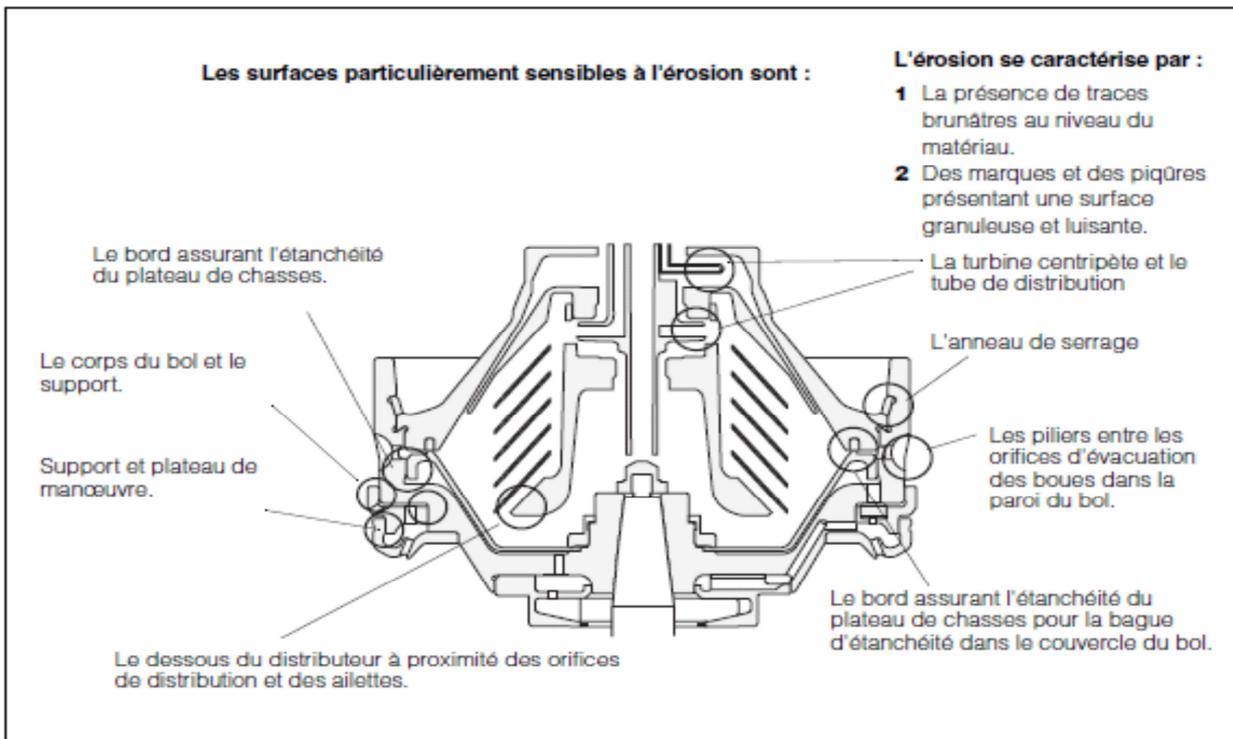
Vidange de l'huile du séparateur

Couvercle du bâti :

- nettoyer toutes les pièces et vérifier l'absence de corrosion (rouille, tâches sombres, piqûres, sillons, fissures, etc.) ;
- changer le joint torique du couvercle du bâti et les joints toriques des tuyaux;
- rechercher les traces d'érosion au niveau du boîtier de raccordement ;

Bol :

- nettoyer toutes les pièces du bol ;
- vérifier l'absence de corrosion, de fissures et d'érosion



- Au niveau du corps du bol : rechercher les traces d'impact et de corrosion, remplacer la bague rectangulaire, les joints toriques et les vis et les rondelles du support ;

Plateau coulissant de manœuvre : remplacer la bague rectangulaire et les clapets de soupape ;

Plateau de chasses : remplacer le joint rectangulaire ;

Conduites d'entrée et de sortie : changer les joints toriques et le joint anti-projections

Tube de distribution : changer les joints toriques et les roulements ;

Couvercle du bol : changer le joint d'étanchéité et le joint torique ;

Bague de l'eau de manœuvre : changer le joint d'étanchéité et les vis

Trou de vidange et de remplissage d'huile : changer le joint torique

Goupille d'huile : changer le joint torique

Consignes de sécurité	Le séparateur doit être consigné avant tout début de travail
Pièces de rechange nécessaires	

Programme d'entretien : 12000h des séparateurs

SONABEL DPT SPTN	GAMME D'ORDONNANCEMENT	
	Réf. :	Version : 01
	Date de révision :	Date d'approbation :
Equipement :	Groupe 8	
Organe	Séparateur d'huile /DDO/HFO	
Objet	Entretien périodique de 12000 heures de marche ou tous les 18 mois	

DESIGNATION DES TRAVAUX	Observations
<p>Couvercle du bâti :</p> <ul style="list-style-type: none"> - nettoyer toutes les pièces et vérifier l'absence de corrosion (rouille, tâches sombres, piqûres, sillons, fissures, etc.) ; - changer le joint torique du couvercle du bâti et les joints toriques des tuyaux; - rechercher les traces d'érosion au niveau du boîtier de raccordement ; - mesure de contrôle de la turbine centrifète ; - vérifier la hauteur des bagues de réglage ; <p><u>Bol :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - nettoyer toutes les pièces du bol ; - vérifier l'absence de corrosion, de fissures et d'érosion <div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;">Les surfaces particulièrement sensibles à l'érosion sont :</p> <p style="text-align: right;">L'érosion se caractérise par :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 La présence de traces brunâtres au niveau du matériau. 2 Des marques et des piqûres présentant une surface granuleuse et luisante. </div>	

- Au niveau du corps du bol : rechercher les traces d'impact et de corrosion, remplacer la bague rectangulaire, les joints toriques et les vis et les rondelles du support ;

Plateau coulissant de manœuvre : remplacer la bague rectangulaire et les clapets de soupape ;

Plateau de chasses : remplacer le joint rectangulaire ;

Conduites d'entrée et de sortie : changer les joints toriques et le joint anti-projections

Tube de distribution : changer les joints toriques et les roulements ;

Couvercle du bol : changer le joint d'étanchéité et le joint torique ;

Bague de l'eau de manœuvre : changer le joint d'étanchéité et les vis

Trou de vidange et de remplissage d'huile : changer le joint torique

Goupille d'huile : changer le joint torique

Dispositif de commande :

- nettoyer toutes les pièces et vérifier l'absence de traces de corrosion et de fissures ;
- boîte à roulements inférieure : remplacer le joint torique ;
- support de bague labyrinthe : remplacer le joint labyrinthe et le joint torique;
- boîte à roulements supérieure : changer les ressorts ;
- changer la courroie plate ;
- arbre du bol : pré lubrifier et changer les roulements à bille ; pré-lubrifier et changer le roulement à rouleaux à rotule ; lubrifier l'arbre et mesurer le jeu axial.
- orifice de l'huile de lubrification : changer le joint torique ;
- couvercle de palier à collet : changer le joint torique ;
- bague de protection : changer le joint torique ;
- conduite d'admission d'eau : changer le joint torique ;
- couvercle de l'eau de manœuvre : changer le joint d'étanchéité et joint torique ;
- ventilateur : changer le joint torique ;

Accouplement :

- nettoyer toutes les pièces, rechercher les traces de corrosion et de fissures ;
- moyeu d'accouplement : Changer les roulements à bille à une rangée et changer les joncs ;
- blocs de friction : changer les blocs de friction s'ils sont usés ; nettoyer les plaquettes si elles sont grasses.

Moteur électrique :

- lubrifier

Programme d'entretien : 2000h compresseur 30bar

SONABEL		GAMME D'ORDONNANCEMENT	
DPTn	Réf. :	Version : 01	
SPTN	Date de révision :	Date d'approbation :	
Equipement :	Réseau air comprimé 30 bar G8		
Organe	Compresseur 30 bar à moteur diesel		
Objet	Entretien périodique 2000 heures		

DESIGNATION DES TRAVAUX	Observations
<p><u>Côté du moteur diesel :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) vidanger l'huile de graissage 2) décalaminer le moteur 3) Nettoyer l'élément filtrant du filtre à air ; 4) remplacer l'élément du filtre à huile ; 5) vérifier les jeux de soupapes ; 6) vérifier les injecteurs et le calage de la pompe à carburant; 7) changer le filtre à carburant ; 8) remplacer la courroie du ventilateur et nettoyer et inspecter le ventilateur ; 9) rechercher les fuites, les fissures et autres dommages sur les circuits d'échappement et d'admission <p><u>Côté compresseur :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) vidanger l'huile de graissage 2) enlever les soupapes des deux cylindres, rechercher des traces de calamine; nettoyer les soupapes ou les réparer si nécessaire 3) examiner l'accouplement flexible entre le compresseur et le moteur 4) vérifier les amortisseurs de vibration, les raccords flexibles, 5) vérifier le fonctionnement du clapet de sûreté; le nettoyer et le régler si nécessaire 6) vérifier tous les raccords de tuyauterie 7) s'assurer que tout l'automatisme fonctionne correctement 8) nettoyer le filtre à air 9) vérifier le serrage de tous les boulons et écrous 	

Programme d'entretien : 10000h compresseur 30bar

SONABEL	GAMME D'ORDONNANCEMENT	
DPTb	Réf. :	Version : 01

SPTN	Date de révision :	Date d'approbation :
Équipement :	Réseau air comprimé 30 bar G8	
Organe	Compresseur 30 bar à moteur diesel	
Objet	Entretien périodique 10000 heures	
DESIGNATION DES TRAVAUX		Observations
<p><u>Côté du moteur diesel :</u> Révision générale du moteur à effectuer</p> <p><u>Côté compresseur :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) vidanger l'huile de graissage 2) enlever les soupapes des deux cylindres, les examiner, nettoyer ou remplacer les pièces si nécessaire ; 3) examiner l'accouplement flexible entre le compresseur et le moteur ; 4) vérifier les amortisseurs de vibration, les raccords flexibles, 5) vérifier le fonctionnement du clapet de sûreté; le nettoyer et le régler si nécessaire ; 6) vérifier tous les raccords de tuyauterie ; 7) s'assurer que tout l'automatisme fonctionne correctement ; 8) nettoyer le filtre à air ; 9) vérifier le serrage de tous les boulons et écrous ; 10) démonter les cylindres, pistons et bielles. Examiner les parois des cylindres, les pistons et les segments. Nettoyer et remplacer toute pièce usée ou endommagée; examiner les paliers de pied et de tête de bielle ; 11) démonter les tubes de refroidissement du compresseur et les nettoyer ; 12) vérifier l'usure des paliers ordinaires de vilebrequin en mesurant le jeu latéral de ce dernier. 		

Programme d'entretien : 6000h compresseur 7bar

SONABEL	GAMME D'ORDONNANCEMENT	
DPTTh	Réf. :	Version : 01
SPTN	Date de révision :	Date d'approbation :
Équipement :	Réseau air comprimé 7 bar G6-G7	
Organe	Compresseur 7 bar	

Objet	Entretien périodique 6000 heures	
	DESIGNATION DES TRAVAUX	Observations
	<ol style="list-style-type: none"> 1) vidanger l'huile de graissage 2) remplacer le filtre à huile 3) remplacer le filtre à air 4) nettoyer le refroidisseur 5) serrer les connexions du moteur et du contacteur 6) remplacer le séparateur d'huile 	MOBIL RARUS 427 ou SHELL CORENA P100

Programme d'entretien : annuel compresseur 7bar

SONABEL	GAMME D'ORDONNANCEMENT	
DPTn	Réf. :	Version : 01
SPTN	Date de révision :	Date d'approbation :
Equipement :	Réseau air comprimé 7 bar G6-G7	
Organe	Compresseur 7 bar	
Objet	Entretien périodique : annuel	
	DESIGNATION DES TRAVAUX	Observations
	<ol style="list-style-type: none"> 1) vidanger l'huile de graissage 2) remplacer le filtre à huile 3) remplacer le filtre à air 4) nettoyer le refroidisseur 5) serrer les connexions du moteur et du contacteur 6) remplacer le séparateur d'huile 7) vérifier le fonctionnement de la vanne de sécurité 8) remplacer les joints d'étanchéité et les membranes des vannes 	MOBIL RARUS 427 ou SHELL CORENA P100

<p>9) nettoyer le tamis et l'étrangleur du conduit de retour d'huile</p> <p>10) vérifier et serrer les raccords et les vis</p> <p>11) vérifier et serrer les raccords des tuyaux flexibles</p>	
--	--