



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Université Aboubekr Belkaïd-Tlemcen
Faculté de technologie
Département de Génie mécanique



Mémoire de Master

Spécialité : Maintenance Industrielle

Thème :

Amélioration du circuit hydraulique des turbines
à gaz « MS5001 PA » installées à El Gassi
El Agreb SonaHess

Présenté par : **CHERIF Omar**

Devant le jury composé de :

Président : **Mr. KERBOUA.B.**

1^{er} Examineur : **Mr. ALIANE.K.**

2^{ème} Examineur : **Mr. ZINAÏ.A.**

Encadreur : **Mr. SEBBANE.O**

Co-Encadreur : **Mr. BENNAI.M**

Année universitaire : 2011 - 2012



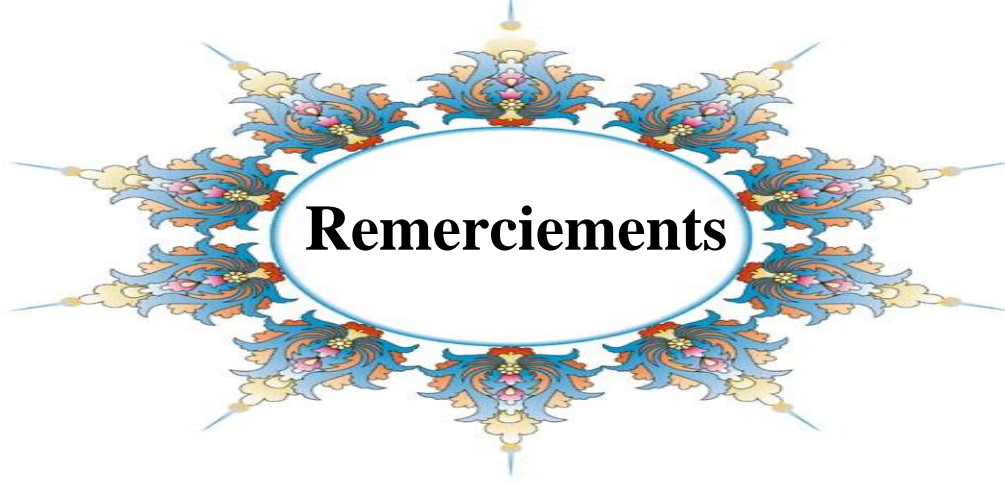
Je dédie ce mémoire aux êtres les plus proches au monde :

✚ Mes parents.

En témoignage de l'amour, du respect et de la gratitude que je leur porte, je les remercie pour le soutien et les encouragements qu'ils m'ont toujours apporté.

✚ A toute ma famille, grande et petite.

✚ A mes très chers amis.



Je remercie ALLAH le Tout puissant de m'avoir donné le courage, la volonté et la patience de mener à terme ce présent travail.

J'exprime mes sincères remerciements :

❖ A Mon Encadreur **Mr. SEBBANE.O**, Professeur à l'Université Aboubekr Belkaïd Tlemcen, qui m'a dirigé durant ce travail avec beaucoup de soin de patience.

❖ A Mon Co-Encadreur **Mr. BENNAI.M**, responsable de la centrale électrique de centre El zotti au champ El Gassi El Ageb (SonaHess, Hassi Massoud), qui a contribué à la réalisation de ce travail.

❖ Aux Messieurs les membres du jury :

- **Président : Mr.KERBOUA.B.**
- **1^{er} Examineur : Mr.ALIANE.K.**
- **2^{ème} Examineur : Mr.ZINAÏ.A.**

Pour leur honorable présence afin d'examiner mon travail.

RESUME

Le circuit hydraulique actuel des turbines MS 5001PA de la centrale électrique d'el Gassi SonaHess présente certaines insuffisances et inconvénients.

Alors, pour remédier à cette situation, respecter le standard, les procédures et les spécification de GE (General Electric) et augmenter le niveau de sécurité; nous avons proposé d'installer une pompe hydraulique auxiliaire entraînée par un moteur (courant alternative) avec toutes l'instrumentation et le software MarkVI nécessaire.

ABSTRACT

The present hydraulic circuit of turbines MS 5001PA of the electric power station of Gassi el present SonaHess some insufficiencies and inconveniences.

Then, to remedy this situation, to respect the switchboard, procedures and the specification of GE (General Electric) and to increase the level of security; we proposed to install a driven auxiliary hydraulic pump by a motor (current alternative) with all instrumentation and the software necessary MarkVI.

ملخص

المسار الهيدروليكي للتربينات « MS5001 » الموجودة في المحطة الكهربائية للحقل البترولي القاسي العقرب لسوناهااس يعاني من نقائص و سلبيات

و لعلاج هذه الحالة , و إحترام المقاييس , و خصائص جنيرال إليكتريك و رفع مستوى الأمان إقترحنا تركيب مضخة هيدروليكية يشغلها محرك يعمل بتيار متناوب مع جميع الأنظمة للنظام الأوتوماتيكي مرك6

Liste des abréviations

Nomenclature

Liste des figures

Liste des tables

Introduction

- 1.1. Introduction générale.....1
- 1.2. Présentation de l'entreprise.....2

Chapitre 1 : Généralité sur l'hydraulique Industriel

- 1.1. Introduction.....9
- 1.2. Les circuits de transport des liquides.....9
- 1.3. Les pompes centrifuges.....10
- 1.4. Les circuits hydrauliques de transmission de puissances.....11
- 1.5. Les constituants d'un circuit hydraulique.....13
- 1.6. Les récepteurs hydrauliques.....32
- 1.7. Les éléments de liaisons.....37

Chapitre 2 : Présentation du procédé(PGP) et description de la turbine MS5001 PA

- 2.1. Généralités sur Centrale électrique (PGP).....41
- 2.2. Circuit fuel gaz.....44
- 2.3. Description de la turbine a gaz.....50
- 2.4. Système de lubrification.....53
- 2.5. Système ratchet hydraulique.....54
- 2.6. Circuit hydraulique actuel.....57
- 2.7. la révision de 24 kh pour la turbine MS 5001PA (GT- 2)69
- 2.8. Les inconvénients du circuit hydraulique actuel.....77

Chapitre 3 : Système de contrôle des turbines MarkVI

- 3.1. Historique et l'évolution technologique des systèmes de contrôles speedtronic.....80
- 3.2. La philosophie de speedtronic Mark VI.....81
- 3.3. panneau de commande81
- 3.4. Architecture Mark VI82
- 3.5. General Software Description.....87
 - 3.5.1. Mark VI software.....87
 - 3.5.2. Boucle de contrôle SRV.....90

3.5.3. Network et communication.....	91
Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique	
4.1. Introduction.....	93
4.2. Choix d'une pompe hydraulique volumétrique à palette (PH-2/88HQ)	94
4.3. Installation de la pompe auxiliaire PH-2(88HQ)	96
4.4. Description du fonctionnement de la pompe auxiliaire PH-2.....	98
4.5. Instrumentation et La logique de la pompe hydraulique PH-2(88HQ) dans le MarkVI.....	99
4.6. Les transmetteurs de pression.....	100
4.7. L'actionneur de la pompe hydraulique auxiliaire PH-2 (88HQ)	101
4.8. Programmation des nouvelles séquences dans le Mark VI.....	103
4.9. les avantages et le gain de cette amélioration.....	130
Conclusion.....	131
Bibliographie	
Annexes	

Introduction

1. Introduction générale

Le rejet de gaz NO_x qui provient de la combustion des turbines génératrices de la centrale électrique d'el Gassi SonaHess présente certaines insuffisances et inconvénients.

La centrale électrique d'el Gassi SonaHess à Hassi Massoud, provoque la pollution dans l'atmosphère et forme une couche sous la couche d'ozone qui fait réfléchir les rayons solaires dans l'atmosphère vers la terre et de la terre vers l'atmosphère en continuité sous l'effet de serre provoquant la pollution dans l'atmosphère.

Pour limiter la pollution conformément aux conventions internationales, nous sommes appelé à limiter le rejet de gaz.

Cependant, la société SonaHess prévoit d'apporter des modifications dans le circuit fuel gaz au niveau des chambres de combustion (système DLN), pour y faire face.

Mais pour faire cette modification on est obligé de faire d'abord une modification sur le circuit hydraulique qui commande aux vannes de gaz (SRV et GCV) et les aubes directrices. La chute de pression, dans le circuit hydraulique qui ne contient pas de moyen de protection peut engendrer un trip (arrêt brusque) qui peut être fatal à la turbine.

Le personnel de la centrale électrique est obligé de procéder à des pratiques non conformes pour la calibration des servovalves (SRV- GCV- IGV) ; ce qui peut provoquer l'endommagement des équipements et augmenter le risque des accidents suite aux accès fréquents du personnel aux compartiments auxiliaires de la turbine et l'inhibition de certaines sécurités MKVI lors des calibrations.

Alors, pour remédier à cette situation, il faut procéder à l'amélioration du circuit hydraulique actuel, respecter le standard et les spécifications de GE (General Electric) et augmenter le niveau de sécurité.

Nous proposons d'installer une pompe hydraulique auxiliaire entraînée par un moteur (courant alternatif) avec toutes l'instrumentation et le software MKVI nécessaire pour remédier aux chutes de pression et assurer le bon fonctionnement de la turbine.

2. Présentation de l'entreprise

2.1. Situation géographique [3]

Le champ Gassi El Agreb (GEA) est situé à 700 km au sud d'Alger et à 100 km au sud ouest de Hassi Messaoud, à une altitude de 190 m au dessus de la mer.

Il est composé de trois centres et une base du vie :

- El Gassi 1 (GS1): Dans ce centre on trouve :
 - Séparation
 - Stockage
 - Expédition (Expedition)
 - Pistonner (Boosting)
 - produit de l'eau (Produced water)
 - Système de l'Optimisation de l'huile (OOS (Oil Optimization System))
- Zotti : Ce centre est composé des unités suivantes :
 - Séparation
 - Déshydratation
 - Stabilisation
 - Pistonner (Boosting)
 - Gaz lift
 - Miscible flood
 - Dilution d'eau
 - Centrale électrique (PGP)
- El Agreb , constitué des unités suivantes :
 - AR2 : Injection d'eau & Injection des produits chimiques.
 - AR6 : Séparation, unité de dilution, unité de production et transfert d'eau.
 - WA : Séparation, unité dilution, unité production et injection d'eau

Introduction

En 2000 Sonatrach et Amerada Hess ont signé un contrat de type «partage de production» et ont créé le groupement **SonaHess** (durée : 20 ans, possibilité de prorogation de 5 ans.).

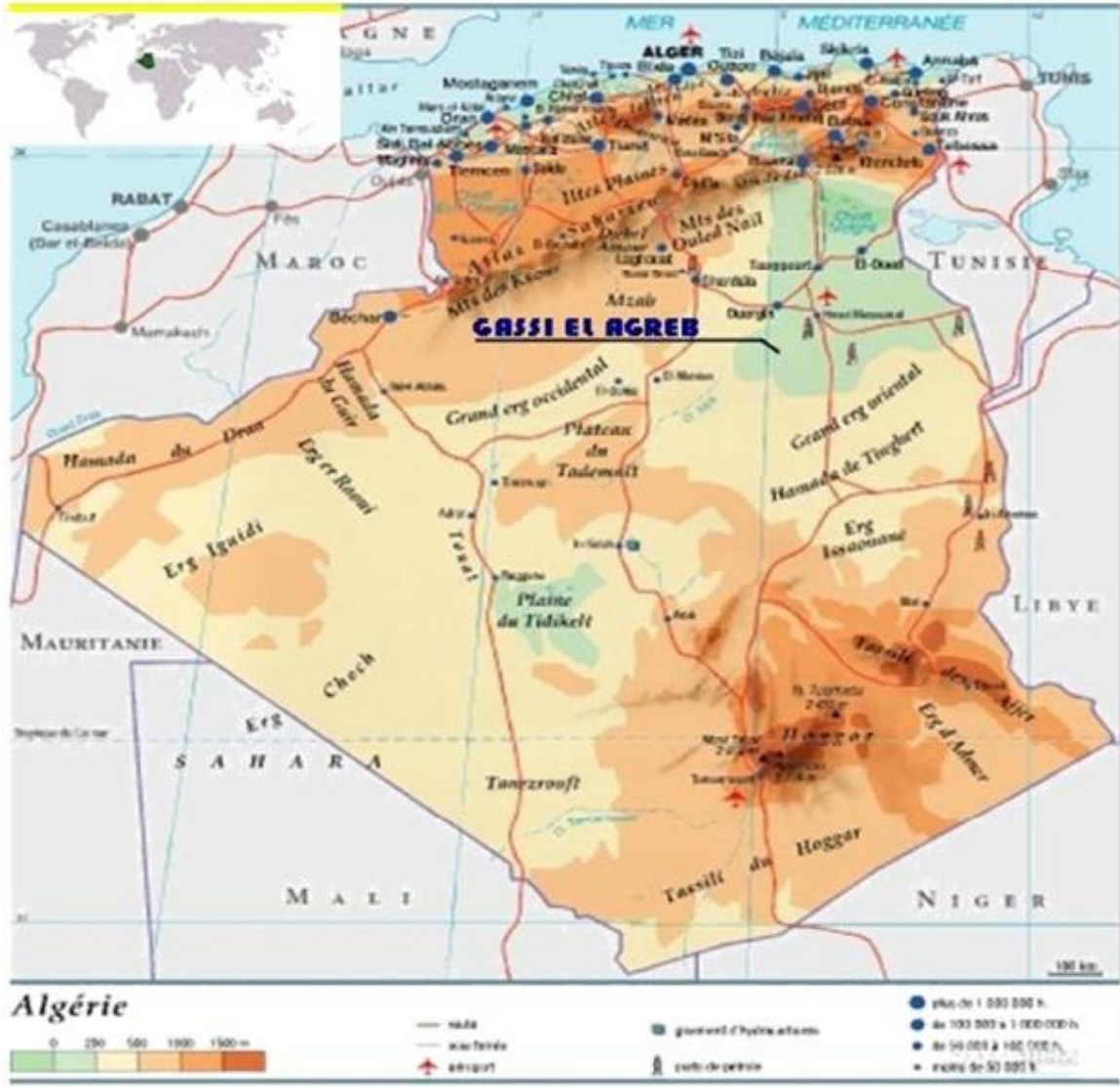


Fig.1. Situation Géographique du Champ GEA [3]



Fig.2. Base de vie du champ El Gassi [3]



Fig.3. Base de vie du champ El Gassi et le centre el Gassi [3]

Introduction

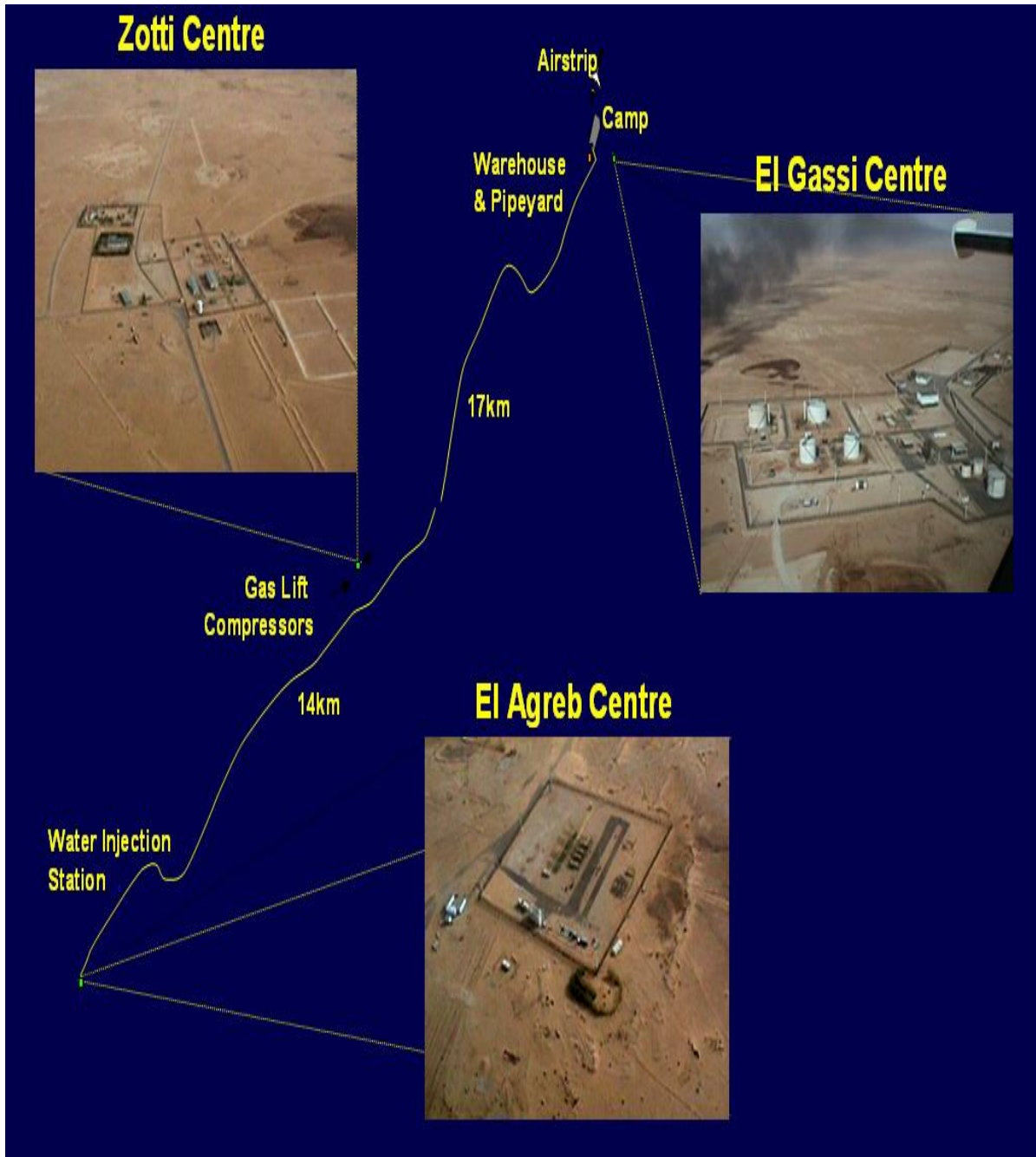


Fig.4.Les centres du champ El Gassi [3]

Introduction

2.2. Organigramme du Groupement SonaHess [3]

Le champ d'El Gassi est organisé de la manière suivante :

- Direction Générale :
 - ❖ Direction Finance
 - ❖ Direction HSE
 - ❖ Direction Logistique
 - ❖ Direction Opération
 - ❖ Direction Engineering



Fig.5.organigramme de groupement Sonahess [3]

2.3. Production du champ GEA [3]

Avec le démarrage du projet GCR (Gas Compression & Réinjection),

la production du champ GEA s'est maintenue à une moyenne de 52 000 barils par jour (fin de l'année 2010).

Une moyenne d'une soixantaine de puits producteurs d'huile est répartie sur le champ d'El Agreb (34 puits) , El gassi (24 puits) et Zotti (05 puits)

Introduction

Production J

GEA Historique de Production

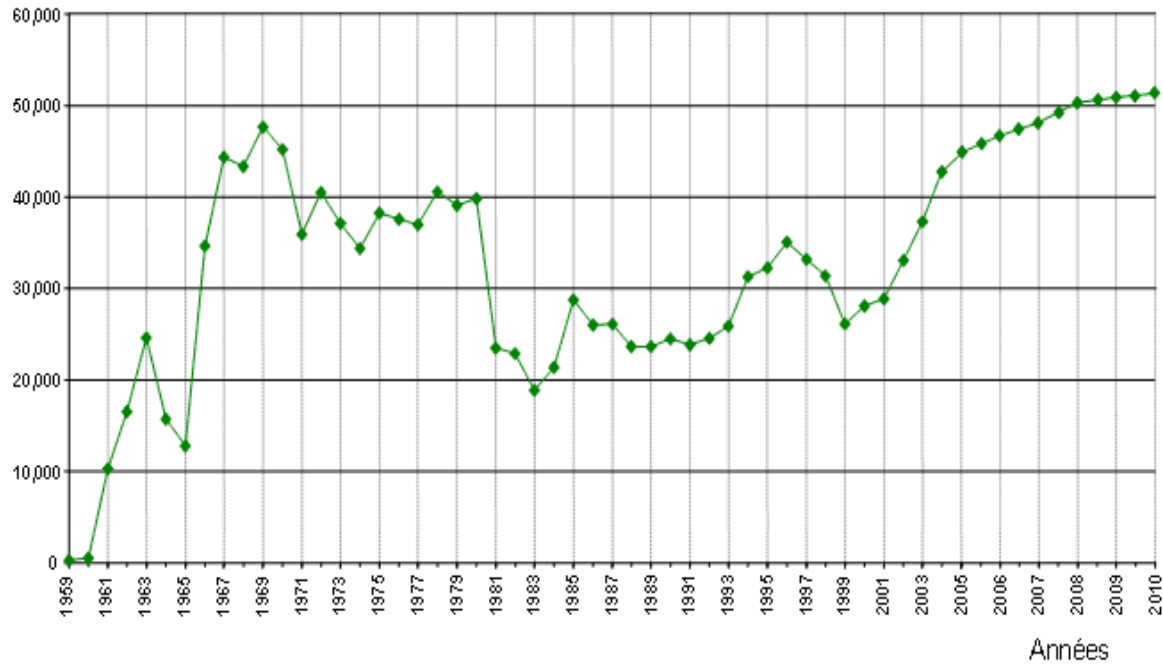


Fig.6. Production du champ GEA [3]

Tab.1.les puits du champ GEA [3]

Gisement	El-Gassi	El-Agreb	Zotti	Total
Puits Forés	53	68	24	145
Puits Producteurs d'huile en service	24	34	05	63
Puits Injecteurs Gaz	13	00	00	13
Puits Producteurs Eau	00	11	00	11
Puits Injecteurs Eau	00	09	00	09
Puits fermés	16	14	19	49

Chapitre 1 : Généralité sur l'hydraulique Industriel

1.1. Introduction [8]

L'hydraulique industriel, c'est un domaine très vaste, alors on s'intéresse d'abord aux composants essentiels participant à la réalisation de circuits hydrauliques :(pompes, distributeurs, vérins, limiteur de pression, limiteur de débit...).

Ce chapitre présente les caractéristiques de ces composants et les notions de base des systèmes hydrauliques.

1.2. Les circuits de transport des liquides [8]

- Description générale :

Un circuit de transport permet de déplacer un liquide d'une source à un réservoir de stockage.

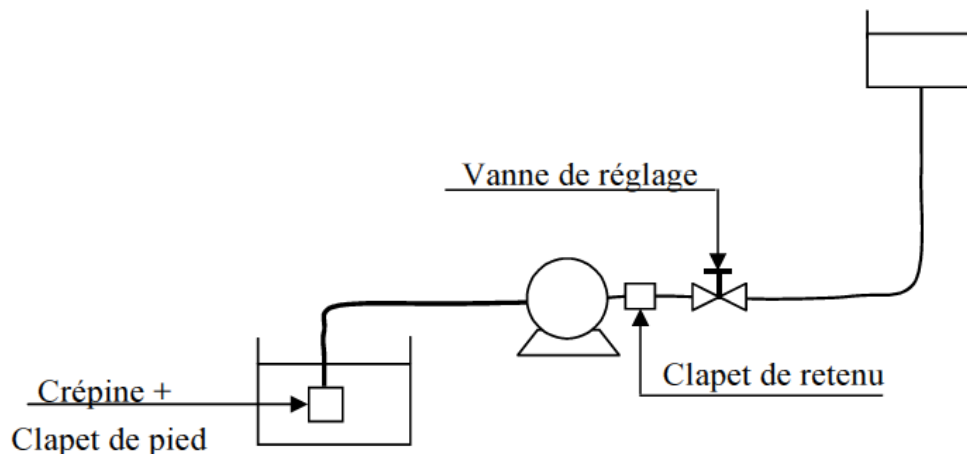


Fig.1.1.circuit de transport [8]

- Composition

Un circuit de transport de liquide se compose essentiellement :

- D'un réservoir source de liquide (puits)
- D'une pompe (centrifuge).
- D'un réservoir de stockage (citerne)
- D'une tuyauterie qui relie les différents constituants.

Chapitre 1 : Généralité sur l'hydraulique Industriel

- Un circuit de transport de liquide peut comprendre aussi :
- Une vanne de réglage de débit placé sur la conduite de refoulement
- Une crépine + un clapet de pied placés à l'extrémité basse de la conduite d'aspiration.
- Un clapet de retenu placé à la sortie de la pompe pour empêcher le retour du liquide, il est utilisé pour des grandes hauteurs de refoulement.

1.3. Les pompes centrifuges

✚ Principe de fonctionnement :

Le mouvement du liquide résulte de l'accroissement d'énergie qui lui est communiqué par la force centrifuge.

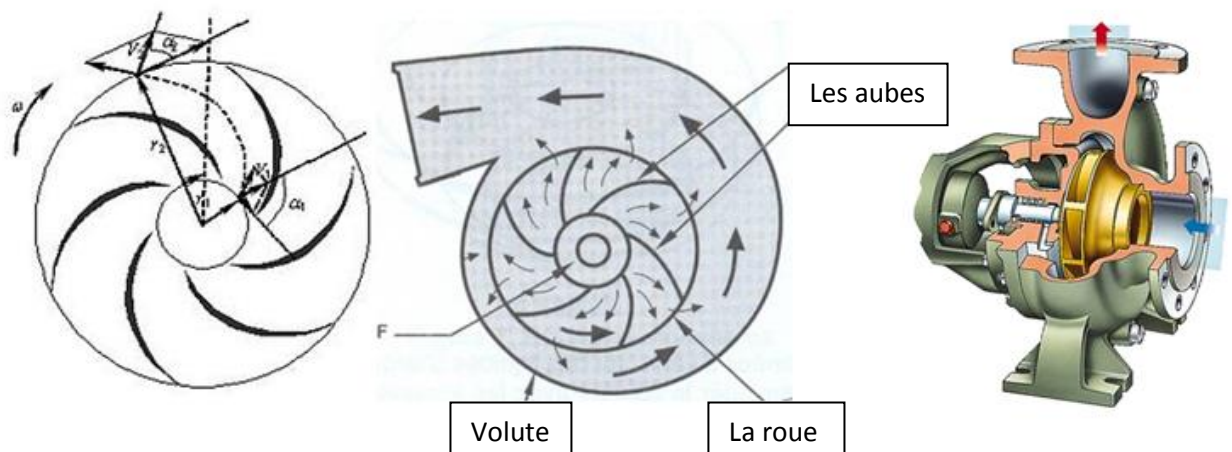


Fig.1.2. pompe centrifuge [8]

Une pompe centrifuge est constituée par:

- une roue à aubes tournante autour de son axe, appelée impulseur.
- un distributeur dans l'axe de la roue.
- un collecteur de section croissante, en forme de spirale appelée volute.

1.4. Les circuits hydrauliques de transmission de puissances [8]

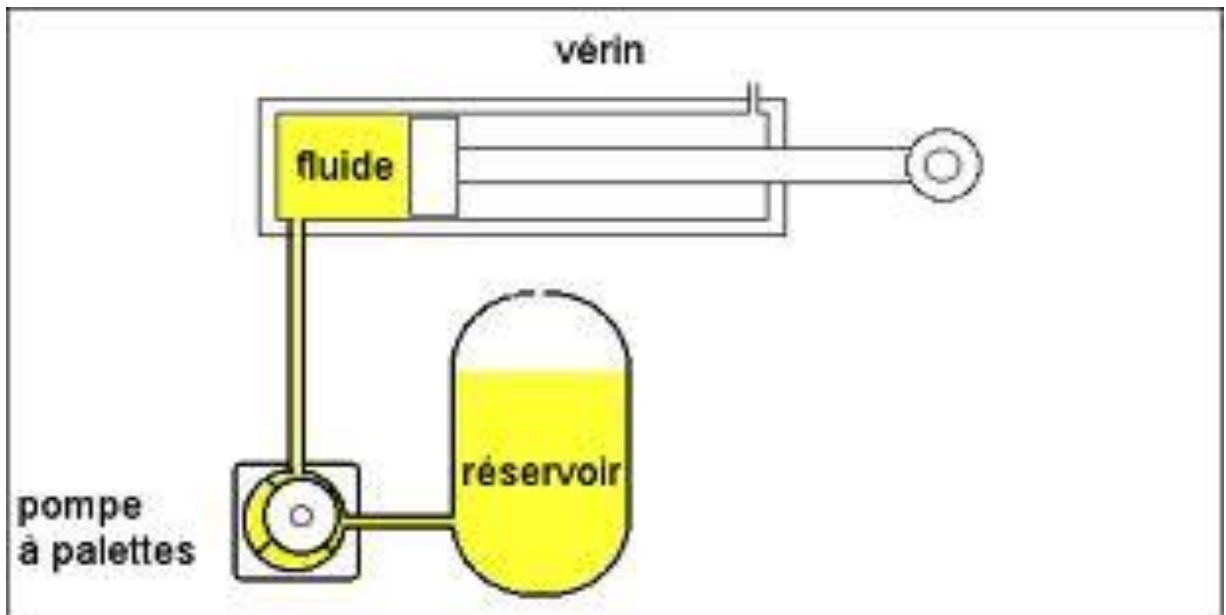


Fig.1.3. Installation hydraulique industrielle [8]

- Description générale

Un circuit d'hydraulique industriel est représenté schématiquement par des symboles conventionnels normalisés. Le rôle d'un schéma hydraulique est de donner un moyen pratique et simple de représentation d'une installation hydraulique

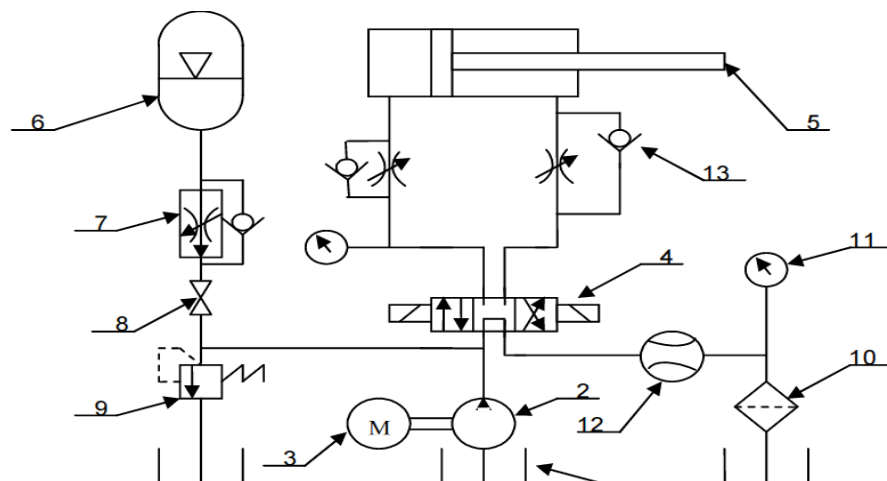


Fig.1.4.Exemple d'un schéma d'une installation hydraulique [8]

Chapitre 1 : Généralité sur l'hydraulique Industriel

Tab.1.1.désignation et fonction des composants de circuit[8]

Rép.	Désignation	Fonction
1	Réservoir	Stocker le fluide
2	Pompe hydraulique	Générer la puissance hydraulique
3	Moteur électrique	Actionner la pompe
4	Distributeur 4/3	Distribuer la puissance hydraulique au vérin
5	Vérin double effet	Transformer la puissance hydraulique en puissance mécanique
6	Accumulateur	Stocker l'énergie hydraulique et la restituer en cas de besoin
7	Régulateur de débit	Régler le débit et la vitesse du fluide
8	vanne	Distribuer ou interrompre le passage du fluide
9	Limiteur de pression	Protéger l'installation contre les surpressions
10	filtre	Empêcher les impuretés de s'infiltrer dans les organes sensibles
11	Manomètre	Indiquer la valeur de la pression
12	débitmètre	Indiquer la valeur de débit
13	Clapet anti-retour	Autoriser le passage du fluide dans un seul sens

Un schéma hydraulique représente toujours l'équipement en position repos ou initiale, il nous permet de comprendre l'installation dans le but surtout de détecter les défaillances et par suite savoir ou on doit intervenir.

- **Constitution d'un circuit industrielle [8]**

Un circuit hydraulique industriel est constitué de 3 zones :

- **1^{ère} zone Source d'énergie** : c'est un générateur de débit. (*centrale hydraulique*)
- **2^{ème} zone Récepteur hydraulique** : transforme l'énergie hydraulique en énergie mécanique. (*vérin, moteur hydraulique*)
- **3^{ème} zone Liaison** : entre les deux zones précédentes. On peut trouver dans cette zone :
 - Des éléments de distribution (*distributeur*).

Chapitre 1 : Généralité sur l'hydraulique Industriel

- Des éléments de liaison (*tuyaux*).
- Des accessoires (*appareils de mesure, de protection et de régulation*).

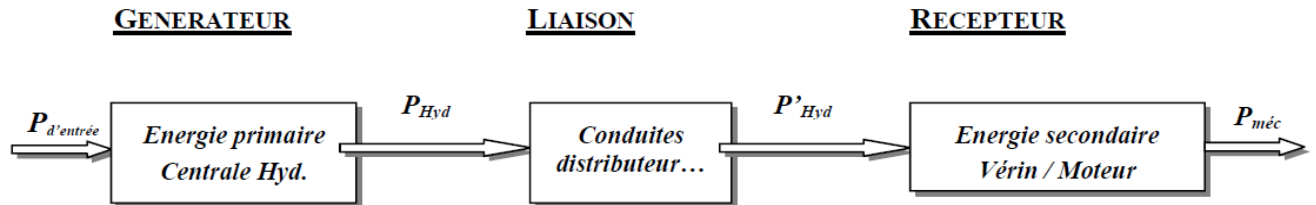


Fig.1.5. schéma d'un circuit de transmission de puissance[8]

1.5. Les constituants d'un circuit hydraulique [8]

1.5.1. Définition d'une Centrale hydraulique (voir fig.1.6 et fig.1.7)

La centrale hydraulique (*appelé aussi groupe hydraulique*) est un générateur de débit et de pression. La pression augmente lorsqu'il y a résistance à l'écoulement.

Elle est constituée essentiellement d'un réservoir d'huile, d'un moteur et d'une pompe et d'un système de filtration.

- ✚ **Réservoir** : il permet le stockage de l'huile, protection contre des éléments qui peuvent le polluer, et le refroidissement ;
- ✚ **Système de filtration** : il est utilisé pour éliminer les impuretés et les particules solides du fluide ;
- ✚ **Pompe** : sa fonction consiste à :
 - Générer un débit de liquide
 - Mettre sous pression l'huile sous forme d'énergie hydraulique.

Une centrale hydraulique doit contenir aussi d'autres composants (*filtre, limiteur de pression, manomètre, ...*).

1.5.2. Composition d'une centrale hydraulique [8]

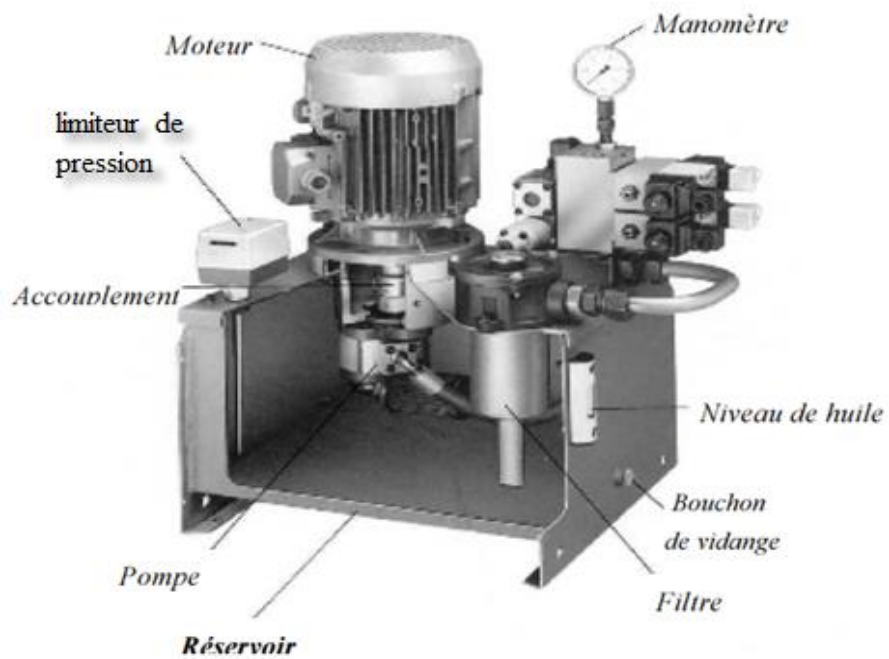


Fig.1.6.Centrale hydraulique [8]

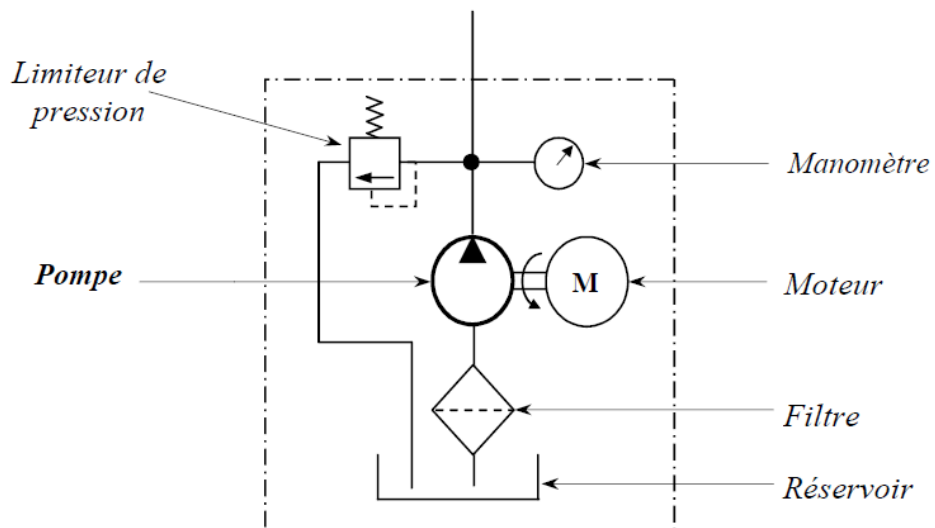


Fig.1.7.Centrale hydraulique [8]

1.5.2.1.Hypothèses de pannes

❖ Bruits excessifs dans l'ensemble d'un circuit :

Tab.1.2.les cause et remèdes des pannes dans le circuit hydraulique [8]

Défauts constatés	Causes possibles vérifier	Remèdes
! Pompes Cavitation	a- crépine défectueuse.Fig.1.8	-Nettoyer ou changer.
	b- Pas de pression atmosphérique dans le réservoir.	-Nettoyer le filtre à air.
	c- Huile trop froide ou trop visqueuse. Fig.1.9	-Vérifier la température extérieure.
	d- Pompe tournant trop vite.	-Vérifier la fréquence de rotation de moteur électrique.
! Bruits mécaniques	a- Pompe usée, endommagée.	-Voir le nombre d'heure de service
	b- Bruit de clapet.	- Démontet et changer.
	c- Bruit de roulement.	- Manque de lubrification.
	d- Particule abrasive dans l'huile.	- Vidange d'huile.

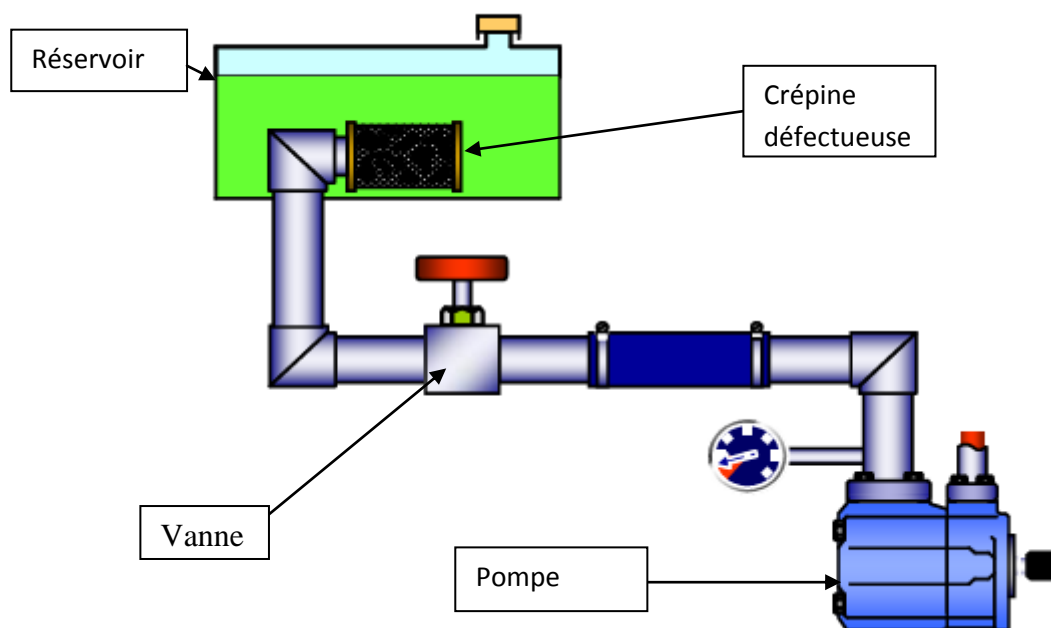


Fig.1.8.un circuit hydraulique [8]

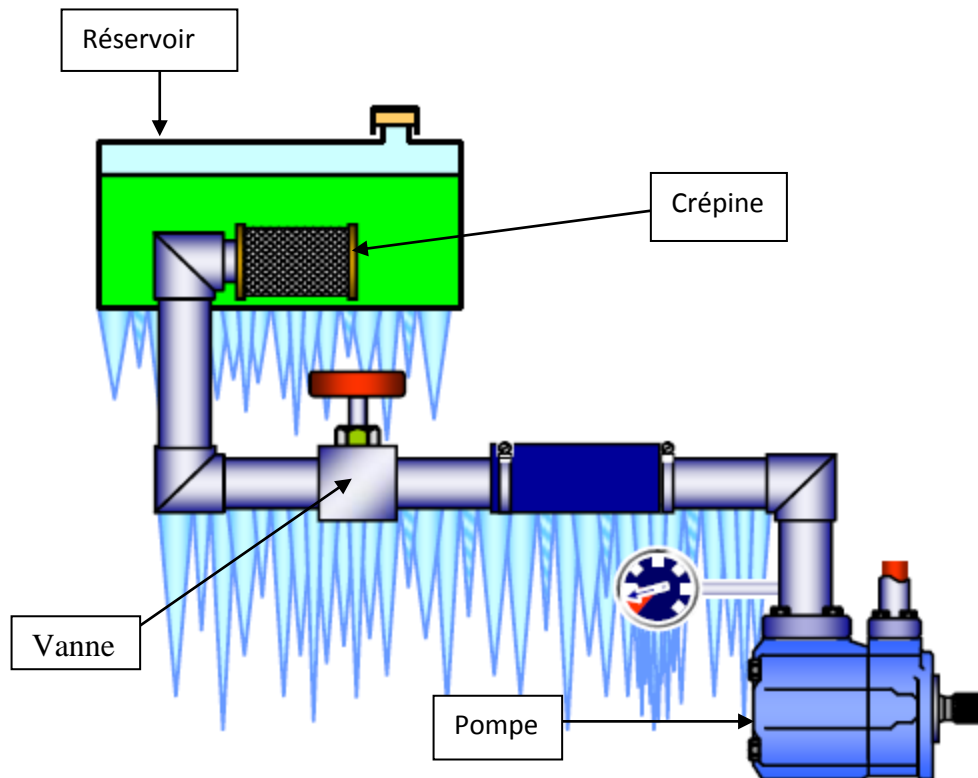


Fig.1.9.un circuit hydraulique à l'état froid de fonctionnement [8]

❖ Pression et débits insuffisants, débits nuls :

Tab.1.3.les cause et remèdes des pannes dans le circuit hydraulique [8]

Défauts constatés	Causes possibles vérifier	Remèdes
! Défaillance de la pompe. ! Température de la pompe très élevée.	-Pompe endommagée. -Système de refroidissement insuffisant ou à prévoir.	-A isoler pour vérification. -S'assurer de débit de l'eau.
! Pression réduite (irrégulière ou trop basse)	-Réducteur de pression de taré ou endommagé.	-Monter un manomètre et vérifier la pression.
! Débit nul	-Mécanisme de la machine bloqué. -Pompe n'aspire plus. -Pompe tourne en sens inverse	-Vérifier les organes mécaniques. -Nettoyer ou changer. -Connexion électrique à inverser.
! Débit insuffisant	-Fuite extérieure dans le circuit.	-Rechercher la fuite.

1.5.2.2. Le système de filtration [8]

Si on analyse les pannes se produisant sur les installations hydrauliques, on constate qu'un grand nombre de celles-ci proviennent du mauvais état du fluide hydraulique.

L'huile sous pression, circulant dans l'installation, véhicule toutes sortes d'impuretés peuvent être abrasives ou non abrasives. Dans tous les cas, il faut absolument les éliminer, car elles provoqueront des pannes et une usure anormale des composants amenant rapidement des fuites. C'est le rôle de la filtration.

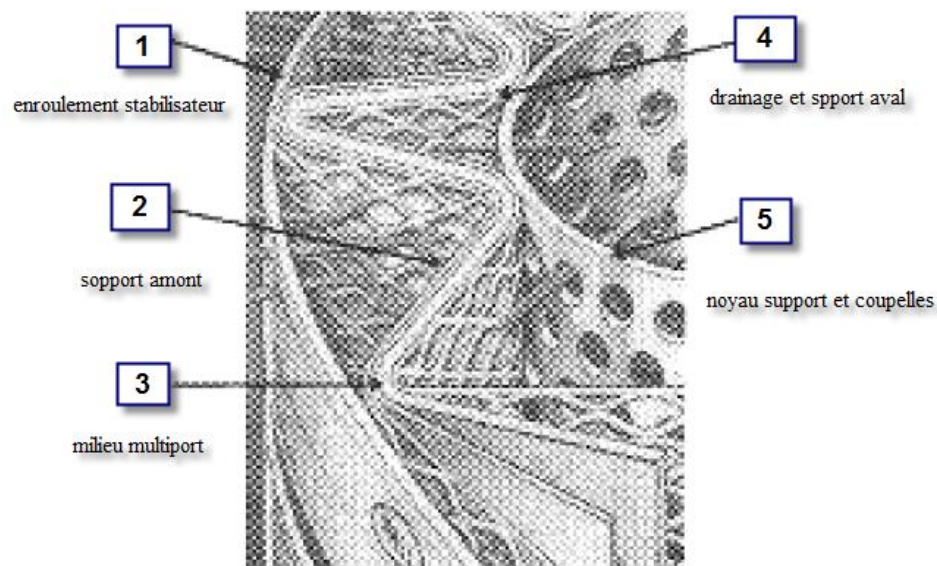


Fig.1.10. Constitution d'un filtre [8]

✚ La filtration de l'huile hydraulique peut se faire à l'aide :

- De crépines (grosses particules).
- De filtres (particules fines).

1.5.2.2.1. L'emplacement des filtres dans le circuit hydraulique

Dans le circuit hydraulique, la filtration peut s'effectuer :

✚ **Sur la haute pression** : le montage du filtre se fait sur la conduite de refoulement de la pompe. Cette filtration est efficace :


Chapitre 1 : Généralité sur l'hydraulique Industriel

- Elle protège les composants hydrauliques.
- Arrête les débris provenant de l'usure des pompes.
- Agit en filtre de sécurité devant un composant sensible.

Sur le retour :

Le montage du filtre se fait sur la conduite de retour. La totalité de l'huile est filtrée. Il permet de :

- Récupérer les débris provenant de l'usure des composants ou du circuit en général.
- Maintenir le niveau de propreté du système dans le cas ou il existe des risques importants de pollution ingérée.

 **Sur l'aspiration :** Cette filtration doit protéger la pompe. Elle est assez grossière et ne peut arrêter que les grosses particules. Elle se fait à l'aide de crépine.

1.5.2.2. Les types de filtre dans un circuit hydraulique

Tab.1.4.les types de filtres [8]

Filtre de sécurité	Filtre de pollution
But : Protection d'un composant très sensible a la pollution.	But : Maintenir le niveau de propreté de fluide à une valeur satisfaisante.
Dimensionnement : Efficacité en fonction de la sensibilité du seul composant à protéger. Taille du filtre en fonction du débit qui le traverse.	
Position : Le plus proche possible du composant à protéger. Montage flasque si possible.	Position : Sur une ligne importante du circuit ; il est impératif que ce filtre traite une grande partie de fluide en opération

Une filtration de sécurité n'a pas pour objet de maintenir le niveau de propreté d'un système. Elle doit toujours être conçue en fonction de la filtration de dépollution qui l'accompagne.

Chapitre 1 : Généralité sur l'hydraulique Industriel

1.5.3. La pompe hydraulique [8]

1.5.3.1. Généralités

La pompe est destinée à transformer une énergie mécanique fournie par un moteur, en énergie hydraulique. Son rôle se limite à aspirer l'huile de réservoir et de la refouler.

La pompe fournit un débit. Elle est donc **un générateur de débit**.

1.5.3.2. Les caractéristiques générales d'une pompe:

Une pompe se caractérise par :

- son débit
- sa cylindrée
- son rendement
- Son sens de rotation
- Sa vitesse de rotation

A. Débit :

C'est le volume d'huile que la pompe peut fournir pendant l'unité de temps pour une vitesse de rotation établie.

Q : débit, en litres /minute (l/min)

B. Cylindrée :

Elle correspond au volume d'huile théorique débitée par tour en cm^3 ou en litre. Donc le débit Q correspond à la cylindrée par la vitesse de rotation.

$$\text{Cyl} = Q / N \dots \dots \dots [8]$$

Avec Q : débit, en litres /minute (l/min)

Cyl : Cylindrée, en litres (l/tr) ou en cm^3/tr ;

N : vitesse de rotation, en tours /minute (tr/min).

C. Rendements :

- La puissance hydraulique à la sortie d'une pompe, traitant le débit volumique

Q est : $\text{PH} = \Delta P \cdot Q \dots \dots \dots [8]$

avec Q : débit, en m^3/s

Chapitre 1 : Généralité sur l'hydraulique Industriel

$\Delta P = P_s - P_e$: La différence de pression entre l'entrée et la sortie de la pompe et P_e et P_s en Pascal (Pa).

- La puissance donnée à la pompe par le moteur dont l'axe tourne à la vitesse ω et transmet un couple C, s'écrit :

$$P_a = C \cdot \omega \dots \dots \dots [8]$$

C : moment du couple appliqué à l'arbre d'entraînement de la pompe (N.m),

ω : La vitesse angulaire de l'arbre d'entraînement de la pompe (rad/s),

P_a : La puissance absorbée par la pompe.

Ces deux relations permettent d'exprimer le **rendement global** d'une pompe :

$$\eta_g = \frac{P_H}{P_a} = \frac{\Delta P * Q}{C * \omega} \dots \dots \dots [8]$$

Pour affiner notre connaissance d'une pompe volumétrique, on peut définir le **rendement volumétrique** : rapport du débit réel au débit théorique, (qui permettra de connaître les fuites) ;

$$\eta_v = \frac{Q}{Q_{th}} = \frac{Q}{Cyl * N} \dots \dots \dots [8]$$

$$Q_{th} = Cyl * N \dots \dots \dots [8]$$

Q_{th} : C'est le débit théorique ;

N : C'est la vitesse de rotation

D. Le rendement mécanique : c'est le rapport du couple théorique au couple réel (qui permettra de connaître les pertes mécaniques : Frottement).

Le produit de ces deux rendements est évidemment le rendement global :

$$\eta_g = \eta_{vp} * \eta_{mp} \dots \dots \dots [8]$$

E. Vitesse de rotation :

La vitesse de rotation maximale en fonctionnement continu (dite vitesse nominale) est principalement limitée par la capacité de la pompe d'aspirer le fluide dans certaines conditions spécifiques. En d'autres termes, on fixe la valeur de la vitesse nominale de telle sorte que tout risque de cavitation soit écarté.

1.5.3.3. Les symboles

tab.1.5. les symboles des pompes hydrauliques [8]

Pompes à débit constant		Pompes à débit variable	
à un sens de flux	à deux sens de flux	à un sens de flux	à deux sens de flux

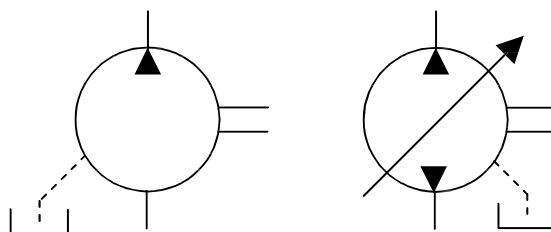


Fig.1.11. Symboles des pompes [8]

Le trait interrompu court représente le drain (drainage externe). C'est une canalisation qui récupère le débit de fuite, inévitable à cause des jeux fonctionnels, et qui l'envoie au réservoir.

1.5.4. Classification des pompes

On classe les pompes en deux grandes familles :

- ✚ Les pompes non volumétriques ; dans lesquelles la chambre d'admission et la chambre de refoulement où le fluide est expulsé ne sont

pas séparées l'une de l'autre par des pièces mécaniques rigides.

- ✚ Les pompes hydrodynamiques (volumétriques), dans lesquelles la chambre d'admission est séparée par des pièces mécaniques rigides de la chambre de refoulement, ce qui assure l'étanchéité entre ces deux chambres.

1.5.4.1. Les pompes volumétriques

A. Principe :

Une pompe volumétrique se compose d'un corps de pompe parfaitement clos (*stator*) à l'intérieur duquel se déplace un élément mobile rigoureusement ajusté participant à la circulation du fluide à l'intérieur de la pompe. Ce déplacement est cyclique. D'autres éléments mobiles destinés à mettre en mouvement les éléments précédents.

Pendant un cycle, un volume de liquide pénètre dans un compartiment avant d'être refoulé.

B. Description :

Un volume de fluide V_0 (équivalent à la cylindrée) est emprisonné dans un espace donné et contraint à se déplacer, de l'entrée vers la sortie de la pompe à chaque cycle. Le volume V_0 est prélevé sur le fluide contenu dans la conduite d'aspiration, d'où une dépression qui fait avancer le fluide vers la pompe, assurant ainsi son amorçage (*auto-amorçage*).

- **Remarque** : La pression ne doit pas s'abaisser en dessous de la pression de vapeur saturante du liquide, pour éviter son ébullition et l'apparition du phénomène de cavitation.

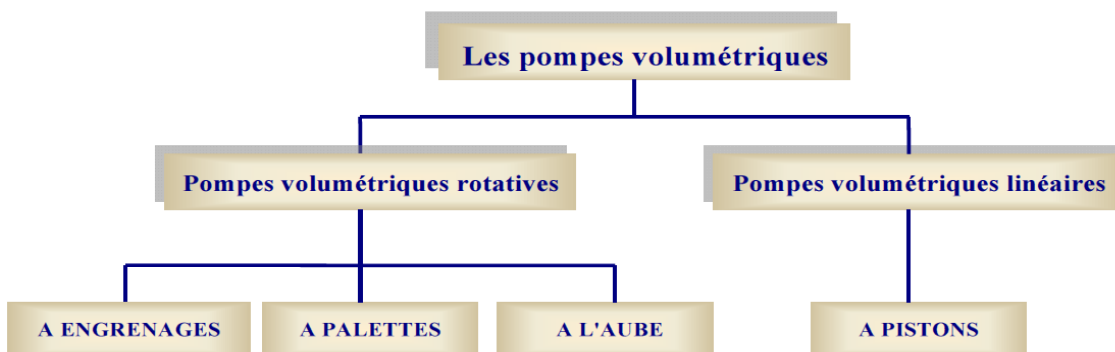


Fig.1.12.classification des pompes [8]

1.5.4.1.1. Les pompes volumétriques rotatives

Ce sont les pompes les plus utilisées.

A. La pompe à engrenages :

A.1). La pompe à engrenages extérieures :

Fonctionnement : Elle est constituée de deux engrenages tournant à l'intérieur du corps de pompe. Le principe consiste à aspirer le liquide dans l'espace compris entre deux dents consécutives et à le faire passer vers la section de refoulement (*La rotation d'un pignon entraîne la rotation en sens inverse de l'autre, ainsi une chambre se trouve à l'aspiration, l'autre au refoulement*).

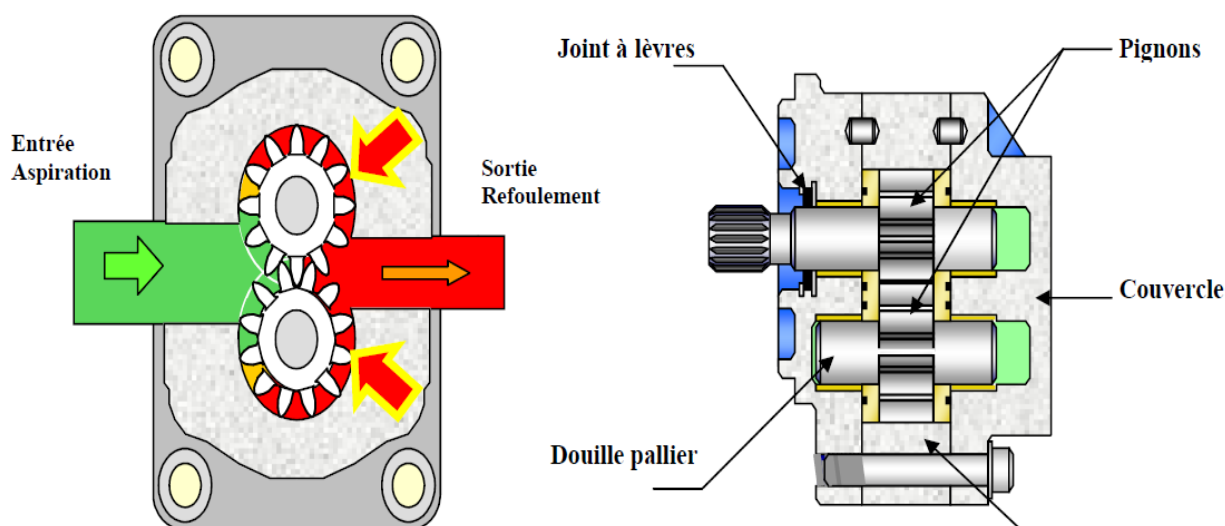


Fig.1.13.Pompe à engrenages extérieures [8]

Tab.1.6.les avantages et les inconvénients de la Pompe à engrenages extérieures [8]

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Débit régulier. - Pas de clapets nécessaires. - Marche de la pompe réversible. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nombreuses pièces d'usure - Pas de particules solides dans cette pompe, ni de produits abrasifs ; la présence de traces de solide ayant pour effet d'accélérer l'usure mécanique des pignons et de diminuer l'étanchéité entre le corps de pompe et les dents.

A.2). Les pompes à engrenages intérieures :

Ces pompes existent aussi avec une roue à denture intérieure

(*Couronne dentée*) engrené à un pignon. Dans ce cas la pompe peut disposer d'une pièce intermédiaire en forme de croissant pour séparer entre l'entrée et la sortie permettant ainsi de diminuer les fuites internes et d'augmenter la pression de service.

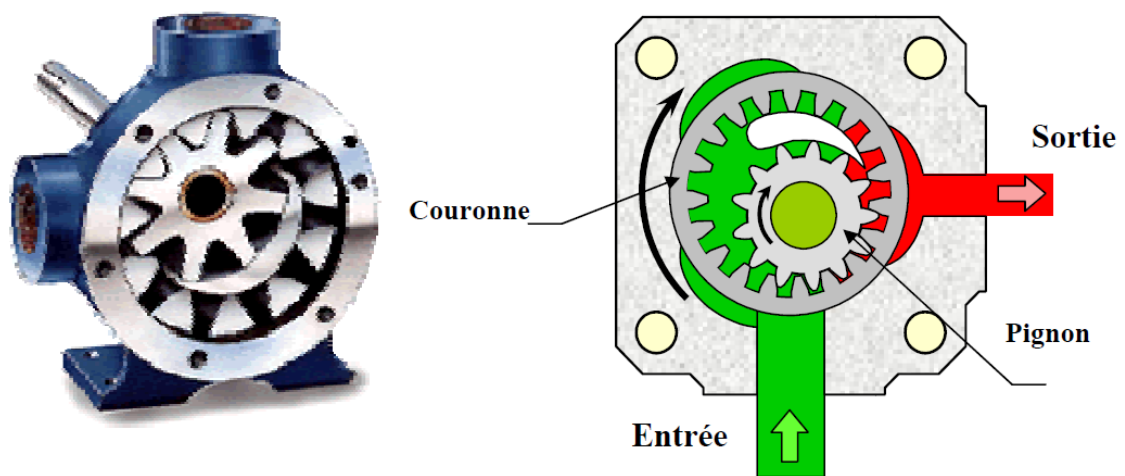


Fig.1.14.Pompe à engrenages intérieures [8]

+ Caractéristiques de la pompe à engrenage à denture intérieure :

- Cylindrée : 250 cm³/tour maxi
- **Pression de service : 250 bars maxi**
- Peu de pièces en mouvement
- Faible encombrement
- Combinaison possible de plusieurs pompes
- Aptitude à tourner vite : de 300 à 3000tr/min
- Bruit de fonctionnement très faible
- Rendement élevé : 0,9

B. Les pompes à palettes :

B.1).Pompes à palettes à cylindrée fixe :

Un corps cylindrique fixe (stator) communique avec les orifices d'aspiration et de refoulement. A l'intérieur se trouve un cylindre plein, le rotor, tangent intérieurement au corps de la pompe et dont l'axe est excentré par rapport à celui du stator. Le rotor est muni de 2 à 8 fentes diamétralement opposées deux à deux, dans lesquelles glissent des palettes que des ressorts appuient sur la paroi interne du stator. Le mouvement du rotor fait varier de façon continue les différentes capacités comprises entre les cylindres et les palettes en créant ainsi une aspiration du liquide d'un côté et un refoulement de l'autre.

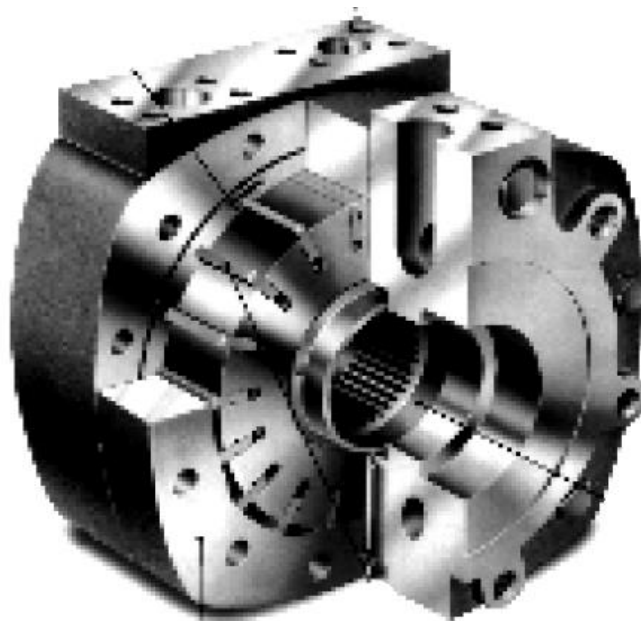


Fig.1.15.Pompes à palettes à cylindrée fixe [8]

Caractéristiques et utilisation :

Ce sont des pompes caractérisées par des débits allant jusqu'à $100 \text{ m}^3/\text{h}$ et des pressions au refoulement de $4 \text{ à } 8 \text{ bars}$. Elles conviennent aux liquides peu visqueux.

Chapitre 1 : Généralité sur l'hydraulique Industriel

Tab.1.7.les avantage et les inconvénients des Pompes à palettes à cylindrée fixe [8]

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">- Pas de brassage, ni d'émulsionnage du liquide pompé.- Débit régulier.- Marche réversible de la pompe	<ul style="list-style-type: none">-Usure du corps par frottement des palettes.

La rotation du rotor entraîne celle des palettes dont les extrémités sont continuellement en contact avec le stator aux points Ci, grâce à la force centrifuge. Outre, des ressorts de compression poussent les bases des palettes.

B.2).Pompes à palettes à cylindrée variable (autorégulatrice):

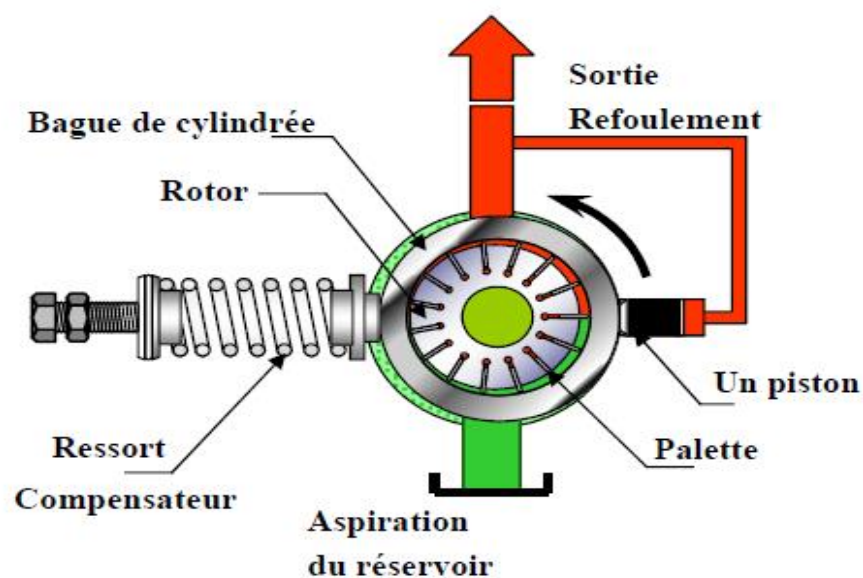


Fig.1.16.Pompes à palettes à cylindrée variables [8]

✚ Caractéristiques d'une pompe à palettes à cylindrée variable:

- Cylindrée : 100 cm³/tour maxi
- Pression de service : 160 bars maxi
- Auto-aspirante
- Pompe double ou triple
- Régulation optimale du débit
- Faible bruit de fonctionnement et de
- Construction simple

Chapitre 1 : Généralité sur l'hydraulique Industriel

- Nécessite une filtration efficace
- Rendement de 0,9 avec rotor équilibré

1.5.4.1.2. Les pompes volumétriques alternatives :

Tous les types de pompes à pistons reposent sur le même principe de fonctionnement mouvement alternatif des pistons dans un alésage doté de deux orifices destinés à l'aspiration et au refoulement. Selon la disposition des axes des pistons, plusieurs configurations de pompes peuvent exister :

A. Les pompes à piston :

✚ Fonctionnement :

Son principe est d'utiliser les variations de volume occasionné par le déplacement d'un piston dans un cylindre. Ces déplacements alternativement dans un sens ou dans l'autre produisent des phases d'aspiration et de refoulement. Quand le piston se déplace dans un sens le liquide est comprimé: il y a fermeture du clapet d'admission et ouverture du clapet de refoulement. Le fonctionnement est inverse lors de l'aspiration du liquide dans la pompe. Une membrane est parfois liée au piston.

✚ Caractéristiques et utilisation :

Elles ne conviennent que pour des débits moyens de l'ordre de $80 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. L'intérêt des membranes est l'utilisation avec des produits chimiques corrosifs, abrasifs ou acides. La pression au refoulement peut aller jusqu'à 25 bars.

Tab.1.8. les avantages et les inconvénients des Pompes à piston [8]

Avantages	Inconvénients
<i>- Fonctionnement à sec sans dommage.</i>	<i>- Débit limité.</i>
<i>- Bon rendement (> 90%).</i>	<i>- Viscosités assez faibles.</i>
	<i>- pompage de particules solides impossible: la pompe ne fonctionne bien que si l'étanchéité est parfaite entre le</i>

- Il existe des pulsations importantes au refoulement : on peut remédier à ceci en utilisant des dispositifs de pots anti béliers.

B. Pompe à pistons en ligne

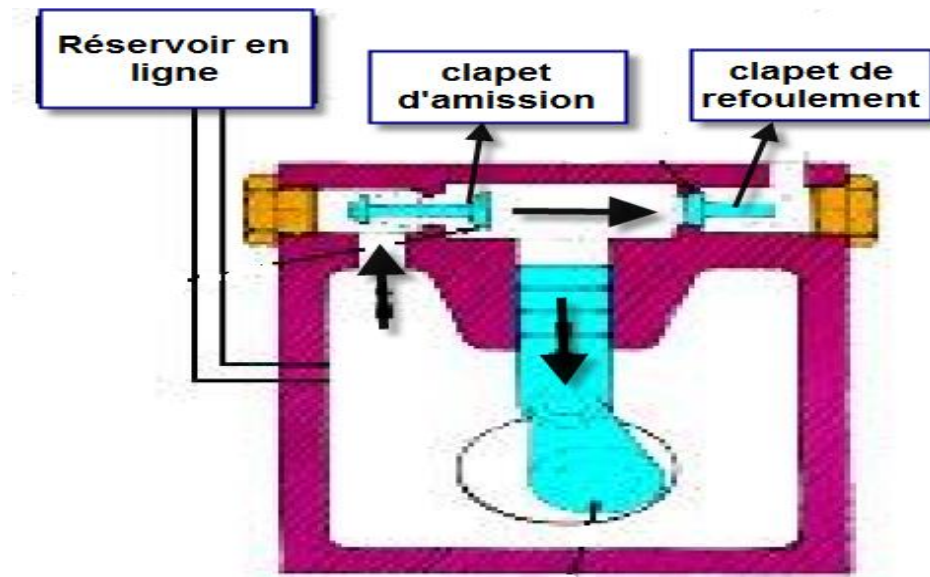


Fig.1.17. Pompe à pistons en ligne [8]

- C'est une pompe à cylindrée fixe.
- Son rendement peut atteindre les 97 %
- Les pressions de service peuvent être supérieures à 500 bars.
- Elle est de construction simple

C. Pompe à pistons axiaux:

✚ Fonctionnement :

Au moment où le plateau pivote, il pousse les pistons en décrivant une course en forme de cône. Les pistons y pénètrent en aspirant le liquide pour ensuite l'expulser vers l'utilisation.

Les axes des pistons sont parallèles entre eux et l'axe principal de la pompe. Les bielles sont en liaisons rotules avec le plateau incliné d'un angle α (fixe ou variable) qui set à l'origine des mouvements alternatifs des pistons.

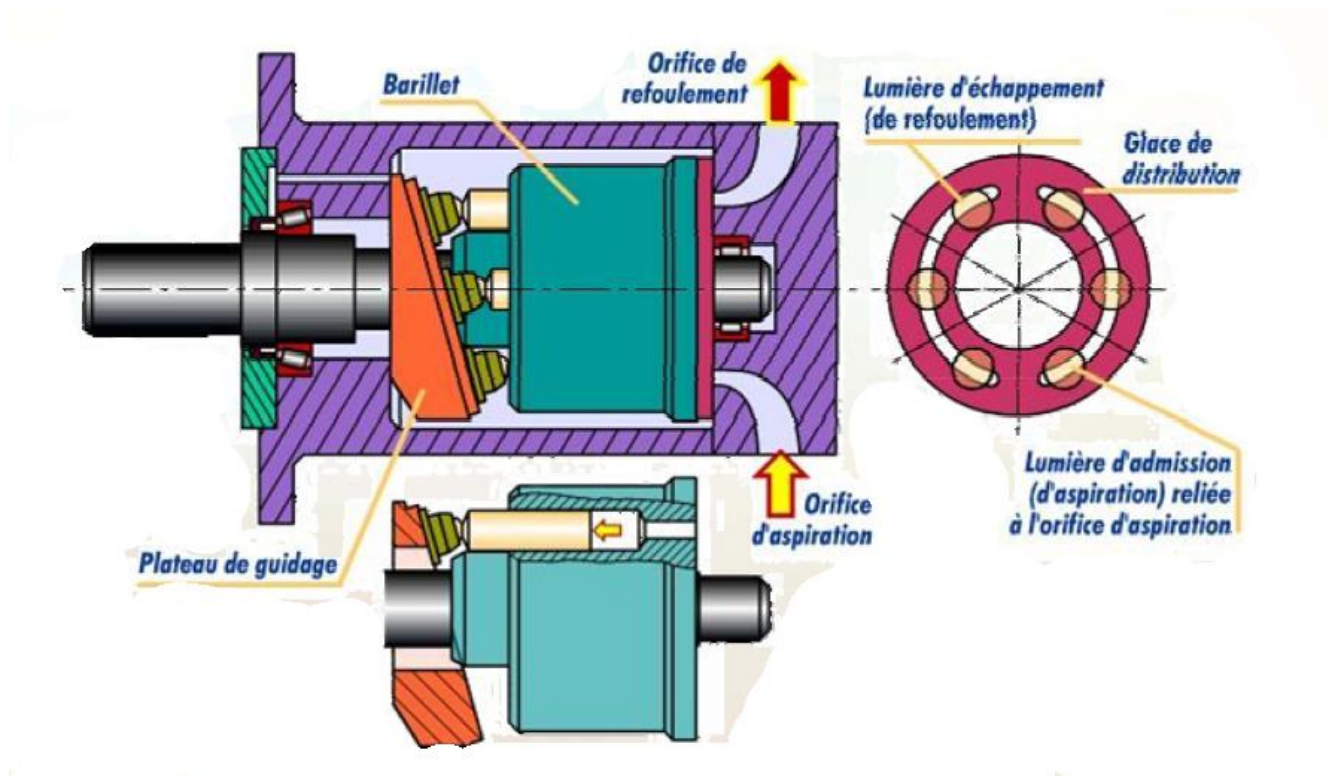


Fig.1.18.Pompe à pistons axiaux [8]

✚ Caractéristiques des pompes à pistons axiaux:

- Cylindrée : $500 \text{ cm}^3/\text{tour}$ maxi
- Pression de service : 350 bars maxi
- Rendement de 0,9 et durée de vie très importante
- Faible inertie des pièces en mouvement
- Le débit est plus stable (moins de pulsation)
- Nécessite une filtration efficace (de 10 à 20 μ) car le jeu interne est très faible
- Peut être utilisé en moteur hydraulique.

D. Pompes à pistons radiaux :

✚ Description :

Les pistons sont disposés radialement au stator, leurs axes sont perpendiculaires à l'arbre d'entraînement principal.



Fig.19. Pompes à pistons radiaux [8]

✚ Caractéristiques d'une pompe à pistons radiaux :

- Cylindrée : 250 cm³/tour maxi
- Pression de service : 350 bars maxi
- Rendement de 0,90 et durée de vie très importante
- Nécessite une filtration efficace (de 10 à 20 μ) car le jeu interne est très faible
- Peut être utilisé en moteur hydraulique
- Prix élevé.

1.5.4.2. Diagnostics de pannes sur les pompes hydrauliques

✚ Pompes à engrenages :

Tab.1.9. défaut et cause de panne [8]

Défauts constatés	Causes possibles
1- Faces latérales des flasques côtés pignons rayées.	➔ Mauvaise filtration. ➔ Manque d'huile.
2- Arrachement de métal sous forme de "cratères" côté aspiration.	➔ <u>Cavitation.</u>
3- Rupture des flasques paliers.	➔ Pression de refoulement trop élevée. Chocs de pression.

✚ Pompes à palettes :

Tab.1.10.défaut et cause de panne [8]

<u>Défauts constatés</u>	<u>Causes possibles</u>
1 - Couronne ou bâti de piste ellipsoïdale rayés. 2 - Rayures sur les flasques intérieurs du bâti. 3 - Usure des rainures recevant les palettes.	→ Mauvaise filtration. → Manque d'huile.
1 - Usure des extrémités des palettes. 2 - Arrachement de métal sur les flasques latéraux du rotor en regard des aspirations et refoulement. 3 - Apparition de facettes parallèles à l'intérieur du stator côté refoulement.	→ Cavitation.
Palettes bloquées dans les rainures ou rayures sur les faces du rotor et sur les flasques latéraux du bâti avec traces d'huile de couleur jaune brun indiquant qu'à cet endroit, l'huile a brûlé.	→ Température de fonctionnement trop élevée. → Mauvaise lubrification. → Huile trop usagée.

✚ Pompes à pistons avec patins de contact sur came excentrique :

Tab.1.11.défaut et cause de panne [8]

<u>Défauts constatés</u>	<u>Causes possibles</u>
1-Rayure de came. 2-Matage des patins, traces de chocs.	→ Alimentation en charge insuffisante. → Émulsion de l'huile, manque d'huile.
1-Mauvais contact dans l'ajustement piston-patin provoquant une diminution de l'équilibrage axial.	→ Mauvaise filtration. → Manque d'huile.
1-Déformation du sertissage patin-piston créant un jeu important.	→ Prise d'air. → Émulsion de l'huile. → Mauvais gavage de la pompe (revoir les dimensions du tube d'aspiration).

1.6. Les récepteurs hydrauliques

1.6.1. Introduction :

Les récepteurs hydrauliques transforment l'énergie hydraulique en énergie mécanique.

On distingue :

- Les récepteurs pour mouvement de translation : les vérins.
- Les récepteurs pour mouvement de rotation : les moteurs hydrauliques.

A. Les vérins :

i. Définition :

Un vérin est l'élément récepteur de l'énergie dans un circuit hydraulique. Il permet de développer un effort très important avec une vitesse très précise.

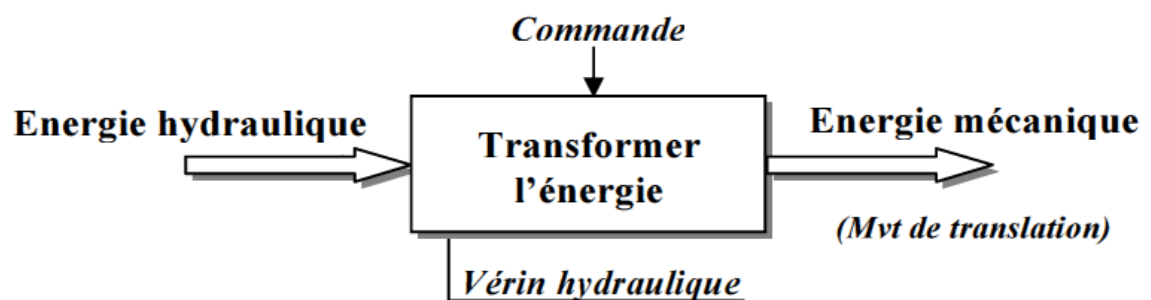


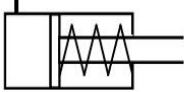
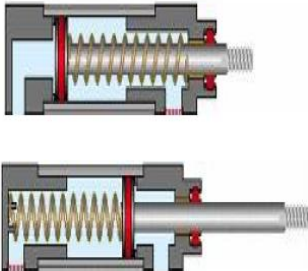
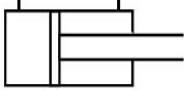
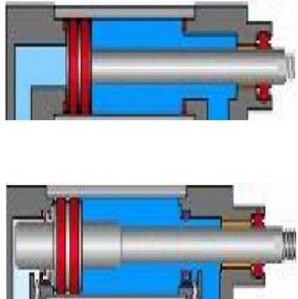
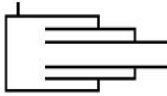
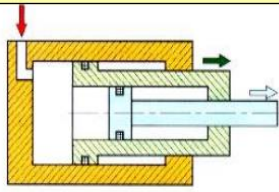
Fig.1.20.schéma cinématique d'un vérin [8]



Fig.1.21.vérin [8]

ii. Principaux et types de vérins

tab.1.12.symbôles et schéma des vérins [8]

	Symbôles	Schémas
Vérin simple effet		
<p>- L'ensemble tige piston se déplace dans un seul sens sous l'action du fluide sous pression. Le retour est effectué par un ressort ou charge.</p> <p>-Avantages : économique et consommation de fluide réduite.</p> <p>-Inconvénients : encombrant, course limité.</p> <p>-Utilisation : travaux simples (serrage, éjection, levage...)</p>		
Vérin double effet		
<p>- L'ensemble tige piston peut se déplacer dans les deux sens sous l'action du fluide. L'effort en poussant est légèrement plus grand que l'effort en tirant.</p> <p>-Avantages : plus souple, réglage plus facile de la vitesse, amortissement de fin de course réglable.</p> <p>-Inconvénient : plus coûteux.</p> <p>-Utilisation : grand nombre d'applications industriels.</p>		
Vérins spéciaux		
<p>1- Vérin à tige télescopique : simple effet permet des courses importantes tout en conservant une longueur repliée raisonnable.</p>		

✚ Amortissement de fin de course des vérins :

Cet amortissement est indispensable aux vitesses ou cadences élevées et sous fortes charges. Si des blocs en élastomère suffisent lorsque l'énergie à amortir est modérée, les dispositifs avec tampons amortisseurs sont recommandés aux plus hautes énergies. Dès que le tampon entre dans son alésage, le fluide à l'échappement est obligé de passer par l'orifice **B** plus petit, au lieu de l'orifice **A**. La réduction du débit provoque une surpression créant l'amortissement.

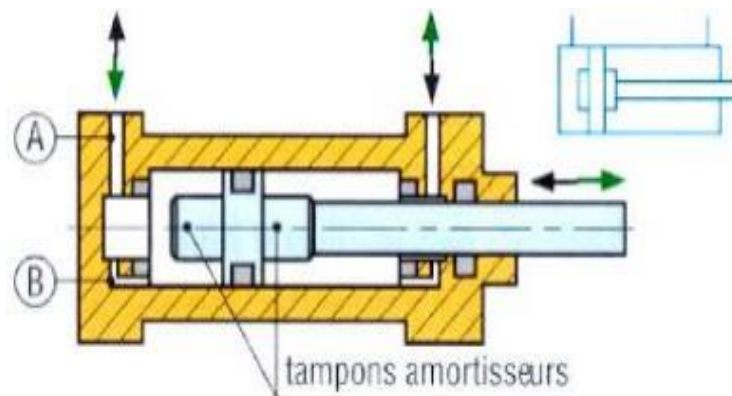


Fig.1.22. Vérin double effet à amortissement non réglable [8]

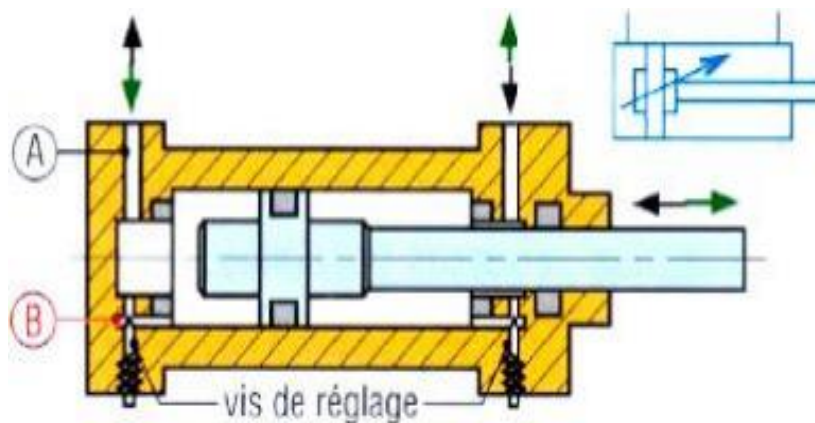


Fig.1.23. Vérin double effet à amortissement réglable [8]

B. Les moteurs hydrauliques

B.1. Définition :

Dans ce type d'actionneur, l'énergie hydraulique fournie par un fluide sous pression est transformée en énergie mécanique. Il en résulte un mouvement de rotation de l'arbre de sortie.

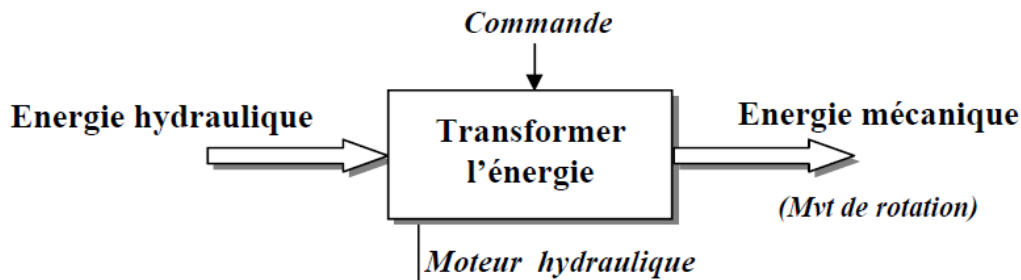


Fig.1.24.schéma cinématique d'un moteur hydraulique [8]

Les moteurs hydrauliques présentent deux caractéristiques : *le couple moteur et la vitesse de rotation.*

Remarque :

- Ces moteurs entraînent des systèmes mécaniques. Si le couple résistant devient trop important, la pression monte. Quand elle atteint la valeur de réglage du limiteur de pression, le débit retourne au réservoir.

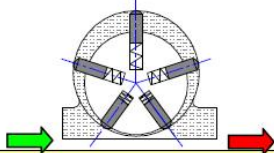
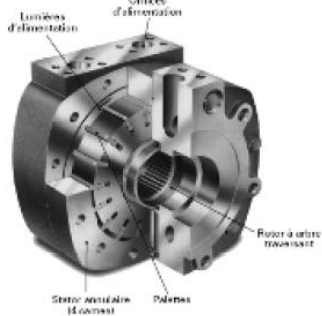

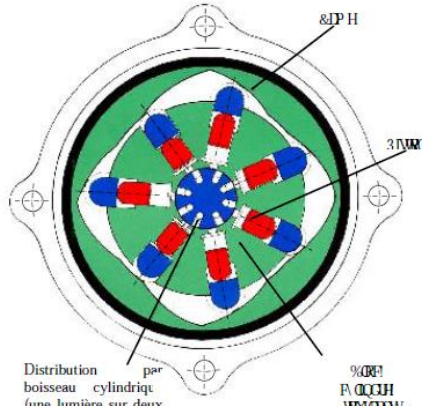
Leur avantage c'est qu'ils développent une grande puissance pour un encombrement réduit

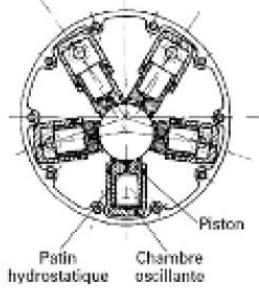
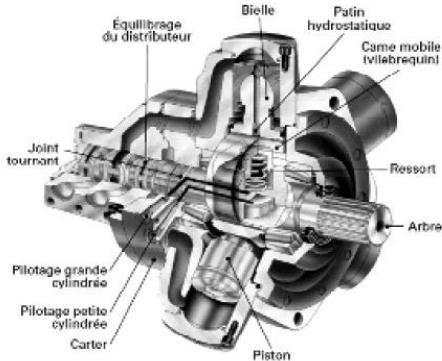
B.2.Principaux types de moteurs hydrauliques :

- Les moteurs sont classés en deux familles :

- Les moteurs rapides (*les moteurs à palettes, à engrenages, à pistons axiaux et à pistons radiaux*)
- Les moteurs lents (*cylindrée élevée*).

Tab.1.13. Principaux types de moteurs hydrauliques [8]

Moteur à palettes	
<p>- L'huile sous pression provoque la rotation des palettes implantées sur le rotor.</p> <p>-Avantages : réalisation simple</p> <p>-Inconvénients : puissance transmise relativement faible.</p> <p>$Cyl = 2.b.n.e.D.\sin(\pi/n)$</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <p>$\left\{ \begin{array}{l} b : \text{largeur de la palette.} \\ n : \text{nombre de palette.} \\ e : \text{excentricité.} \end{array} \right.$</p> </div>  </div>	
Moteur à engrenage	
<p>- Même conception que la pompe à engrenage, la pression du fluide entraîne en rotation les roues dont l'une est motrice.</p> <p>-Avantages : encombrement très réduit, économique.</p> <p>-Inconvénient : rendement limité.</p> <p>- Le débit moyen d'un moteur à engrenages extérieurs est donné par la relation :</p> <p>$Q_{V_{moy}} = b.\omega.m^2.Z \quad [m^3/s] \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} b : \text{largeur de la dent} \\ m : \text{module.} \\ Z : \text{nombre de dents.} \end{array} \right.$</p>	
Moteur à pistons radiaux	
<p>- Contrairement aux pompes à pistons radiaux, les pistons peuvent tourner sur une came (stator) permettant d'avoir plusieurs courses par tour. Le nombre des pistons est impair pour la continuité de débit et l'équilibrage. Possibilité d'avoir une distribution cylindrique ou plane du fluide</p> <p>-Avantage : couple très important.</p> <p>-Inconvénients : vitesse faible, encombrante, coûteuse, problèmes d'étanchéité pour la distribution.</p> <p>$Cyl = n.n'.c.s. \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} Cyl. : \text{cylindrée.} \\ n' : \text{nombre de courses par piston.} \\ n : \text{nombre des pistons} \\ c : \text{course} \end{array} \right.$</p>	

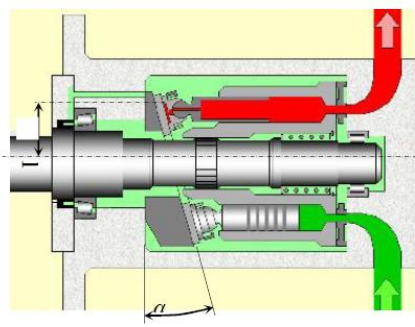
Moteur à pistons axiaux

- Les pistons en communication avec la haute pression se déplacent en tournant et par une liaison rotule avec le tourillon obligent ce dernier à tourner.

-Avantages : couple très important, possibilité de varier la cylindrée, vitesse importante.

-Inconvénient: coûteux

$$Cyl. = 2r \cdot \tan \alpha \cdot n \cdot s \rightarrow \begin{cases} Cyl. : \text{cylindrée.} \\ r : \text{entraxe.} \\ n : \text{nombre des pistons} \end{cases}$$



1.7. Les éléments de liaisons

1.7.1. Les distributeurs

✚ Fonction :

Aiguiller le débit vers l'une ou l'autre partie du circuit, autoriser ou bloquer le passage du débit.

✚ Constitution:

Le distributeur est constitué de 3 parties : le corps, le tiroir, les éléments de commande

✚ Le fonctionnement de distributeur hydraulique [9]

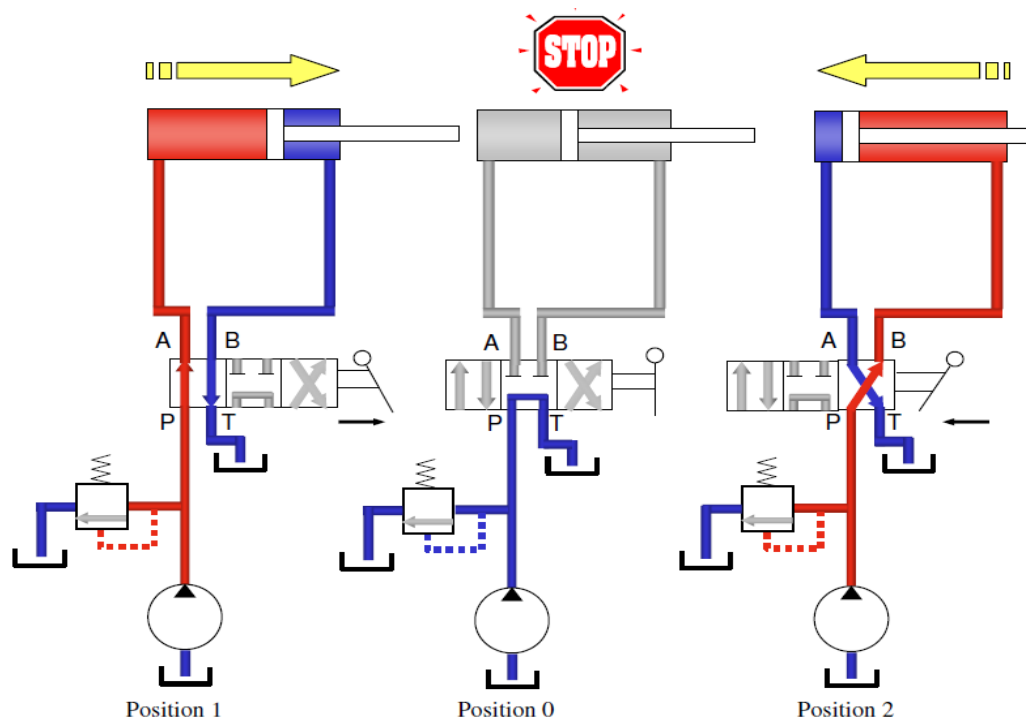


Fig.1.25.schéma cinématique présente Le fonctionnement de distributeur hydraulique [9]

✚ Etude du fonctionnement du système :

- En **ROUGE** l'huile sous pression
- En **BLEU** l'huile sans pression (circuit de retour)
- Sens de déplacement du vérin dans chaque position

✚ Fonctionnement :

Les éléments de commande agissent sur le tiroir et le déplace vers la droite ou vers la gauche. En se déplaçant, le tiroir met en communication les orifices

✚ Caractéristique:

Un distributeur est caractérisé par le nombre d'orifices, le nombre de positions, la nature de la commande, le débit et la pression maximale admissible.

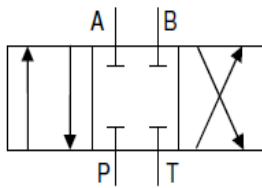
Un distributeur peut être à commande manuelle, mécanique, électrique (électromagnétique) ou hydraulique.

✚ Symbolisation:

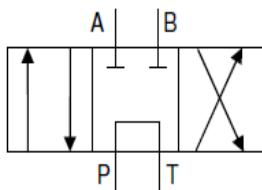
La symbolisation se réalise en 2 étapes :

- Construction du symbole de base (nombres d'orifices, nombres de positions).
- Représentation du type de commande.

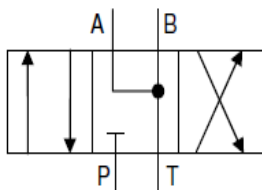
- les symboles hydrauliques des distributeurs



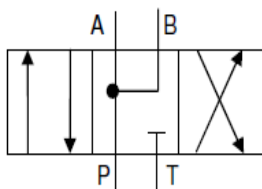
- Distributeur 4-3 centre fermé
- Tous les orifices sont fermés



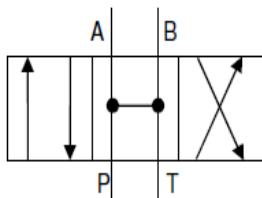
- Distributeur 4-3 centre ouvert
- La pompe débite au réservoir par le distributeur



- Distributeur 4-3 P fermé Y à droite
- Alimentation de moteurs hydrauliques



- Distributeur 4-3 T fermé Y à gauche
- Si vérin simple tige, il sort et est maintenu sorti



- Distributeur 4-3 centre en H
- Tous les orifices communiquent

Fig.1.26. les différents symboles hydrauliques des distributeurs [9]

1.7.2. Les commandes


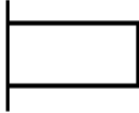

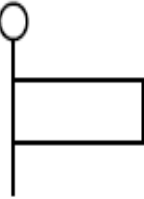
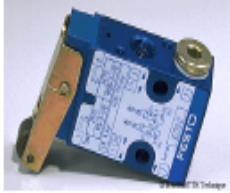
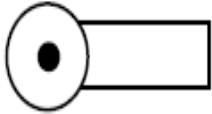

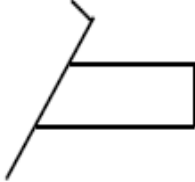
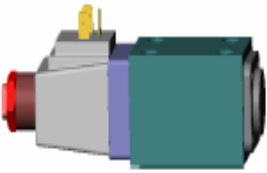
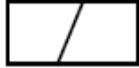
Commande	symbole
	
	
	
	
	

Fig.1.27. les différents symboles hydrauliques des commandes [9]

Chapitre 2 : Présentation du procédé(PGP) et description de la turbine MS5001 PA

2.1. Généralités sur la centrale électrique (PGP) [3]

La centrale électrique d'El Gassi est constituée de quatre turbogénérateurs :

- GTG-1 date de démarrage 11/09/2007.
- GTG-2 date de démarrage 26/09/ 2007.
- GTG-3 date de démarrage 19/11/2007.
- GTG-4 date de démarrage 14/02/2008.

Ce sont des turbines GE (General Electric) MS 5001PA qui entraînent des générateur Brush.



Fig.2.1.centrale électrique (PGP) [3]

Chapitre 2 : Présentation du procédé(PGP) et description de la turbine MS5001 PA

Chaque turbine se compose de 4 compartiments

- Le compartiment de contrôle
- Le compartiment des auxiliaires.
- Le compartiment compresseur turbine.
- Le compartiment alternateur.

Les tests de performance effectués durant la commission ont prouvé que ces turbogénérateurs peuvent atteindre les 24.5 MW en pleine charge à une température ambiante de 25 °C.

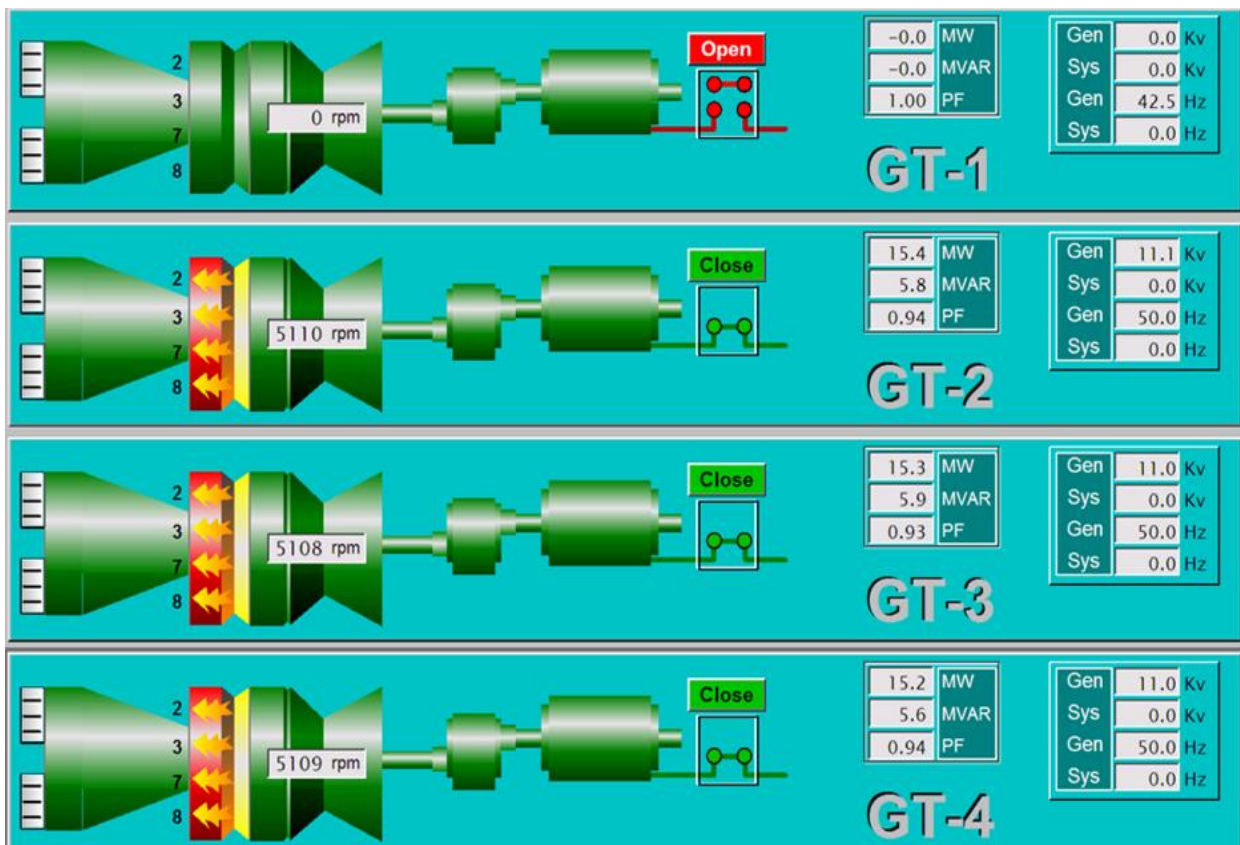


Fig.2.2. Les quatre Turbo- générateurs de la centrale électrique [3]

Chapitre 2 : Présentation du procédé(PGP) et description de la turbine MS5001 PA

La philosophie de fonctionnement de cette centrale électrique est de garder toujours une turbine en stand-by et de faire fonctionner les trois autres machines selon un programme et une stratégie bien définis.

Les turbines sont en mode « Remote PMS » (Power Management System) pour un contrôle automatique de la charge.

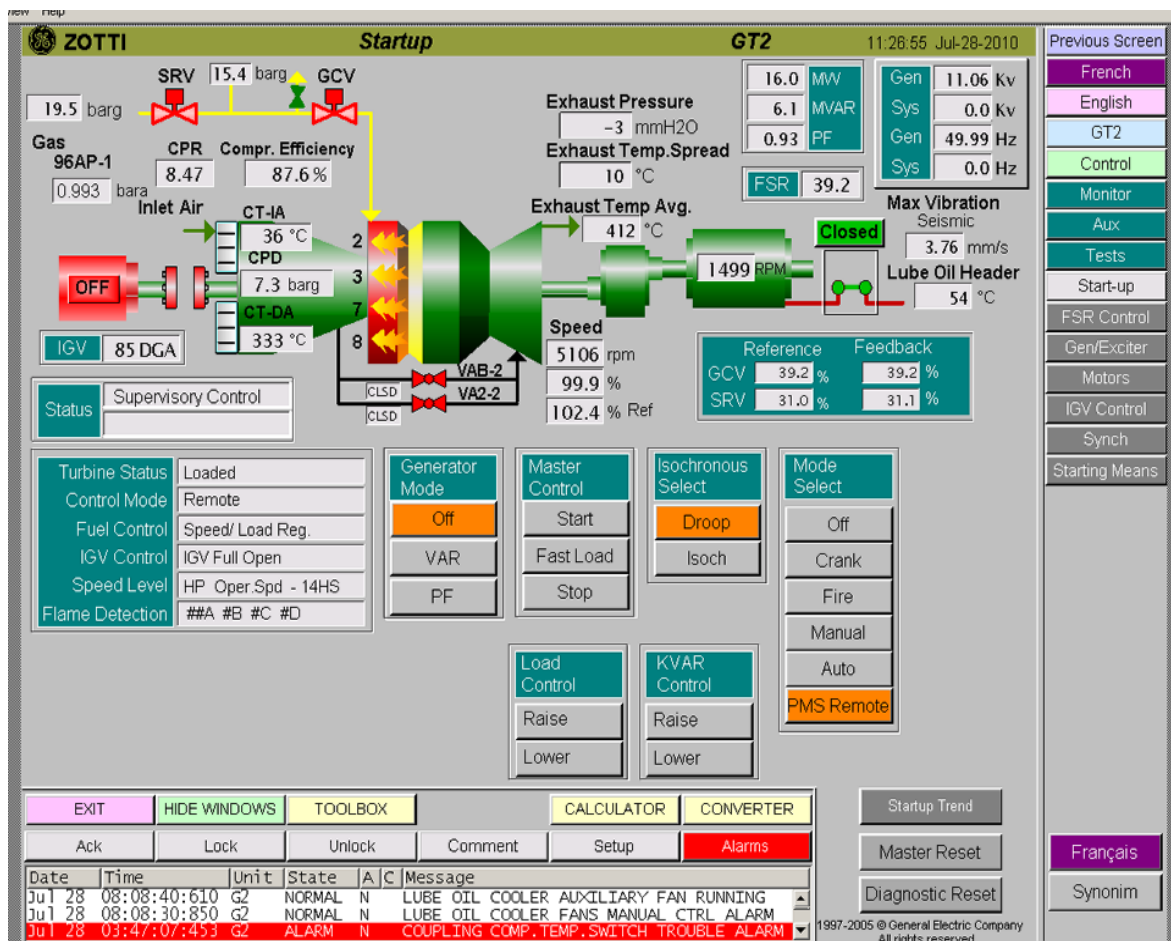


Fig.2.3. Station en mode « Remote » [3]

Chapitre 2 : Présentation du procédé(PGP) et description de la turbine MS5001 PA

La tension générée par les génératrices 11KV est amplifiée à 60KV grâce à des transformateurs élévateurs pour alimenter les deux jeux de barre A et B. A partir de ces deux jeux de barre, la centrale électrique alimente tout le champ d'El Gassi y compris la base de vie et le camp militaire de la manière suivante :

- ✓ Les lignes électriques L1 & L2 alimentent le champ GS1
- ✓ Les lignes électriques L3 & L4 alimentent le champ El Agreb
- ✓ Les lignes électriques L5 & L6 alimentent le champ Zotti brown field
- ✓ Les transformateurs 69 TR 111 A/B alimentent le champ New Zotti
- ✓ Les transformateurs 72 TR 121 A/B alimentent les auxiliaires PGP.

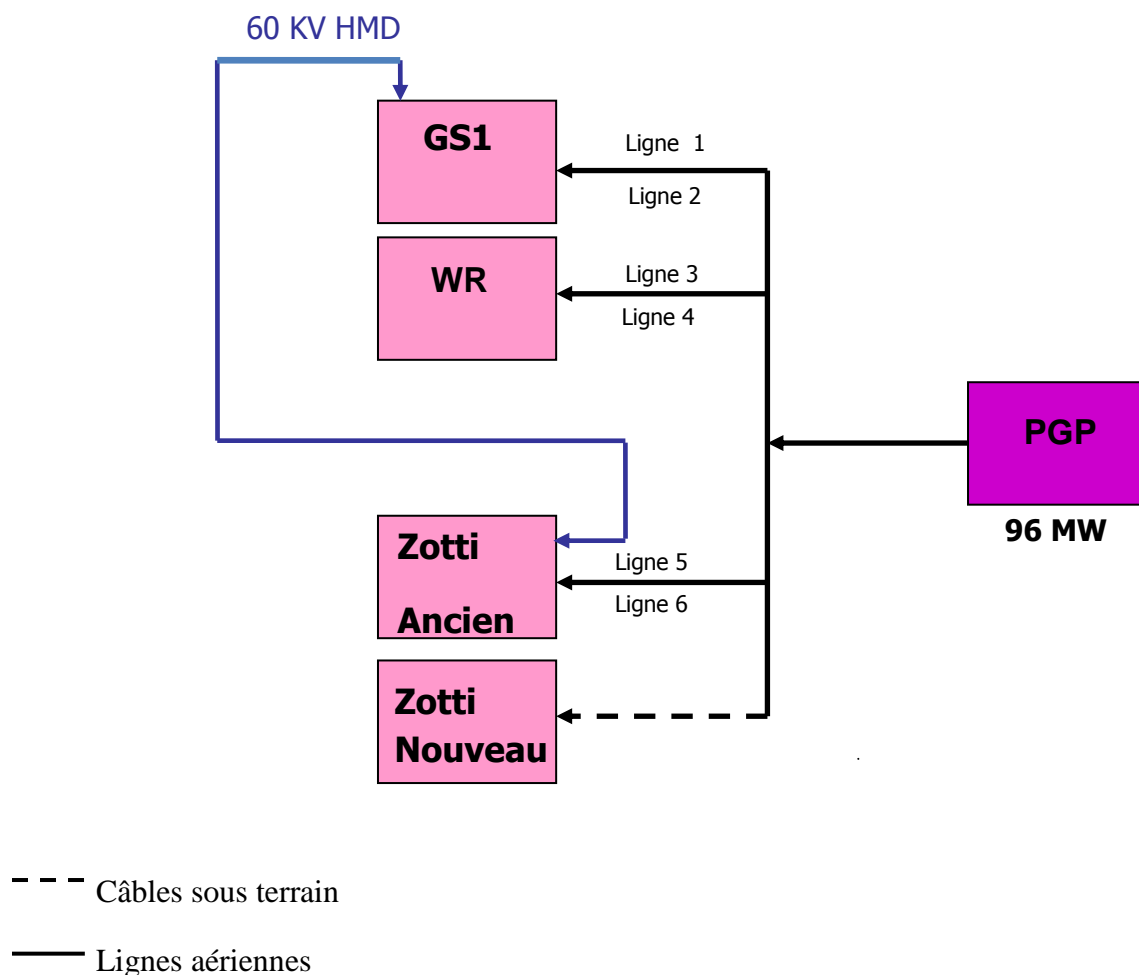


Fig.2.4. Distribution de l'énergie électrique de la centrale électrique [3]

Chapitre 2 : Présentation du procédé(PGP) et description de la turbine MS5001 PA

2.2. Circuit fuel gaz [1]

Le gaz alimentant les turbines est un mélange de gaz local de l'unité déshydratation et de gaz sec GR1/2 de Hassi Messaoud .

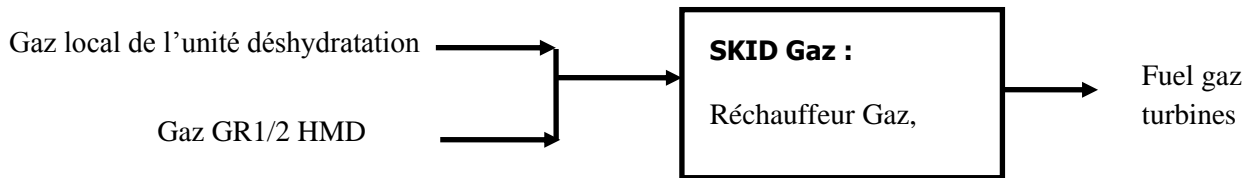


Fig.2.5.schéma de distribution de gaz [3]

Afin de respecter les spécifications du constructeur GE, le gaz est réchauffé à une température de 90°C, traverse un ballon de séparation pour récupérer le condensât et puis filtré pour être envoyé aux turbines comme fuel gaz.



Fig.2.6.la plateforme de gaz (SKID GAZ) [3]

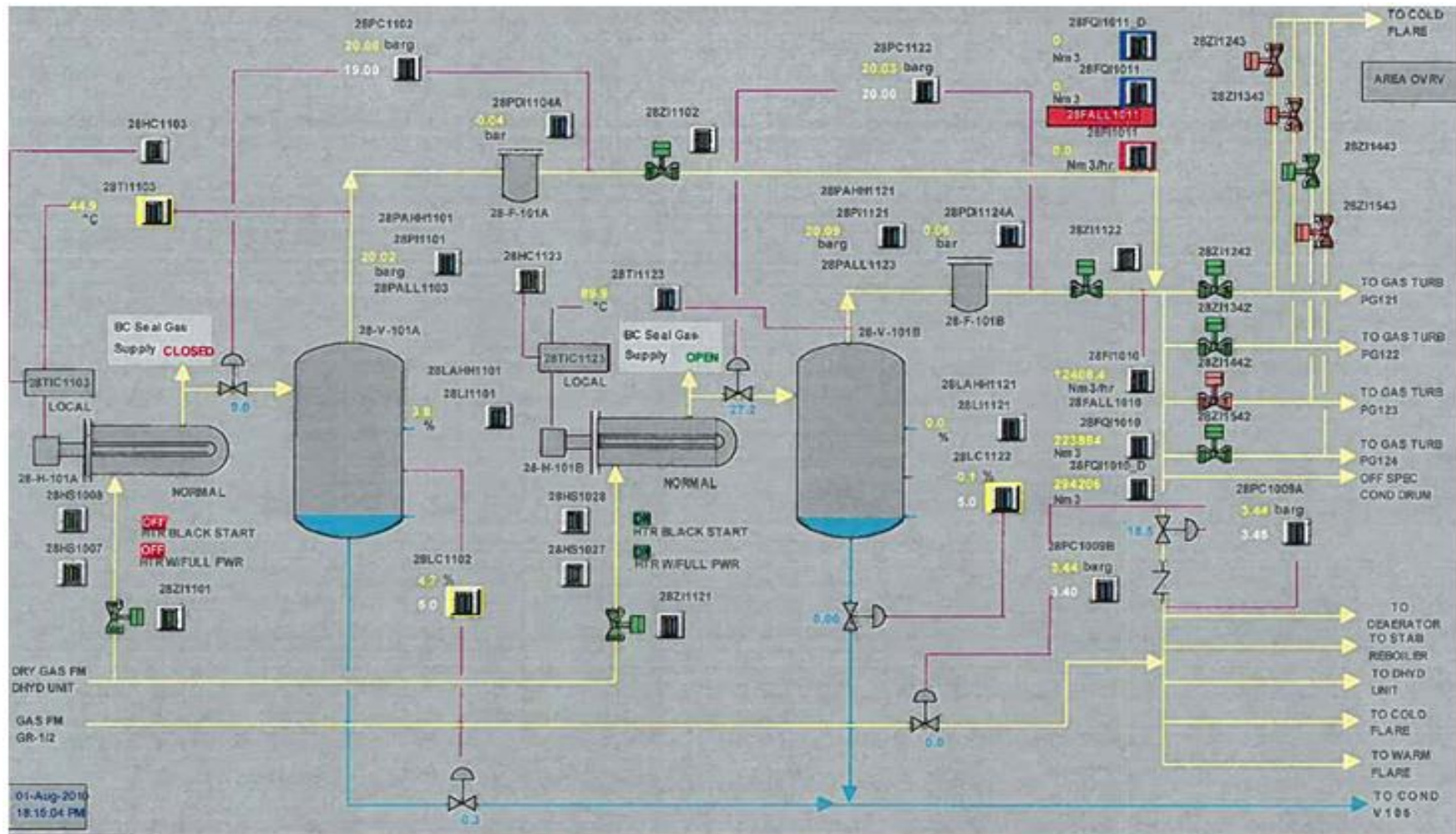


Fig.2.7. schéma de plateforme de circuit de gaz (skid gas) [3]

2.2.1. Généralités [1]

Le système de gaz combustible est conçu pour fournir du gaz combustible aux chambres de combustion de la turbine aux taux appropriés de pression et de débit pour satisfaire toutes les exigences de démarrage, d'accélération et de charge pour le fonctionnement de la turbine à gaz.

Le composant majeur d'un système de gaz combustible est l'ensemble soupape d'arrêt/rapport et de commande (GCV, SRV), situé dans la zone des accessoires. Il est associé avec cette soupape de gaz une soupape d'aération, des servovalves de commande, des manomètres et la tuyauterie de distribution vers les injecteurs de combustible de combustion. Voir le schéma de la tuyauterie.

Le système de gaz combustible comprend les composants majeurs suivants :

- a. Filtre de gaz combustible.
- b. Soupape d'arrêt/de rapport et soupape de commande (SRV-1, GCV-1).
- c. Manomètres.
- d. Soupape d'aération du gaz combustible (20VG-1/2).
- e. Soupape d'arrêt/de rapport
- f. Soupape d'arrêt/de rapport - servovalve de commande (90SR)
- g. Soupape de commande du gaz - servovalve de commande (65GC).
- h. LVDT de réglage soupape de gaz (96GC-1/2).
- i. Transmetteurs de pression (96FG-2A/B/C).
- j. L.V.D.T. de soupape d'arrêt/de rapport (96SR-1/2).

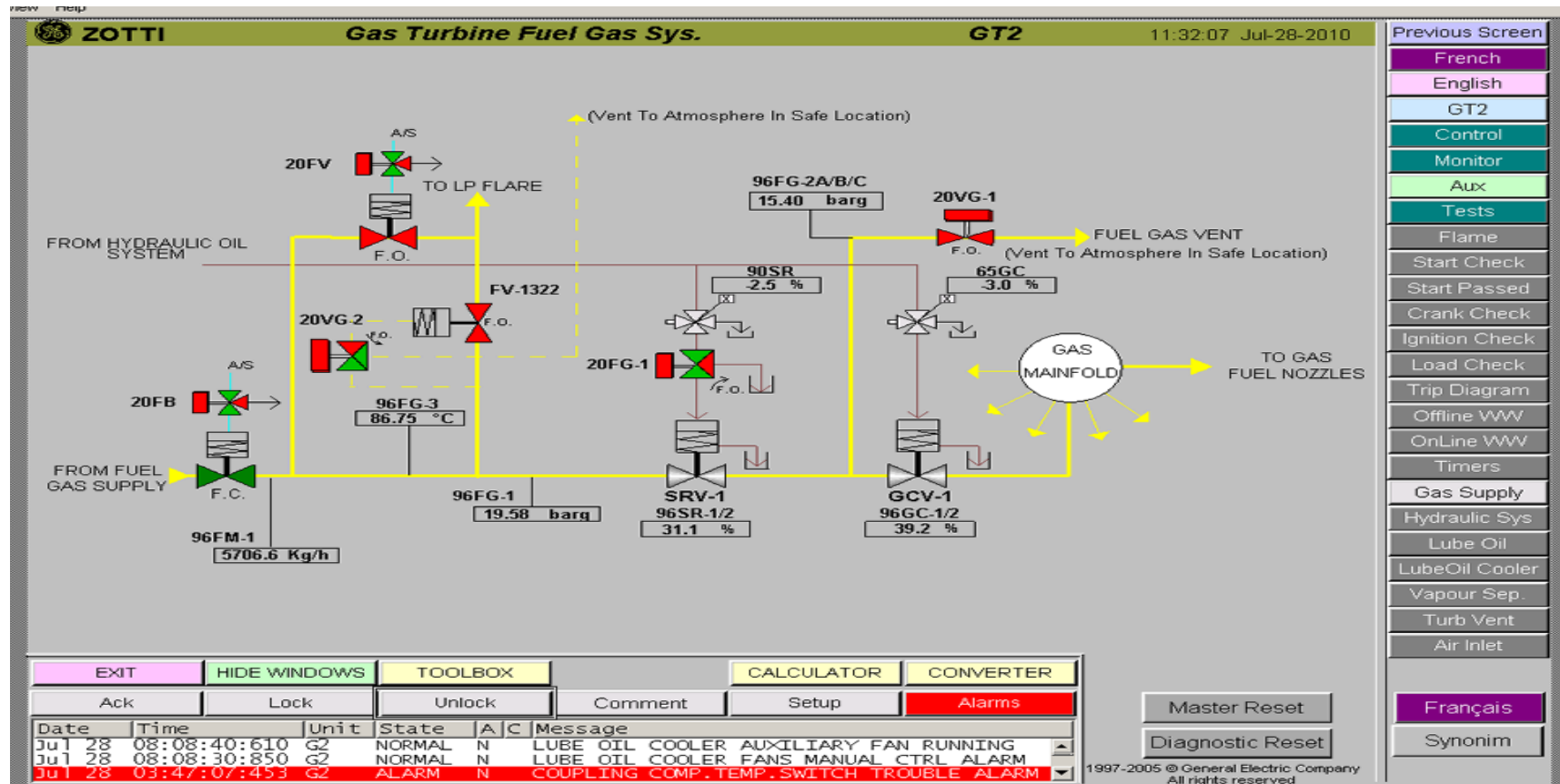


Fig.2.8. Le système de gaz combustible [3]



Fig.2.9. les vanne SRV et GCV [3]

2.2.2. Description fonctionnelle [1]

Un filtre nettoyer le gaz combustible tel qu'il vient de la tuyauterie d'alimentation avant de s'écouler à travers la soupape de gaz et dans la tuyauterie du distributeur de gaz. La soupape de gaz (soupape de rapport d'arrêt et de commande du gaz) compte et commande le gaz combustible pour fournir le débit requis de gaz au système de combustion de la turbine. La soupape de rapport d'arrêt et de commande du gaz combustible se compose de deux vannes indépendantes (une vanne de rapport d'arrêt « SRV » et une vanne de commande « GCV ») montées ensemble dans un logement. Les deux soupapes de rapport d'arrêt et de commande du gaz sont des soupapes à simple effet, à action électro-hydraulique. Un signal de commande SPEEDTRONIC actionne la soupape de commande du gaz combustible pour qu'elle admette la quantité appropriée de combustible requis par la turbine pour une charge ou une vitesse donnée. La soupape de rapport d'arrêt du gaz combustible arrête le débit de gaz combustible toutes les fois que c'est nécessaire. Il commande aussi la pression avant la soupape de

Chapitre 2 : Présentation du procédé(PGP) et description de la turbine MS5001 PA

commande du gaz combustible. Ceci rend la soupape de commande capable de commander le débit de combustible dans la gamme large nécessaire dans les diverses conditions de démarrage et de fonctionnement de la turbine.

2.3. Description de la turbine a gaz [1] (voir la Fig.2.10)

2.3.1. Généralité

L'unité MS5001 PA est une turbine à gaz à une ligne d'arbres et cycle simple, avec système de combustion à écoulement inversé, à dix chambres de combustion. L'ensemble turbine à gaz MS5001 comprend six sections majeures:

- Entrée d'air
- Compresseur
- Système de combustion
- Turbine
- Echappement
- Systèmes de soutien

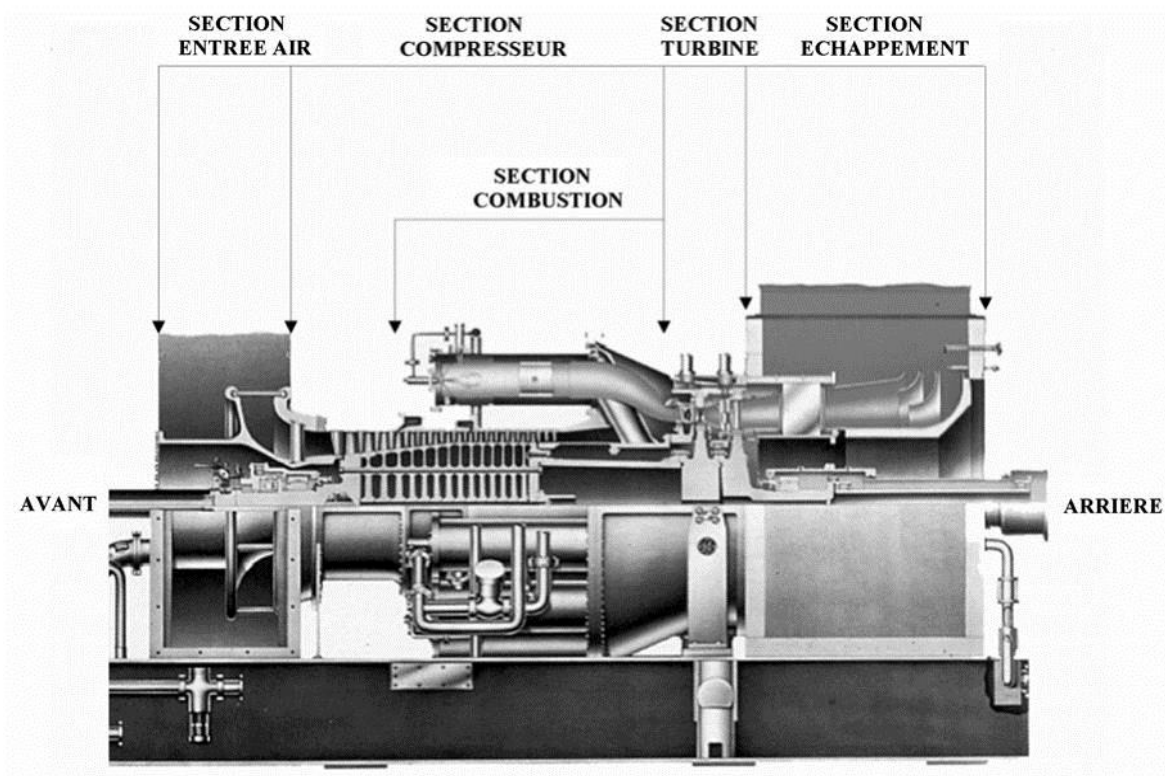


Fig.2.10.les Sections majeures de l'ensemble turbine à gaz MS5001 [1]

2.3.2. Fonctionnement de la turbine à gaz MS5001 [3]

Un moteur de lancement entraîne le rotor de la turbine à la vitesse nominale 1500 tpm (de 20 % de la vitesse totale de la turbine) et il désaccouple et relâche l'arbre de la turbine à 60% de la vitesse totale, l'air ambiant est aspiré, filtré puis comprimé dans les 17 étages du compresseur axial. Afin d'assurer la protection contre les pulsations pendant le démarrage, les soupapes de soutirage du 10^e étage sont ouvertes et les aubes directrices orientables d'entrée se trouvent dans la position de démarrage à débit bas. L'air comprimé en provenance du compresseur pénètre dans l'espace annulaire à la périphérie des 10 chambres de combustion, d'où il s'introduit entre les enveloppes intermédiaires et les tubes de flamme. Les injecteurs introduisent le combustible dans chacune des 10 chambres de combustion où il se mélange à l'air. L'allumage s'effectue grâce à deux bougies rétractables. Au moment où l'allumage se produit au niveau d'une des deux chambres, la combustion se propage dans les autres chambres à travers des tubes d'interconnexion qui les relient entre elles au niveau de la zone de combustion.

Quand le relais à action rapide rend active une vitesse de 95 pourcents, la soupape de purge du soutirage de 10^e étage se ferme automatiquement et l'actionneur des aubes directrices orientables d'entrée devient actif afin d'ouvrir les aubes directrices d'entrée dans la position normale d'exploitation de la turbine.

Les gaz chauds issus des chambres de combustion se propagent à travers les pièces de transition emboîtées à l'extrémité arrière de chaque tube de flamme pour se détendre ensuite dans les deux étages de la turbine. Chaque étage se compose d'un ensemble d'aubes fixes suivies d'une rangée d'aubes mobiles. Dans chaque rangée d'aubes fixes, l'énergie cinétique du jet de gaz augmente, en même temps que la pression chute. Dans la rangée adjacente d'aubes mobiles, une partie de l'énergie cinétique du jet est convertie en travail utile transmis au rotor de la turbine sous la forme d'un couple mécanique. Le rotor se stabilise à la vitesse de 5100 tr/min.

Après leur passage dans les aubes du deuxième étage, les gaz d'échappement traversent le diffuseur, qui comporte une série de déflecteurs ou aubes de guidage transformant la direction axiale des gaz en direction radiale et diminuant ainsi les pertes à l'échappement, puis les gaz sont envoyés dans le cadre d'échappement.

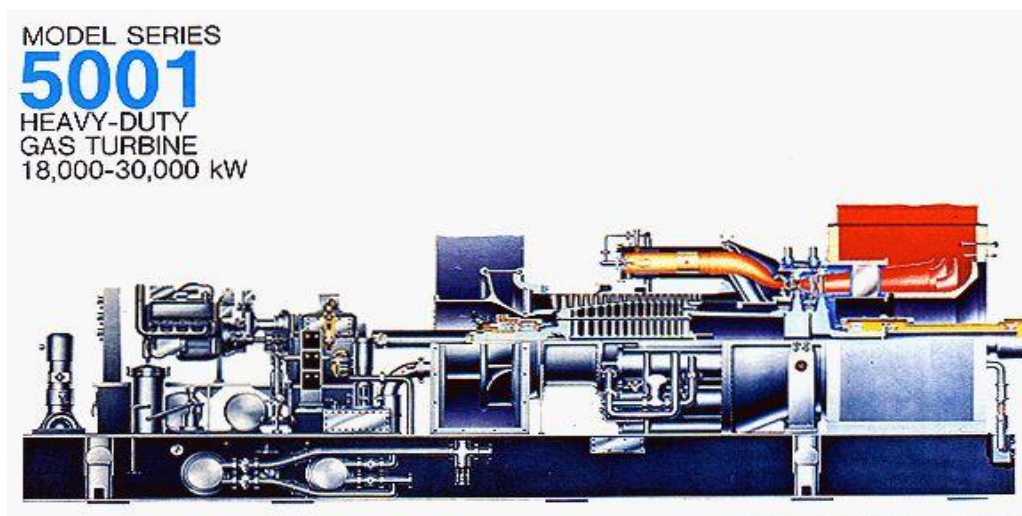


Fig.2.11.schéma général de la turbine MS5001 [1]

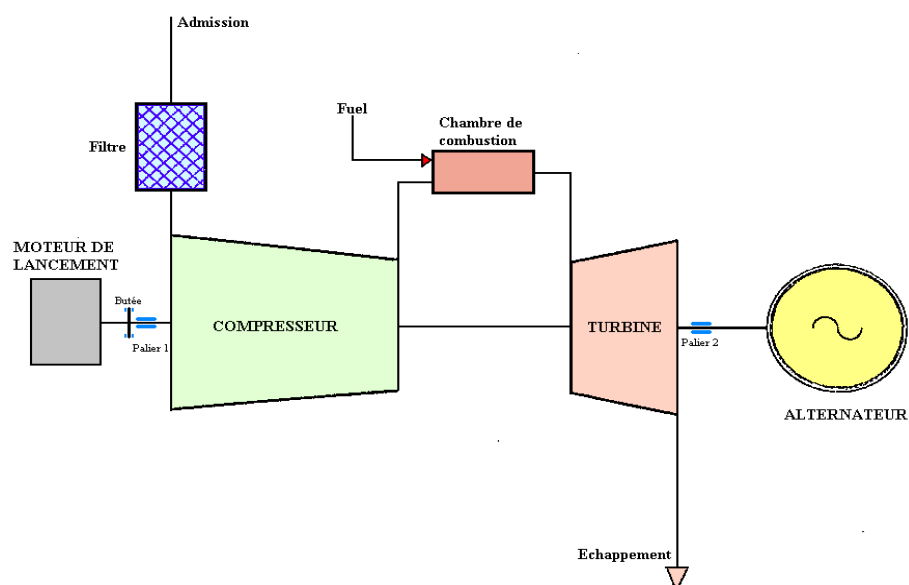


Fig.2.12.Schéma cinématique de la turbine MS5001 [3]

2.4. Système de lubrification [1]

2.4.1. Généralité

Les nécessités de lubrification pour le groupe turbomoteur de la turbine à gaz sont satisfaites par un système de graissage sous pression. Ce système de lubrification, complet avec réservoir, pompes, refroidisseur, filtres, valves et divers dispositifs de commande et de protection assure la lubrification normale et l'absorption de la charge de chaleur rejetée de la turbine à gaz. Le fluide lubrifiant est circulé jusqu'aux trois paliers principaux de la turbine, aux paliers de générateur et à l'engrenage d'accessoires de la turbine. En plus, une partie du fluide sous pression est détournée et filtrée de nouveau pour l'utilisation par les dispositifs de commande hydraulique comme fluide de commande et comme alimentation vers d'autres systèmes. Le système de lubrification est conçu pour assurer une alimentation ample d'huile lubrifiante à la température et à la pression appropriées pour l'exploitation de la turbine et de son équipement associé. Le système de lubrification qui comprend tous les composants majeurs est présenté dans le schéma du système (voir la l'annexe A). Les composants majeurs du système comprennent:

1. Le réservoir de lubrifiant dans la base des accessoires T-121.
 2. La pompe principale de lubrifiant P-121 (entraîné par l'arbre de l'engrenage d'accessoires).
 3. Pompe auxiliaire de refroidissement de lubrifiant P-125.
 4. Pompe de secours de lubrifiant P-129.
 5. Soupape de décharge VR-1 dans le refoulement principal de la pompe.
 6. Réchauffeurs d'huile lubrifiante (**H-121A/B/C/D**)
 7. Filtres d'huile lubrifiante (F-121A/B)
 8. Régulateur de pression du collecteur de palier VPR-2.
 9. Refroidisseurs d'huile lubrifiante (FNM-101A/B/C)
 10. Séparateur de vapeur d'huile (T-125).
- Voire annexe A (schemat de circuit de lubrification)

2.4.2.Principe de fonctionnel [1]

Le système est un système à circuit fermé, à graissage forcé. Les pompes extraient l'huile lubrifiante du réservoir d'huile et elles le forcent de se mettre sous pression à travers les échangeurs de chaleur, les filtres d'huile et le collecteur de palier vers les paliers. La pression, réglée à "24.5 PSI" pour le collecteur de palier, est refoulée par les pompes. Tout le lubrifiant pompé du réservoir de lubrifiant au collecteur de palier s'écoule à travers l'échangeur de chaleur du fluide lubrifiant pour enlever l'excès de chaleur et ensuite à travers le filtre de type cartouche. Après avoir lubrifié les paliers, le lubrifiant s'écoule inversement à travers les diverses conduites de drainage au réservoir d'huile. Les dispositifs de protection sont incorporés dans les systèmes de lubrification, si nécessaire, pour protéger l'équipement contre la faible alimentation au lubrifiant, contre la basse pression et la haute température du lubrifiant. Les dispositifs de protection déclenchent une alarme sonore ou arrêtent l'unité si un des états ci-dessus se produit. Le circuit de lubrification possède un collecteur qui distribue d'huile lubrifiant vers les autres systèmes qui sont :

- le système hydraulique
- le système ratchet
- les paliers de la turbine
- système de refroidissement
- système de démarrage

2.5. Système ratchet hydraulique [1] (voir la Fig.2.13)

Les composants du système ratchet :

- un actionneur rotatif et un mécanisme embrayage à
- une seule voie dans l'ensemble convertisseur de couple,
- un module soupape de commande;
- un ensemble pompe;
- une soupape de décharge
- des filtres.

Dans ce système, le module valve commande l'engrenage de l'embrayage de démarrage et le fonctionnement à auto-séquence hydraulique de l'actionneur rotatif. Le module inclut une électrovalve ON/OFF un robinet modulateur de la pression de refoulement, qui maintient la pression appropriée pour les cylindres d'engrenage de l'embrayage, deux vannes actionnées par pilote qui règlent le débit vers l'actionneur rotatif et un interrupteur de fin de

Chapitre 2 : Présentation du procédé(PGP) et description de la turbine MS5001 PA

course. L'ensemble pompe à ratchet hydraulique est composé d'un moteur C.C. de 88 CR, qui entraîne la pompe. Cet ensemble fait pomper de l'huile lubrifiante à partir du collecteur de palier de l'unité vers les admissions de la soupape de décharge et vers le module soupape de commande.

2.5.1. Exploitation du système ratchet [1]

Avec la pompe en fonction et l'électrovalve sous tension, l'huile du système de lubrification atteint l'embrayage de démarrage. Ceci détermine le mécanisme à ratchet de fonctionner sans cesse au fur et à mesure que la commande hydraulique à auto séquençement commute le débit d'huile entre les courses en avant et de repositionnement du mécanisme à ratchet. Le panneau électronique de commande ordonne automatiquement le processus de refroidissement de l'unité. Une fois toutes les trois minutes, le mécanisme à ratchet est passé par un cycle complet. Le cycle finit dans la position course en avant pour verrouiller l'embrayage dans la position engrenée.

L'action du système ratchet sert normalement à achever le démarrage du système rotor de l'unité pendant la séquence de mise en marche de l'unité. Avec le système de démarrage à la puissance maximale, le moteur CC et l'électrovalve sont mis sous tension pour un fonctionnement continu jusqu'à ce que le démarrage soit réalisé. Si le démarrage n'est pas réalisé en trois minutes, le système ratchet est mis hors tension.

A l'arrêt de la turbine on utilise ce système ratchet pour le refroidissement de rotor de la turbine pour éviter son fléchissement, il tourne le rotor $\frac{1}{4}$ de tour chaque les trois minute. En utilise ce système aussi pour la calibration des vannes de gaz (SRV, GCV) et de l'aube directrice à entrer variable (IGV).



Fig.2.13. Système de ratchet [3]

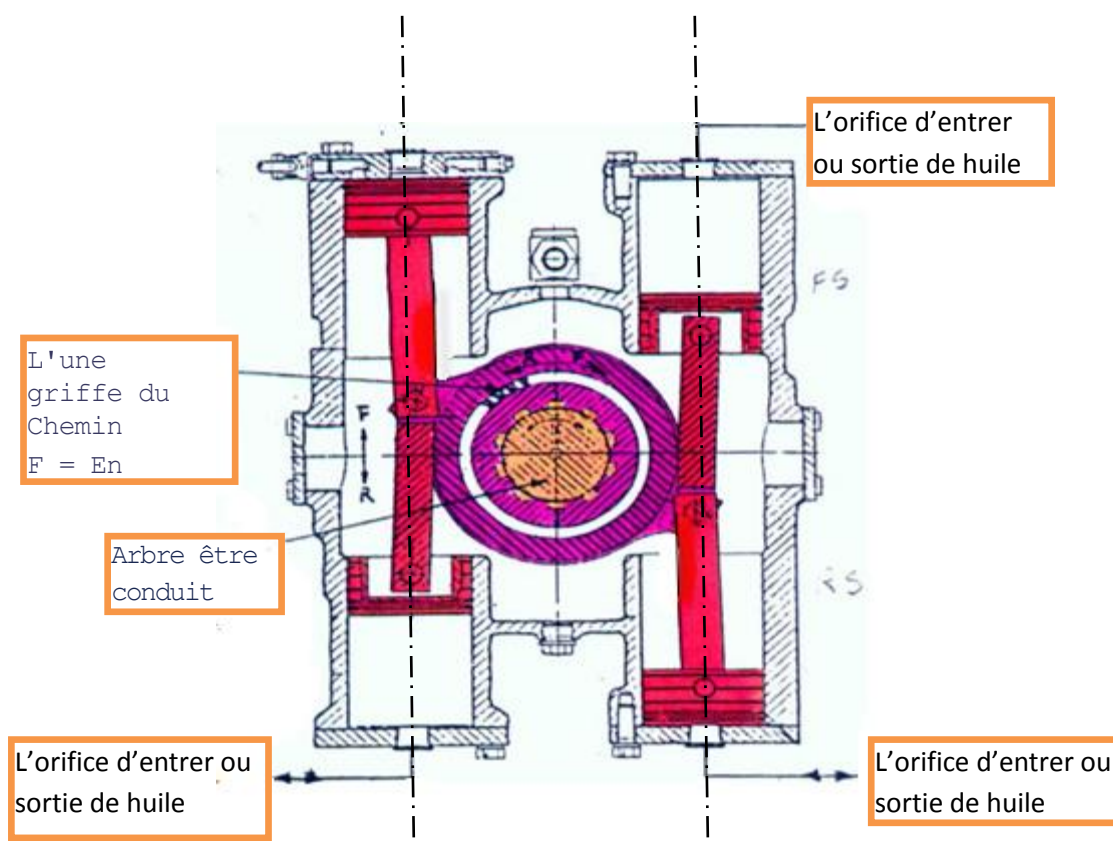


Fig.2.14. schéma de système de ratchet [1]

2.6. Circuit hydraulique actuel [1]

2.6.1. Généralités :

Les fonctions de base du système hydraulique sont de fournir du fluide hydraulique à la haute pression nécessaire à :

- L'ensemble du distributeur d'alimentation hydraulique
- L'ensemble de virage /embrayage (convertisseur de couple)
- Le système de gaz combustible (SRV et GCV)
- L'ensemble aube directrice d'entrée variable (IGV)

Les composants majeurs du système hydraulique actuel :

- La pompe principale d'alimentation hydraulique P-137.
- Les filtres de système F - 125 A/B.
- Un robinet de transfert.
- L'ensemble d'alimentation hydraulique.
- Les soupapes de commande et l'actionneur des aubes détractrices d'entrée.

2.6.2. Description fonctionnelle [1]

L'huile lubrifiante réglée, du collecteur de palier de la turbine à gaz est utilisée comme fluide haute-pression nécessaire pour les exigences du système hydraulique.

Une pompe à débit variable de type volumétrique, entraînée par un arbre du boîtier d'entraînement des accessoires, est la pompe principale PH-1 de cette huile à haute pression.

L'huile hydraulique, pressurisée par la principale pompe hydraulique, est commandée par la soupape de compensation de pression VPR3-1, encastrée dans la pompe. L'action de la soupape de compensation modifier la course de la pompe pour maintenir une pression configurée au refoulement de la pompe.

Lorsque la pompe principale est en fonction et elle ne réussit pas à maintenir une pression appropriée, l'état sera détecté par le pressostat 96HQ -1.

Cette pression initie aussi une alarme d'avertisseur pour indiquer la basse pression de l'alimentation hydraulique.

Le fluide hydraulique est pompé par la pompe principale vers le distributeur hydraulique, un ensemble conçu pour fournir un moyen d'interconnexion d'un nombre des petits composants. Dans l'ensemble il y a

➤ **Une soupape de décharge :**

Pour protéger le circuit hydraulique de la pompe principale contre les endommagements en cas de défaillance de la soupape de compensation de la pression de la pompe principale (VPR-3).

➤ **Une soupape de purge de l'air :**

Pour évacuer tout l'air présent dans les conduits de refoulement de la pompe.

➤ **Un clapet de non-retour :**

Pour maintenir les conduites hydrauliques pleines lorsque la turbine est arrêtée.

Le débit d'aspiration du fluide lubrifiant vers la pompe hydraulique provient du collecteur de palier de la turbine; ce fluide a été filtré en préalable.

D'une seule connexion de sortie de l'ensemble distributeur le fluide est transmis à travers le filtre de système F-125A ou F-125B, pour devenir un fluide de commande à haute pression.

Ce fluide de commande à haute pression est transmis par des tuyaux aux composants de commande du système de combustible qui admettent ou arrêtent le combustible ou pour régler le fonctionnement des aubes directrices d'entrée.

Les filtres du système d'alimentation hydraulique empêchent les contaminants ou les autres particules d'usure de la pompe de pénétrer dans les dispositifs du système d'aubes directrices d'entrée et dans les servovalves de commande du combustible. Chaque filtre est un filtre absolu de 3 microns, en papier plissé. Un filtre seul est en service à tout moment pendant le fonctionnement du système. Un robinet de transfert manuel permet la commutation au second filtre sans interrompre le fonctionnement du système.

Des manomètres différentiels sont fournis pour indiquer la pression de l'huile à travers les filtres. Lorsqu'un manomètre indique une basse pression de 5 bars, la cartouche du filtre doit être remplacée.

Chapitre 2 : Présentation du procédé(PGP) et description de la turbine MS5001 PA

Le robinet de transfert actionné manuellement permet le remplacement du filtre pendant que la machine est en marche à charge.

Avant d'actionner le robinet de transfert, le filtre qui n'est pas utilisé doit être rempli d'huile et apporté à un équilibre des pressions avec le filtre utilisé.

Ceci est accompli par l'ouverture lente du robinet à aiguille de la conduite de remplissage entre les filtres.

La soupape de la conduite d'aération doit être entrouverte pour permettre à tout air caché de s'échapper et elle doit être ensuite bien fermée.

Après avoir laissé quelques minutes passer pour l'égalisation de la pression, le robinet de transfert peut être actionné.

Cette caractéristique permet l'exploitation de la machine avec un seul filtre, pendant que l'autre est entretenu ou remplacé.

2.6.3. Distributeur d'alimentation hydraulique [1]

Le distributeur d'alimentation hydraulique, reçoit de l'huile à haute pression de la pompe hydraulique principale menée par l'engrenage d'accessoires. L'huile hydraulique est commandée par une soupape de compensation VPR3-1 encastrée dans la pompe. L'action de la soupape de compensation modifie la course de la pompe pour maintenir la pression configurée au refoulement de la pompe.

La soupape de décharge VR-21 est fournie comme secours à cette commande.

Lorsque la pression du système atteint la configuration correcte et un débit stable d'huile hydraulique établi, la soupape se ferme automatiquement.

Du distributeur hydraulique, à travers un clapet de non-retour et un filtre, l'huile est fournie comme huile de commande au système de combustible et au système d'aubes directrices d'entrée.

2.6.4. Système d'actionnement de l'aube directrice d'entrée variable (IGV) [1] (voir Fig.2.17 et Fig.2.18)

Pour empêcher une pulsation possible dans la turbine à gaz pendant l'accélération et la décélération, les aubes directrices d'entrée variable sont installées à l'extrémité d'arbre du carter d'admission de la turbine. Les aubes variables, ensemble avec la commande de l'air de purge du dixième étage du compresseur, permettent des démarrages rapides et sans chocs de la turbine et des arrêts sans montée brutale du compresseur.

Le système d'actionnement de l'aube directrice d'entrée variable comprend l'électrovalve de l'aube directrice d'entrée, 90TV-1, la soupape de commande de l'actionneur de l'aube directrice VC-1, les transmetteurs de position 96TV-1, 96TV-2 et le cylindre d'actionnement hydraulique.

Le distributeur commande le débit (vers le carter d'huile ou vers la conduite) et il règle la pression du fluide hydraulique. La sortie du distributeur est passée à travers un filtre et canalisée vers l'électrovalve de l'aube directrice d'entrée 90TV-1. L'actionnement de la soupape 90TV-1 fournit de la pression hydraulique pour exploiter l'actionneur de l'aube directrice d'entrée variable.

Chapitre 2 : Présentation du procédé(PGP) et description de la turbine MS5001 PA

La vitesse de l'actionneur est réglée par un robinet de réglage du débit à compensation de température et de pression VC-1. Lorsque la soupape 90TV-1 est sous tension, les aubes directrices sont ouvertes pour permettre un débit maximal d'air à travers le compresseur de la turbine. Lorsque la soupape est hors tension, les aubes sont fermées et le débit d'air à travers la turbine est minimisé.

L'arbre tournant de chaque aube directrice d'entrée individuelle s'étend à travers le carter du compresseur et il est engrené à un anneau de commande d'une aube directrice d'entrée circulaire sur le compresseur. La rotation de cet anneau de commande modifie l'angle de corde de chaque aube directrice d'entrée individuelle dans le compresseur. Ainsi, le débit d'air d'admission de la turbine change en fonction de la position de l'angle de l'aube directrice d'entrée. Un actionneur électro hydraulique linéaire est connecté à l'anneau de commande à travers un maillon de jonction.

La commande à séquence logique de commande de mise en marche et d'arrêt nécessite que l'anneau de commande de l'aube directrice d'entrée soit en position fermée avant l'allumage de la turbine, et qu'elle reste dans cette position jusqu'à ce que la turbine ait pris de la vitesse. La détection du relais haute vitesse met sous tension l'électrovalve de l'aube directrice d'entrée du compresseur de la turbine 90TV-1 qui actionne un cylindre hydraulique pour ouvrir les aubes dans leur position normale de fonctionnement en vue de la charge.

De même, la séquence de la logique d'arrêt et de déclenchement exige que les aubes directrices d'entrée soient retournées à leur position fermée lorsque la turbine est déclenchée et lorsque le relais ralentit dans le cycle de décélération. Deux transmetteurs de position 96TV-1 et 96TV-2 sont installés sur l'anneau de commande de l'aube directrice d'entrée pour indiquer à travers le panneau de commande de la turbine le moment où les aubes directrices sont en position fermée. Ainsi, les aubes directrices d'entrée sont actionnées selon la même séquence permissive que les soupapes de purge du compresseur du dixième étage, qui sont également nécessaires pour la protection de la turbine contre les pulsations.

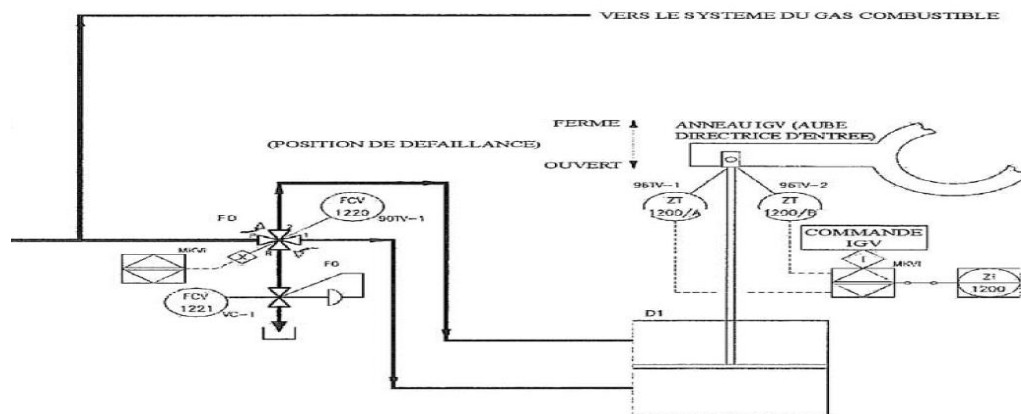


Fig.2.16.schéma de système hydraulique qui commande à (IGV) [1]



Fig.2.17. les IGV dans le cas ouvert [3]



Fig.2.18. les IGV dans le cas fermé [3]

2.6.5. La maintenance systématique des turbines a gaz (les inspections à l'arrêt) [2] (voir Fig.2.22)

Elle nécessite le démontage de la turbine, à différents degrés:

- ✚ Inspection boroscopique : chaque 8000 heures de fonctionnement
- ✚ inspection de combustion (combustion inspection CI): chaque 12000 heures de fonctionnement
- ✚ inspection de parcours des gaz chauds (hot gaz path inspection HGPI) : chaque 24000 heures de fonctionnement
- ✚ inspection majeure (major inspection MI) : c'est une révision générale qui se fait chaque 48000 heures

2.7.1. inspection boroscopique :

C'est une courte inspection qui est faite en période d'arrêt, consiste à inspecter les tubes à flammes par un appareille qui s'appelle boroscope et l'inspection des injecteurs se fait visuellement.

2.6.6.inspection de combustion (combustion inspection CI) (voir Fig.2.19)

C'est une courte inspection qui est faite en période d'arrêt, consiste à inspecter les tubes à flammes et injecteurs de combustible ; les éléments étant reconnus comme les premières pièces qu'il faut changer.

L'entretien convenable, de ces éléments contribuera à augmenter la durée de vie des pièces en aval, tel que les directrices, et les aubes des roues de détente.

Afin de réduire le temps d'arrêt pendant l'inspection, on remplacera les tubes à flammes et les injecteurs de combustible par des pièces neuves ou réparées. On devra en plus, procéder à l'inspection visuelle des pièces intermédiaires et de la directrice du premier étage, pour noter la progression de l'usure et de la détérioration de ces éléments. L'inspection de combustion est une source d'information qui nous permet de planifier et préparer la deuxième inspection.

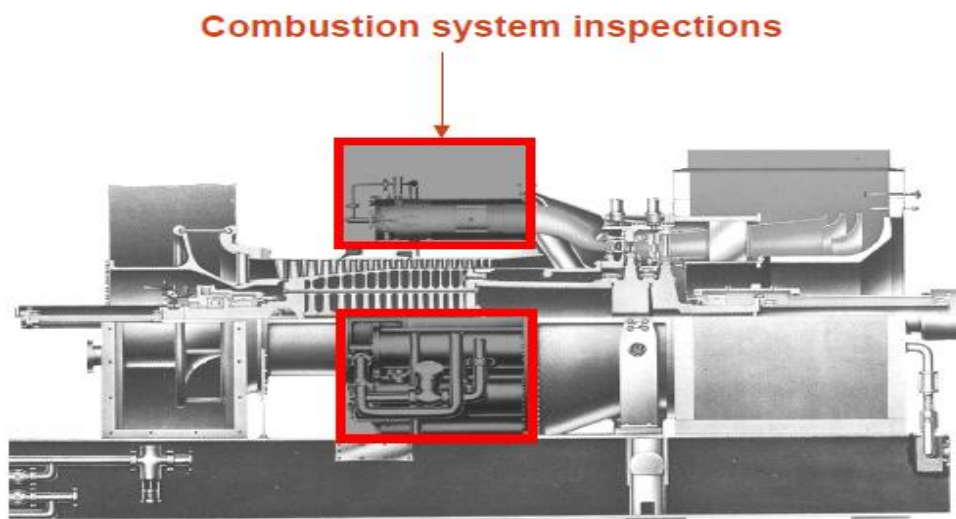


Fig.2.19.la zone de l'inspection (CI) [2]

2.6.7. Inspection du parcours des gaz chauds (hot gaz path inspection HGPI) (voir Fig.2.20)

Elle comprend l'inspection de combustion que l'on vient de décrire, avec en plus une inspection détaillée des directrices et aubes des turbines HP et BP.

Il est donc nécessaire, pour cette inspection de démonter la moitié supérieure de l'enveloppe turbine. On contrôle l'état de la veine des gaz chauds et on contrôle aussi les jeux au niveau des roues HP et BP.

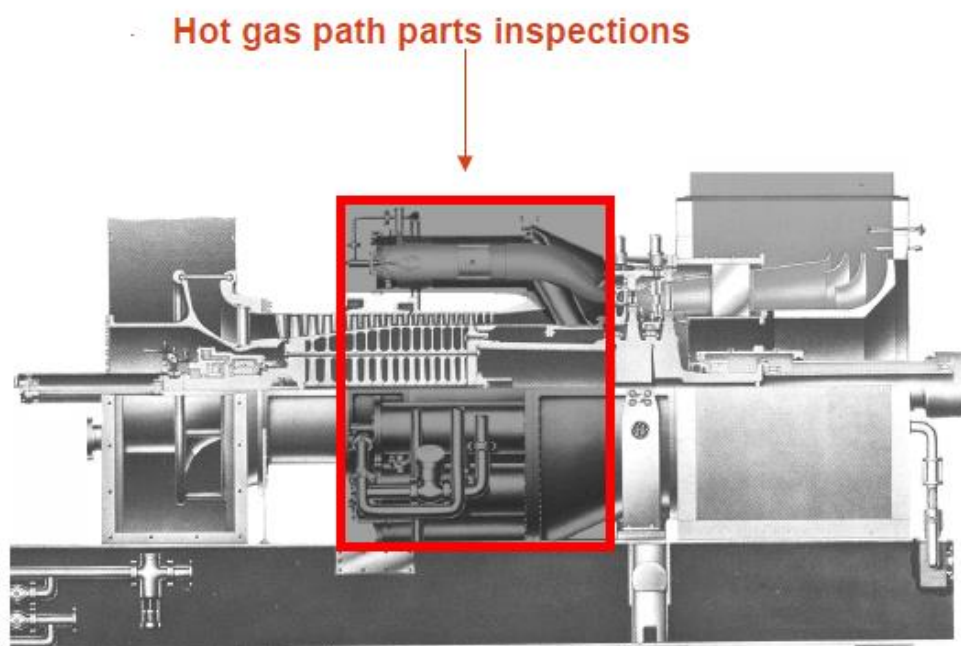


Fig.2.20.la zone de l'inspection (HGPI) [2]

2.6.8. Inspection majeur (Major Inspection MI) ou révision générale (voir Fig.2.21)

Elle consiste une inspection de parcours des gaz chauds, avec en plus un démontage et une inspection détaillée et vérification des jeux. Pièces de rotor et de stator, des paliers principaux, des accouplements et des pièces associées.

Avant et après chaque révision générale, il faudra contrôler l'alignement et le couplage avec les données de base afin de s'assurer s'il y a eu des changements

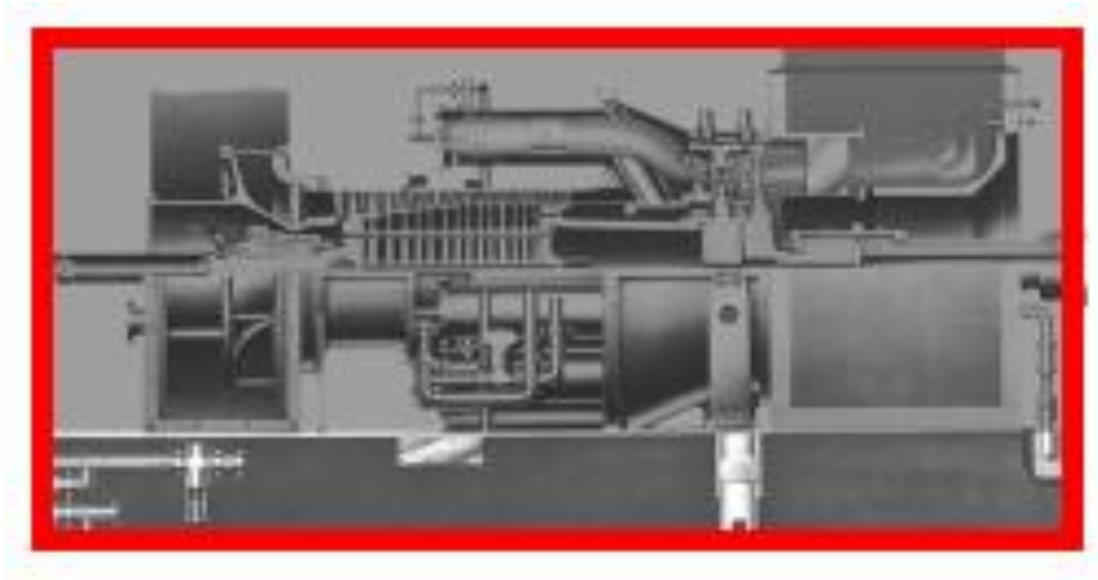


Fig.2.21. la zone de l'inspection major [2]

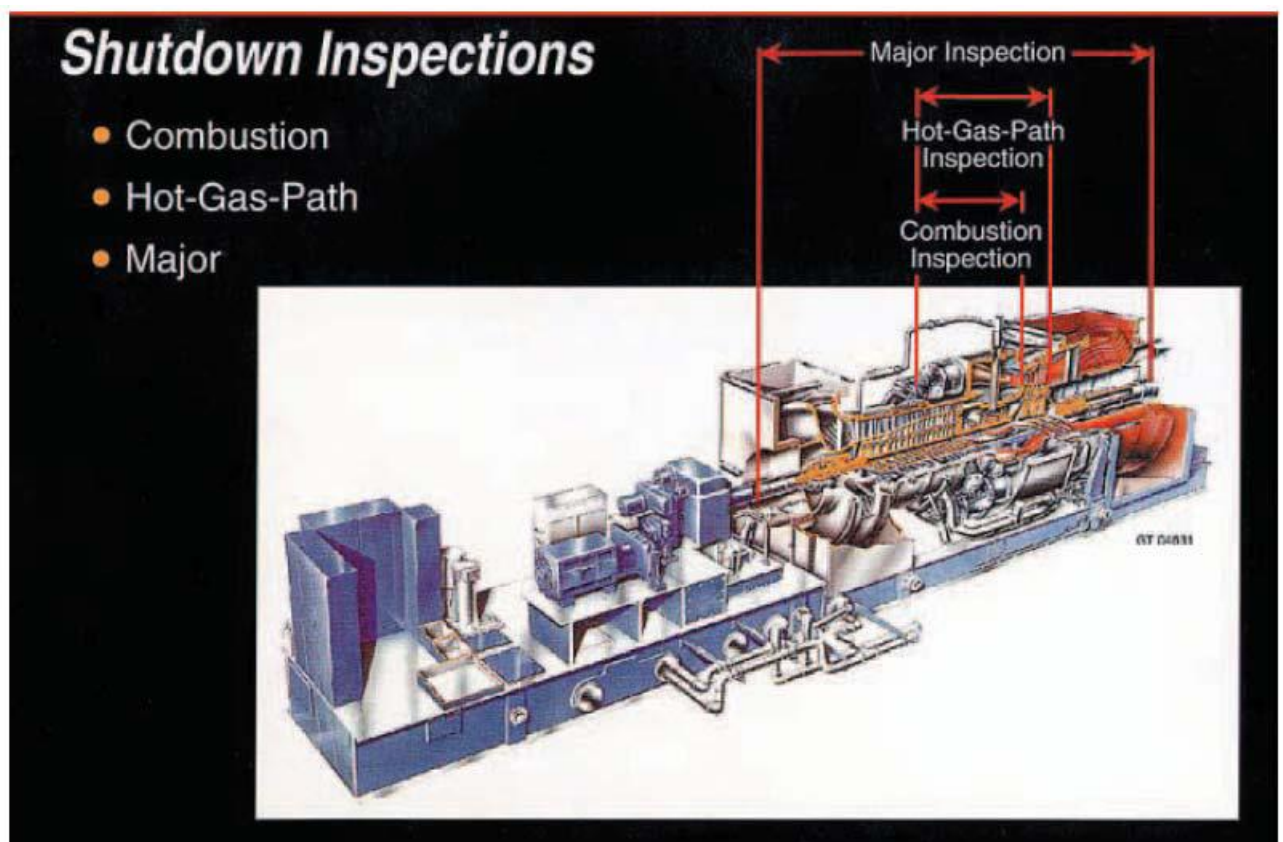


Fig.2.22.les inspection de turbine à gaz [2]

Tab.2.1.les temps de réparation et les temps de bon fonctionnement

Les inspections	MTBF	MTTR
Inspection boroscopique	8000 heures	7 jours (168 heures)
Inspection de combustion (CI)	4000 Heures	10 jours (240 heures)
Inspection du parcours des gaz chauds (HGPI)	12000 Heures	20 jours (480 heures)
Inspection majeure (MI)	24000 Heures	35 jours (840 heures)

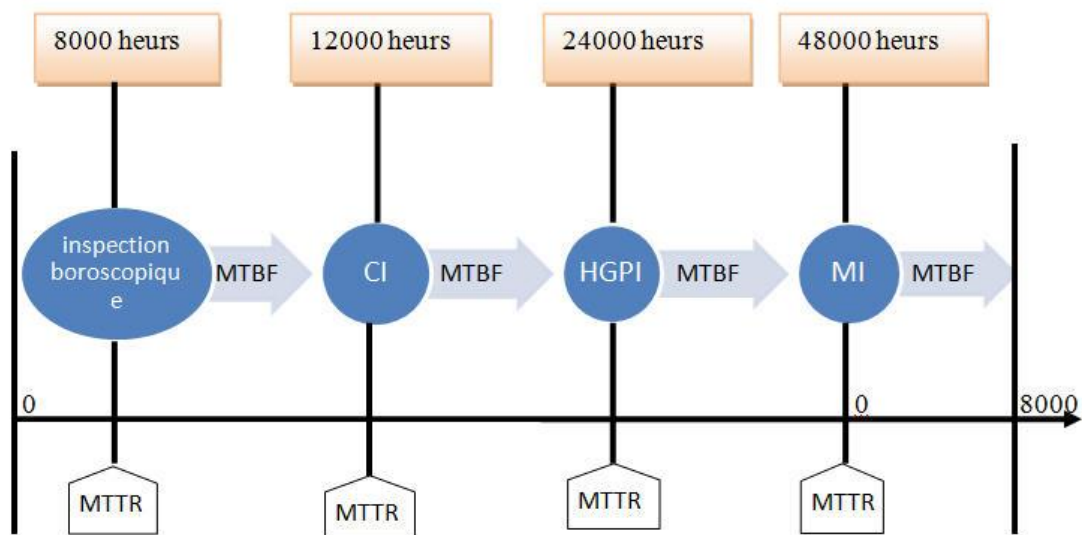


Fig.2.23.cycle de vie d'une turbine

Chapitre 2 : Présentation du procédé(PGP) et description de la turbine MS5001 PA

✚ Remarque :

Sauf que les turbines dotées du système DLN (Dry Low NO_x), l'inspection (CI) de 12000 heures peut être prolongé jusqu'à 24000 heures.

L'inspection (HGPI) Hot Gas Path Inspection peut être remplacé par une LTPI (Linear Transition Pièces Inspection pour la turbine MS5001 PA de la nouvelle technologie (voir l'annexe B).

❖ Calcule de disponibilité :

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

- Inspection boroscopique :

$$D_1 = \frac{8000}{8000 + 168}$$

$$D_1 = 0.98$$

- Inspection de combustion (CI) :

$$D_2 = \frac{4000}{4000 + 240}$$

$$D_2 = 0.94$$

- Inspection du parcours des gaz chauds (HGPI) :

$$D_3 = \frac{12000}{12000 + 480}$$

$$D_3 = 0.96$$

- Major Inspection (MI) :

$$D_4 = \frac{24000}{24000 + 840}$$

$$D_4 = 0.96$$

$$D = \frac{(0.98+0.94+0.96+0.96)}{4}$$

$$D = 0.96$$

2.7. la révision de 24 kh pour la turbine MS 5001PA (GT- 2)[3]

2.7.1. Procédures LTPI (Liner Transition Pieces Inspection) pour GT-2 :

a) Procédure de démontage :

- ✚ Isolation de la machine (Electrique, Mécanique et instrumentation) (voir Fig.2.24)



Fig.2.24.l'armoire d'alimentation et le HMI [3]

- ✚ Démontage de la tuyauterie d'air de ventilation et de refroidissement (voir Fig.2.25)



Fig.2.25.les canalisation d'aspiration de l'air [3]

- ✚ Supports turbine (voir Fig.2.26)



Fig.2.26.les support de carter [3]

- ✚ Démontage des injecteurs (voir Fig.2.27)



Fig.2.27.les injecteur de gaz [3]

Chapitre 2 : Présentation du procédé(PGP) et description de la turbine MS5001 PA

- ✚ Démontage des flasques de chambre de combustion (voir Fig.2.28)



Fig.2.28.les flasques de chambre de combustion [3]

- ✚ Démontage des tubes à flammes (voir Fig.2.29)



Fig.2.29.les tubes à flammes [3]

- ✚ Démontage des tubes d'interconnexions et languettes de fixation (voir Fig.2.30)



Fig.2.30.les tubes d'interconnexions et languette de fixation [3]

✚ Démontage des chambres de combustion (voir Fig.2.31)



Fig.2.31. les chambres de combustion [3]

✚ Démontage des pièces de transition (voir Fig.2.32)



Fig.2.32. les pièces de transition [3]

+ Démontage de la caisse supérieure turbine (voir Fig.2.33)



Fig.2.33. la caisse supérieure turbine (diaphragme) [3]

b) inspection visuelle :

+ inspection des IGV (voir Fig.2.34)



Fig.2.34.les aube directrice de l'air (IGV) [3]

+ inspection des tubes à flamme (voir Fig.2.35)



Fig.2.35.les tubes à flammes usés [3]

+ inspection des injecteurs (voir Fig.2.36)



Fig.2.36.les injecteurs de gaz usés [3]

+ inspection des pièces de transition (voir Fig.2.37)



Fig.2.37.les pièces de transition usés [3]

+ inspection de la directrice 2ème étage (voir Fig.2.38)



Fig.2.38. la directrice 2ème étage [3]

Chapitre 2 : Présentation du procédé(PGP) et description de la turbine MS5001 PA

- ✚ inspection de la partie inferieure de la turbine (HP et BP) par le boroscope (voir Fig.2.39)



Fig.2.39.le boroscope [3]

c) inspection par ressuage

Elle se fait par deux produits ; un révélateur (Blue) et un pénétrant (Rouge)



Fig.2.39.méthode par ressuage (révélateur et pénétrant) [3]

- ✚ inspection des tubes a flamme (voir Fig.2.40)



Fig.2.40.résultat de l'inspection sur les tubes à flammes [3]

Chapitre 2 : Présentation du procédé(PGP) et description de la turbine MS5001 PA

- ✚ inspection des tubes d'interconnexions et languettes de fixation (voir Fig.2.41)



Fig.2.41.résultat de l'inspection sur des tubes d'interconnexions et languettes de fixation et les injecteurs [3]

- ✚ inspection des pièces de transition (voir Fig.2.42)



Fig.2.42.résultat de l'inspection sur les pièces de transition [3]

d) inspection dimensionnelle :

- inspection des injecteurs
- inspection de la directrice 2^{ème} étage
- prise des jeux turbine
- prises des jeux IGV

e) réparation :

- réparation sur site des parties défectueuses (selon le service inspection et entretien)
- montage de la directrice 2^{ème} étage
- montage de la caisse de la turbine
- montage des pièces de transition
- montage de la caisse de convoyeur
- montage des chambres de combustion
- montage des tubes a flammes, tubes d'interconnexions et languettes de fixation
- montages des flasques de chambre de combustion
- montage des injecteurs
- enlèvement des supports turbine

Chapitre 2 : Présentation du procédé(PGP) et description de la turbine MS5001 PA

- montage de la tuyauterie d'air d'étanchéité et de refroidissement
- montage du package
- montage de l'accouplement auxiliaire et de l'accouplement de charge
- préparation pour le démarrage (enlèvement de l'isolation, nettoyage et vérification finale)

f) pièce de rechange

- Anneaux support
- étanchéité pour diaphragme
- changement des 4 tubes à flammes
- changement des têtes des injecteurs
- changements des tubes d'interconnexions
- **consommables**
 - ✓ boulonnerie hautes températures
 - ✓ garniture et jointure
 - ✓ grasse
 - ✓ chiffons

2.8. Les inconvénients du circuit hydraulique actuel

A. Le cas de fonctionnement de la turbine

La chute de pression dans le circuit hydraulique ne contient pas un moyen de protection ce qui peut engendrer un trip (arrêt brutale) qui peut être fatal à la turbine.

B. Le cas d'arrêt de la turbine

1) Pour calibrer les vannes de commande de gaz (SRV, GCV) et l'aube directrice à entrée variable(IGV), le constructeur relie le système ratchet avec le circuit de commande par une conduite qui possède une vanne à commande manuelle. A l'arrêt de la turbine, les opérateurs de la centrale sont obligés de faire un bouchon pour empêcher le fluide d'accéder au système ratchet et de le faire passer au circuit de commande pour calibrer les vannes SRV,GCV,IGV .

- La pompe ratchet ne doit pas fonctionner pendant un longue durée car elle est programmée pour travailler dans des intervalles de temps précis (chaque 3minutes elle travaille pendant 12 secondes) et elle est entraînée par un moteur électrique à courant continu qu'est alimenté par des batteries de stockage.
- Cette pompe (ratchet) n'atteindra jamais la pression nécessaire pour la calibration des vannes.
- A l'arrêt de la machine on doit attendre 18 heures (le cycle de virage de la machine), pour faire la calibration des vannes.

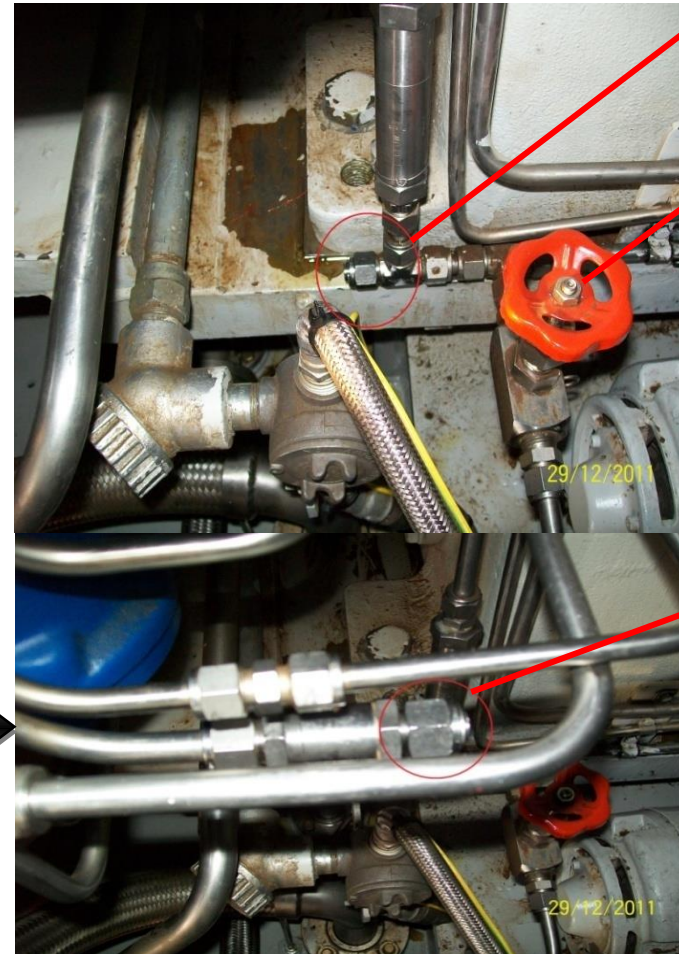
Chapitre 2 : Présentation du procédé(PGP) et description de la turbine MS5001 PA

✚ la modification de circuit hydraulique actuel pour la calibration des vannes



La pompe de système virage (88QR)

Le tuyau qui alimente le circuit de virage



1^{ère} bouchon

Ouverture de la vanne manuelle

2^{ème} bouchon

2) Les opérateurs de GE (General Electric), pour remédier à cette problématique ils ont proposé une autre solution qui consiste à un démarrage en mode Crank.

Ils utilisent le moteur de démarrage de la turbine pour faire tourner l'arbre de la turbine et lui-même fait tourner la pompe principale (mécanique) pour quelle produit la pression nécessaire pour la calibration.

- Le moteur de lancement est censé se désaccoupler à 60% de la vitesse de la turbine, alors le fonctionnement continu est déconseillé par le constructeur (GE).
- Les tentatives de démarrage du moteur de lancement sont limitées à 3 essais. Une haute sécurité d'une heure au niveau du MCC (Motor Control Center) protège le moteur.

3.1. Historique et Evolution technologique des systèmes de contrôle speedtronic [5]

GE est entrain de développer les systèmes de contrôle des turbines speedtronic; elle a commencé par le Mark I en 1966. Ce système était basé sur le reliage.

En 1973 le MARK II a fait son apparition, système basé sur la logique câblé.

La technologie des micros processeurs, la redondance ainsi que la philosophie de voter 2/3 a commencé en 1991 dans les systèmes Mark IV.

Dans les systèmes Mar V, Générale Electric a crée la technologie SIFT (*Softwar Implemented Fault Tolerance*) afin de minimisé les arrêts de la machine provoquer par défaut instrumentation. par la suite le Mark VI, Mark VIe (*enhanced*) et Mark VIeS (*Safety*) les trois type sont basé sur la sécurité.

Le MARK VIeS est la dernière génération des systèmes speedtronic d'où les capteurs de gaz sont relativement incorporés dans les boucles de contrôle speedtronic. L'objectif de cette évolution c'est d'avoir un diagnostique rapide et efficace et d'augmenter la disponibilité des machines.

Tab.3.1. Historique des systèmes Speedtronic [5]

Historique des systèmes Speedtronic

	Mark I	Mark II	Mark IV	Mark V	Mark VI	Mark VI e
Introduced	1966	1973	1982	1991	1997	2004
Shipments	850	2181	1080	3411	915	
Application	Gas Turbine	Gas Turbine	Gas Turbine	Gas / Steam	Turbine / BOP	Governor / BOP
Technology	Relays for Sequencing & Discrete Solid-state for Control	Discrete Solid-state for Sequencing. IC's & Microprocessor for Control	Complete Microprocessor Based. 8086/80286. Proprietary Backplane	Distributed Processors 186/196. Proprietary Backplane	Upgradable CPUs. VME Backplane. Distributed Controllers	Upgradable CPUs. cPCI Backplane. Networked I/O. Local/Remote
Redundancy	Single	Single	Single / Triple	Single / Triple	Single / Triple	Single / Dual / Triple
Operator Interface	Meters, PBs, Switches, Relay Annunciator	Meters, PBs, Switches, Solid-state Annunciator	Black & White Monitor with Membrane PBs	PC. Initially Proprietary. Later Windows, Cimplicity	Windows PC with Cimplicity GUI	Windows PC with Cimplicity GUI
Third Party Interface	Hardwired	Hardwired	Serial & Proprietary	Modbus & Ethernet TCP-IP GSM	Modbus, Ethernet GSM, OPC, DNP 3.0	Modbus, Ethernet GSM, OPC, DNP 3.0
Networks	NA	NA	NA	Arcnet	10MB Ethernet, Peer-to-Peer Communications	100MB Ethernet, Peer-to-Peer Communications
Maintenance Interface	Analog Cablibration, Pots, Timers	Analog Cablibration, Pots, Timers	Software Calibration	Software Calibration	Software Calibration, Windows Based	Software Calibration, Windows Based

3.2. La philosophie de speedtronic Mark VI [5]

L'algorithme « MINIMUM VALUE SELECT LOGIC » est un programme qui contrôle plusieurs boucles de régulation à la fois (température, vitesse, taux d'accélération, le démarrage, l'arrêt,). Le paramètre demandant moins de fuel, prend le contrôle.

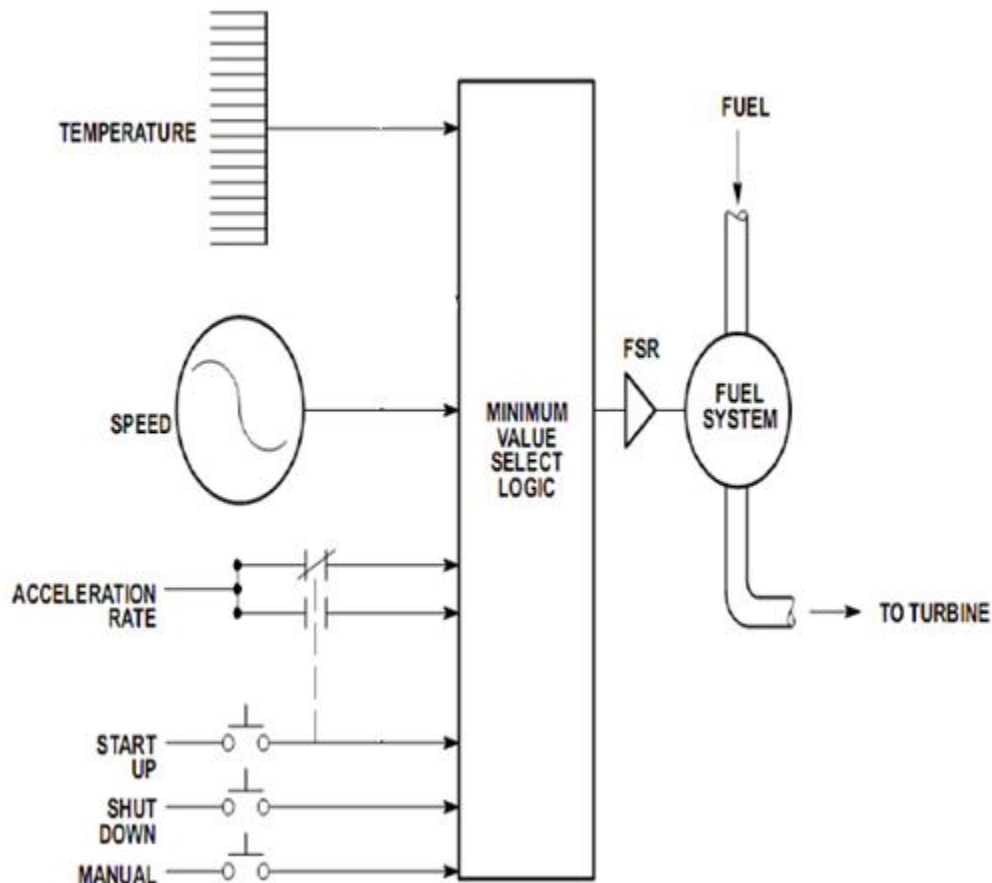


Fig.3.1.schéma de régulation speedtronic (l'entrée à valeur minimale) [5]

3.3.Panneau de commande [5]

Le Speedtronic Mark VI est un système destiné au contrôle des turbines GE, se présente sous forme de deux types :

- Type 1 : *TMR, Triple Module Redondance*, constitué par trois racks identiques R, S & T. (voir Fig.3.2)
- Type 2 : *Simplexe*, est un système à un seul rack (utilisé dans des turbines de type aéro dérivatives).

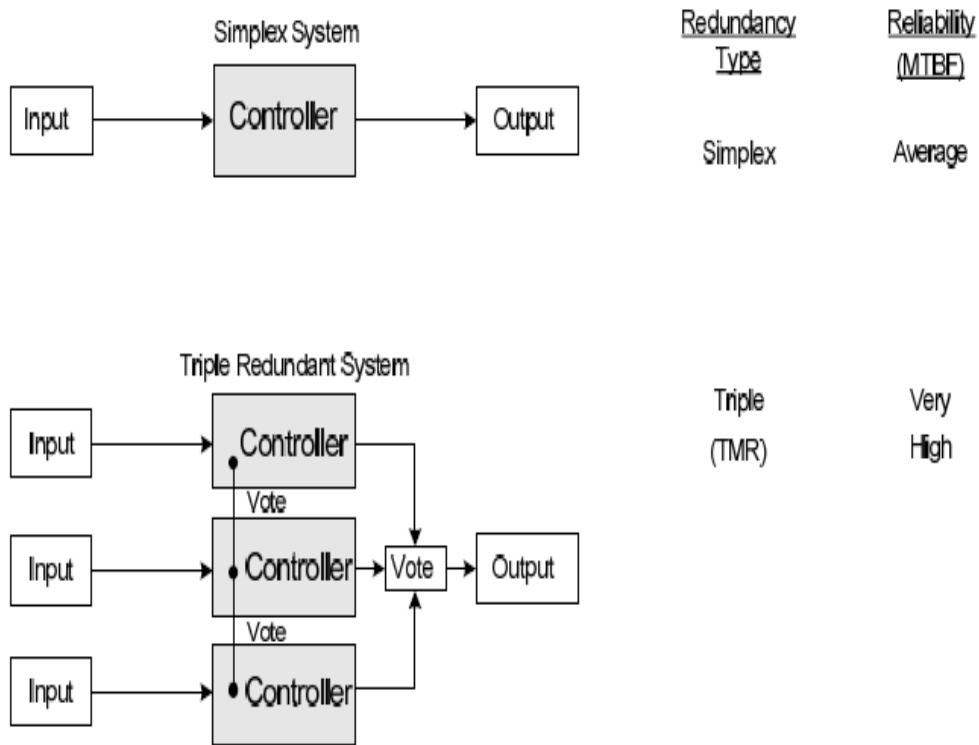


Fig.3.2. Types de système Mark VI [5]

3.4. Architecture Mark VI [5]

L'armoire des contrôleurs Mark VI est constituée par trois racks, chaque rack contient 21 slots (voir Fig.3.3 et Fig3.4)

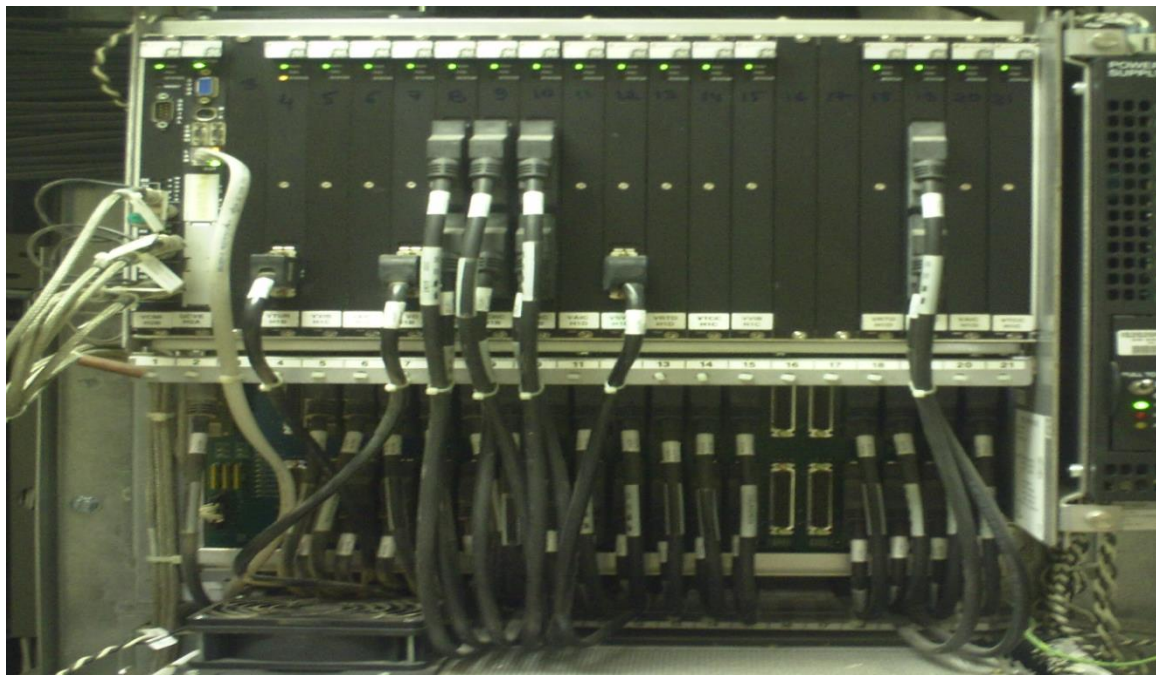


Fig.3.3. Rack “R” Mark VI [5]

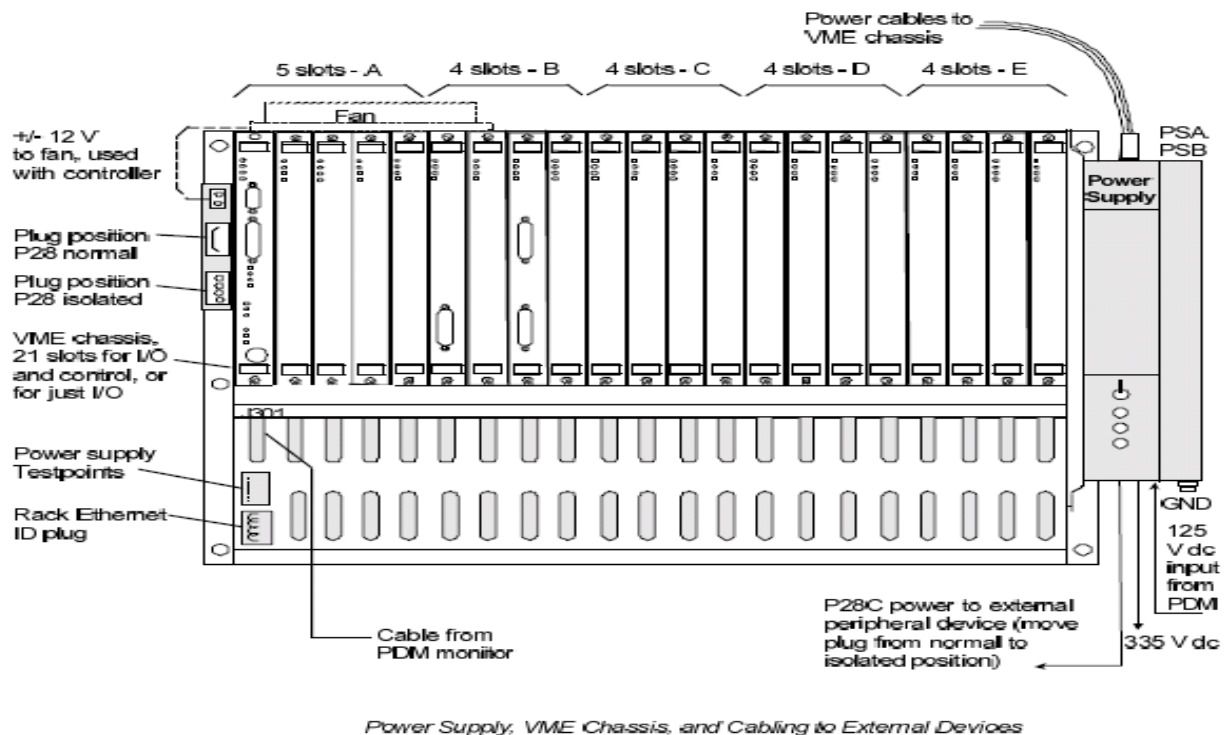


Fig.3.4. schéma détailler d’un Rack “R” Mark VI [5]

Ces trois contrôleurs « R », « S » & « T », communiquent entre eux avec un 4^{ème} module appelé rack « P » (technologie SIFT : *Software Implémented Fault Tolérance*) pour l’élimination de maximum de déclenchement causés par défaut instrumentation qui contient à son tour 3 cartes

redondantes « X », « Y » & « Z ». Ce dernier « P » protège la turbine contre les survitesses (voir Fig.3.5et Fig.3.6).

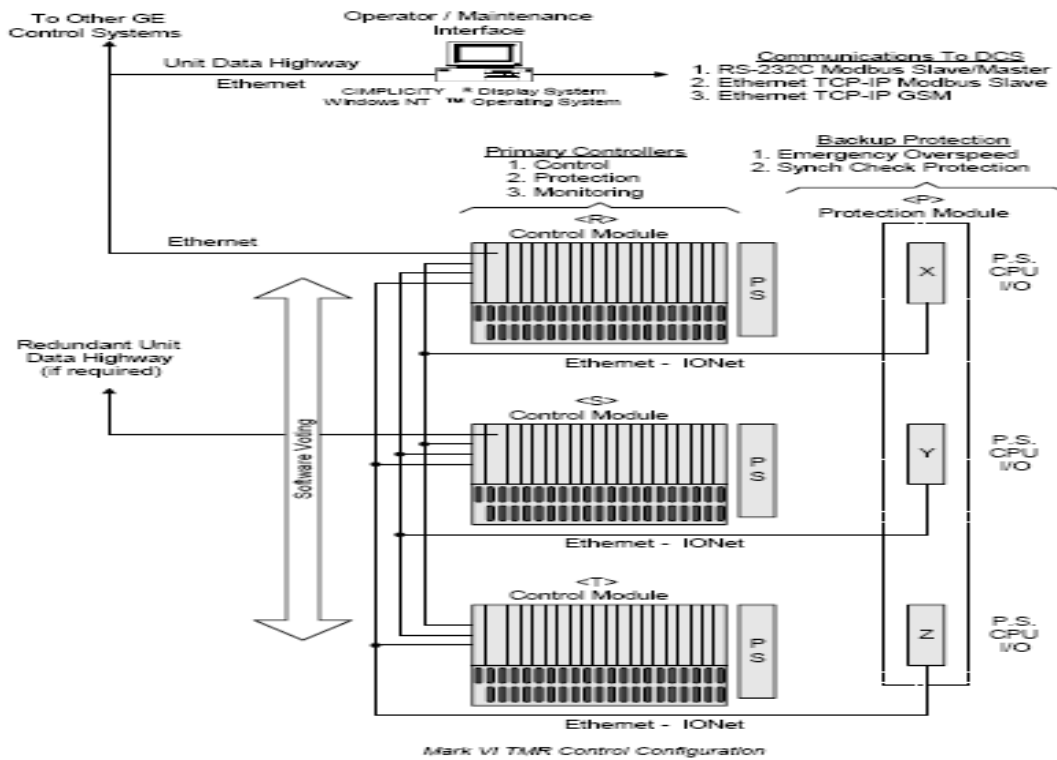


Fig.3.5. Technologie SIFT [5]

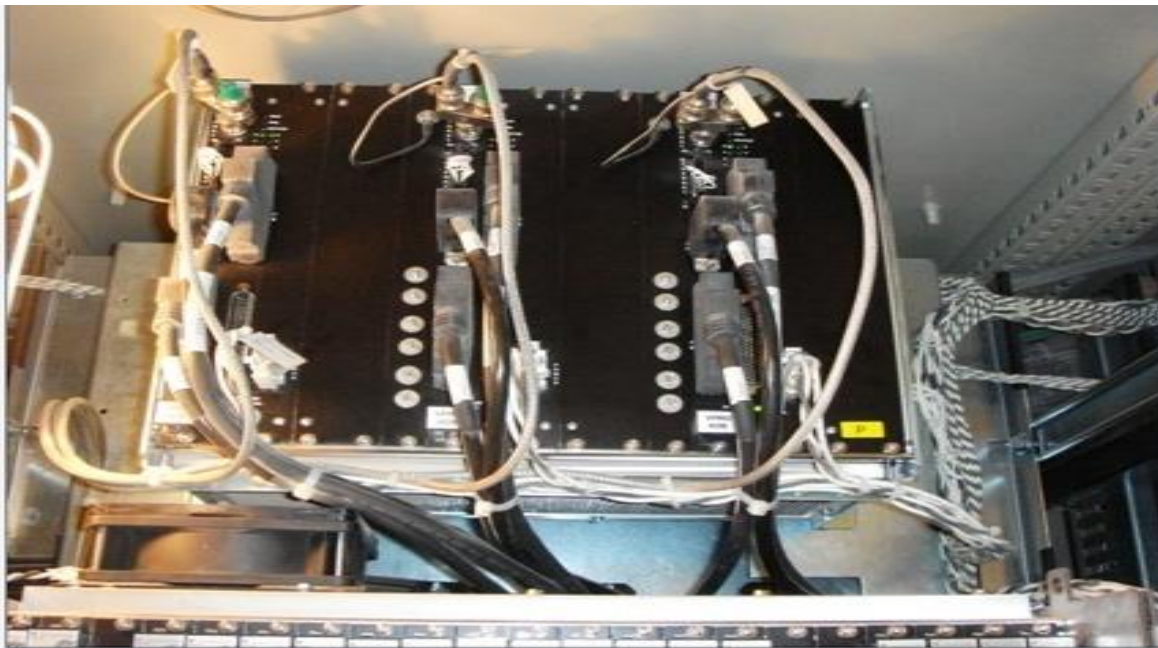


Fig.3.6. Protecteur P [5]

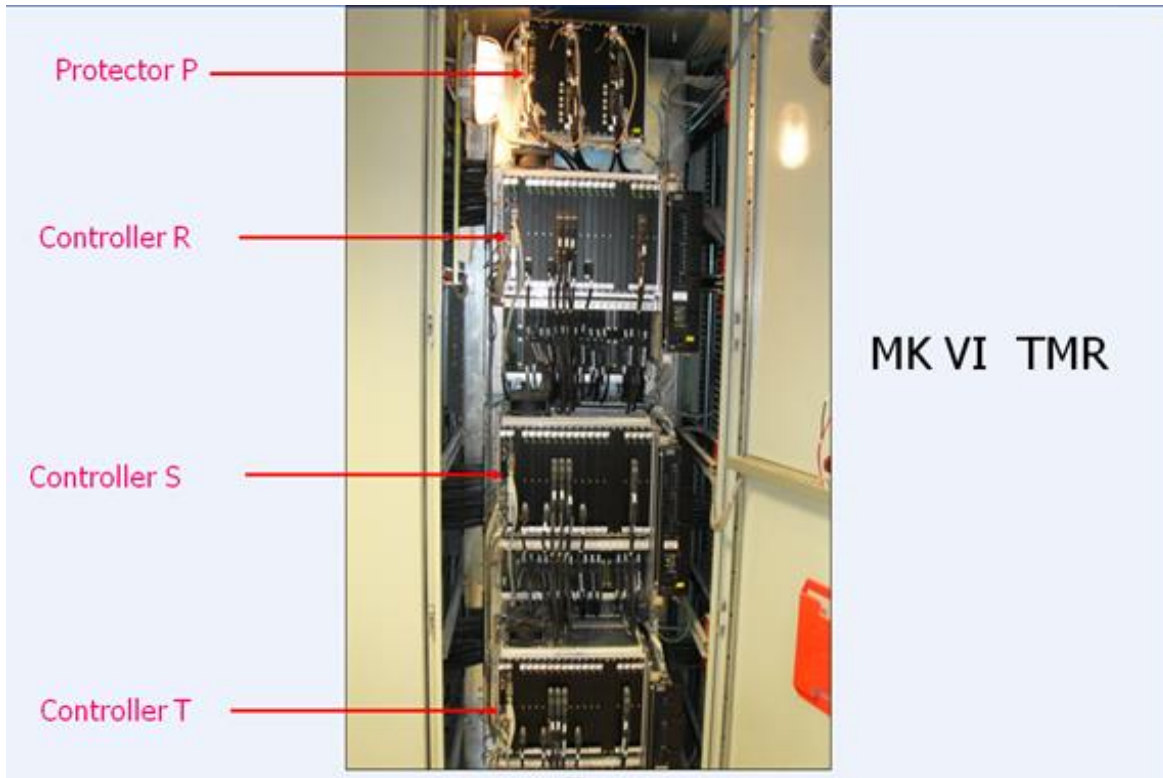


Fig.3.7. Mark VI TMR [5]

Le panneau Mark VI est constitué d'une armoire HIOS (*High Input Output Signal*) pour le traitement des signaux (TOR Toute Ou Rien, limite Switch, pressostat, thermostat, commande électrovanne, commande d'un moteur,...) (voir Fig.3.8).

Tous les signaux analogiques (vibration vitesse, température, pression, débit,...) sont connectés à l'armoire LIOS (*Low Input Output Signal*) (voir Fig.3.9).

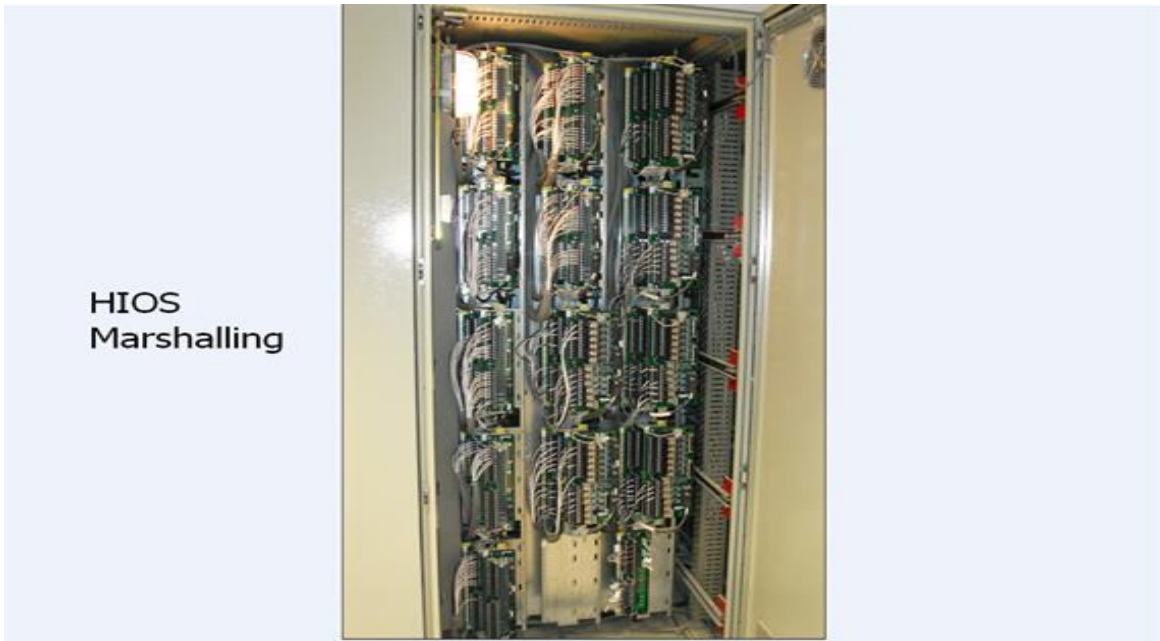


Fig.3.8. Armoire HIOS [5]

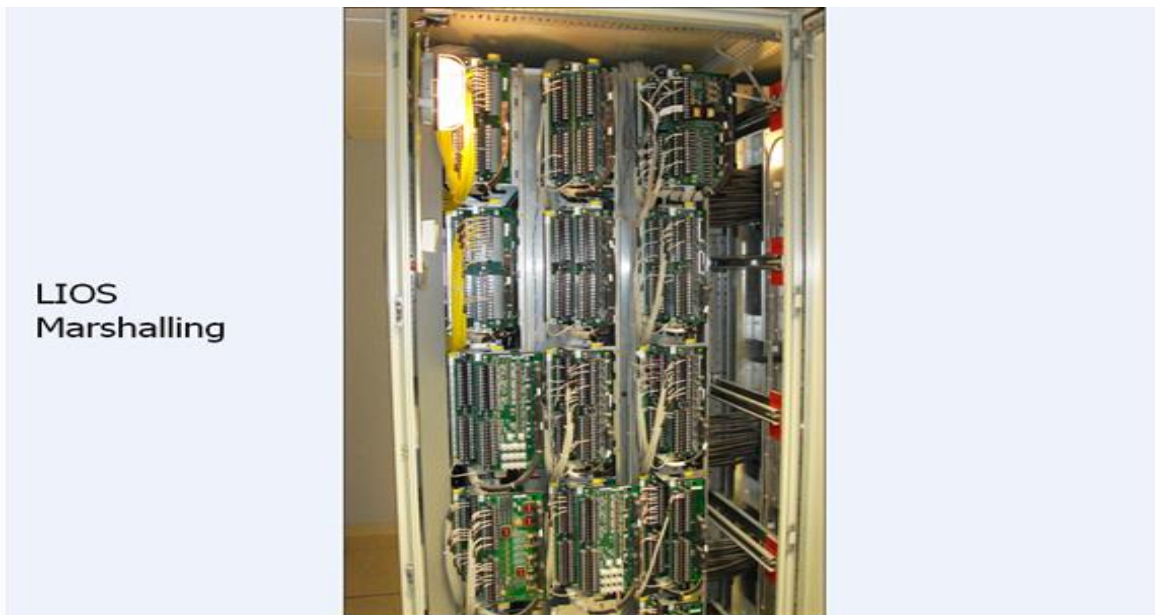


Fig.3.9. Armoire LIOS [5]

3.5.General Software Description[5]

3.5.1. Mark VI software (voir Fig.3.10)

L'installation de système de contrôle Mark VI nécessite les logiciels suivants :

- CIMplicity 5.5 avec SP 3.
- Toolbox (boîte outils).
- M6b file

Remarque : nous avons pu installer dans nos laptop personnel CIMplicity 5.5 avec SP3, Toolbox (boîte outils) version V11.03.24C et certaines applications m6b files.

A s'avoir que le Mark VI utilise le langage Ladder

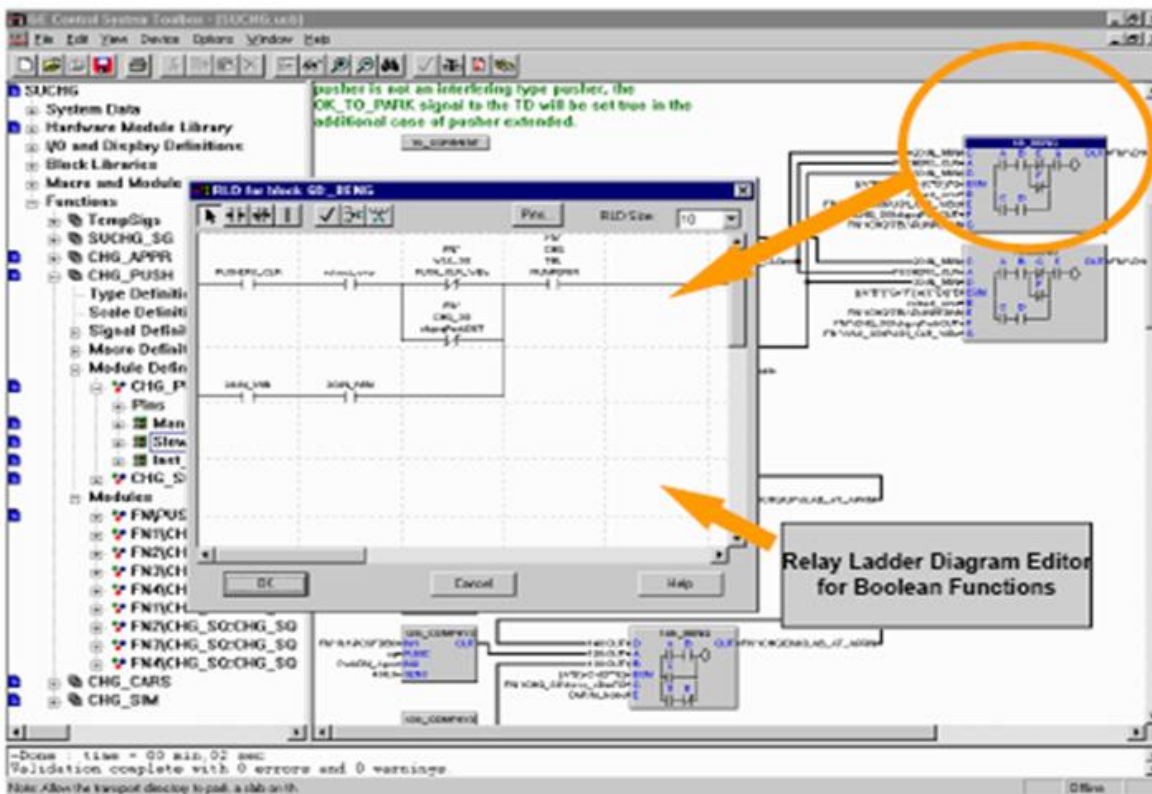


Fig.2.10. Mark VI Language Ladder [5]

3.5.1.1. Interface Opérateur « HMI » (voir Fig.3.11)

L'unité centrale de HMI est un Pentium 4 qui contient un port série, 04 ports Ethernet et un port parallèle pour l'imprimante.

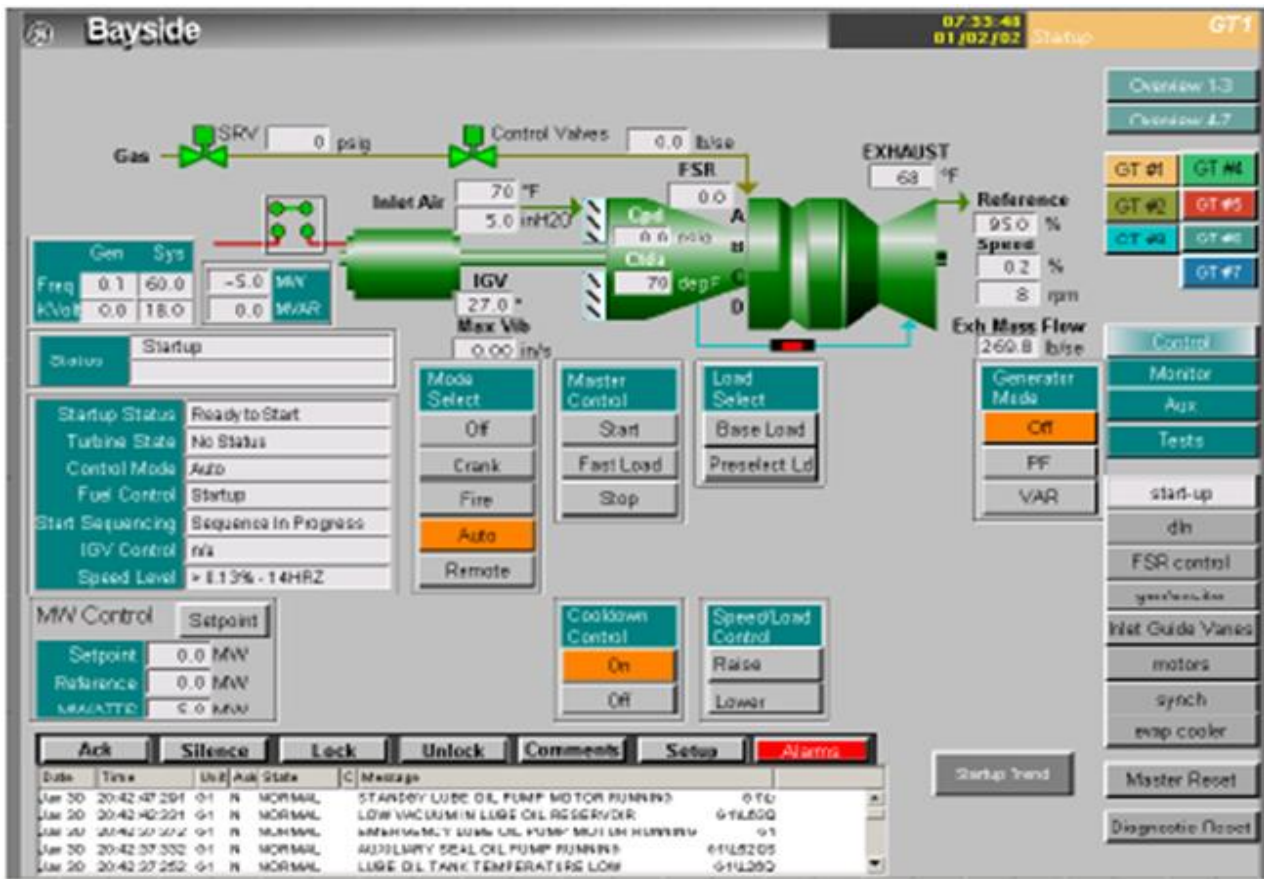


Fig.3.11. Interface Homme Machine [5]

3.5.1.1.1. Composant de l’HMI

- *Cimplicity* pour affichage des pages graphiques
- TCI « Turbine Control interface » : pour gestion des alarmes, SOE (*Event, Sequence Of Event*), *modbus*, *printer*
- NTP : Network Time protocole
- *Cimplicity Bridge* : interface entre *cimplicity* et TCI
- SDB : Base de données

3.5.1.1.2. Réseau de communication

L’HMI est connecté à deux réseaux redondants UDH & PDH.

UDH (*Unit Data Highway*) : réseau spécifique entre MK VI et HMI

PDH (*Plant Data Highway*) : réseau pour communiquer avec les différents systèmes (DCS, Viewer,...)

Remarque : Il y a toujours une communication principale à partir du contrôleur « R » du faite que c’est le seul qui nous donne la possibilité pour changer les adresses TCP/IP.

3.5.1.2. Boite outil (Toolbox)

Boite outils (Toolbox) est considéré comme le software fondamentale du système de contrôle Mark VI

3.5.1.2.1. Version du boite outils (toolbox) (voir Fig.3.12)

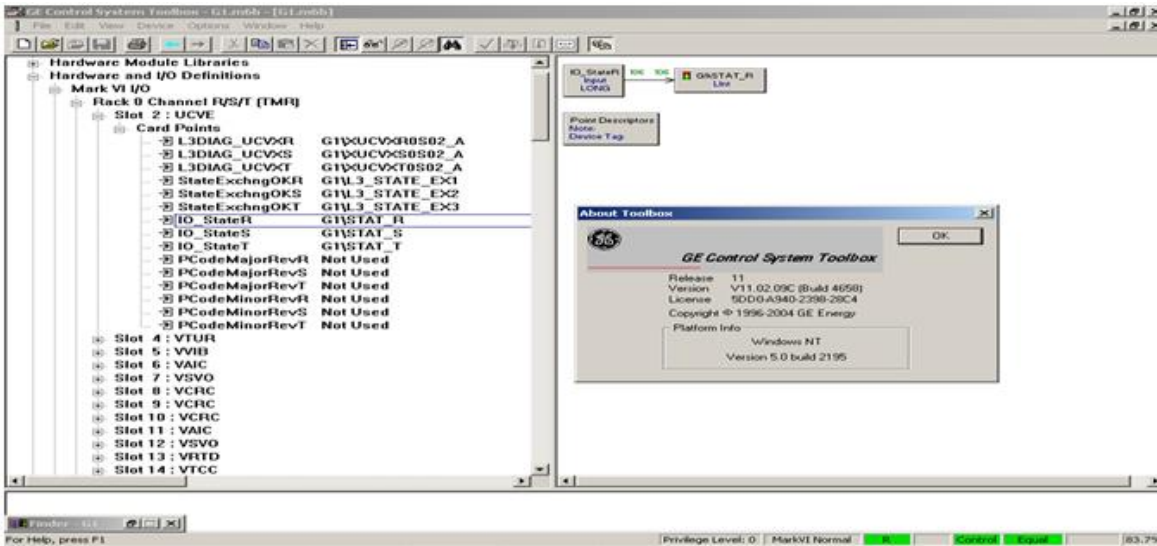


Fig.3.12. GE Control System Toolbox [5]

3.5.1.2.2. L’adresse TCP/IP des trois contrôleurs (voir Fig.3.13)

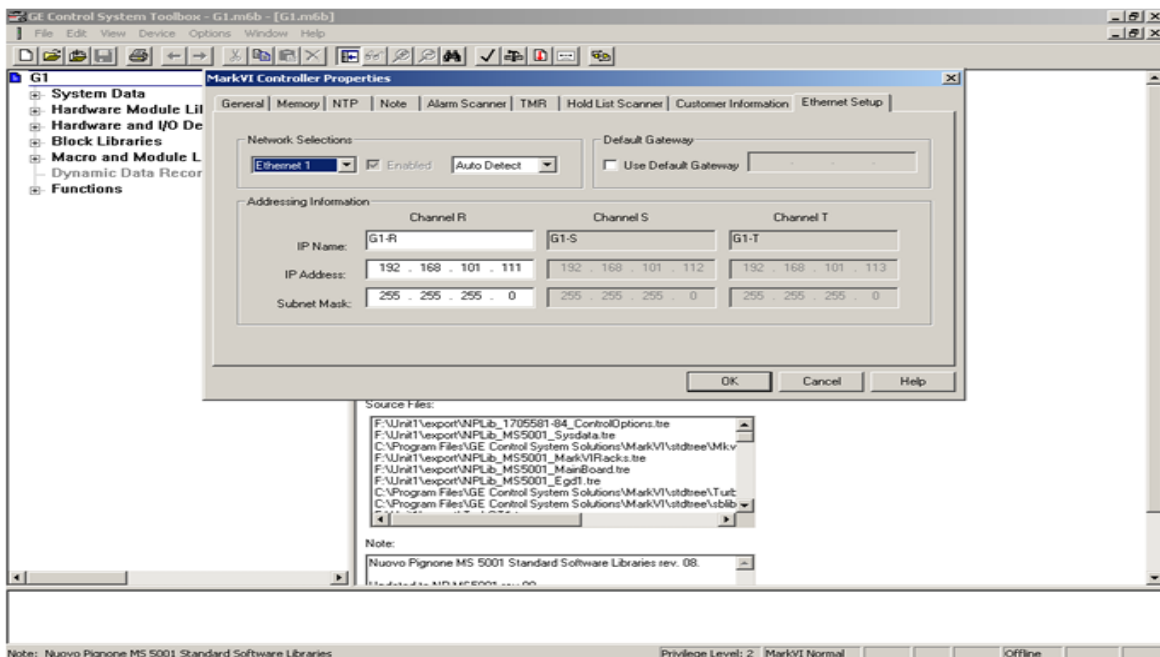


Fig.3.13. L’adresse TCP/IP des trois contrôleurs [5]

3.5.2. Boucle de contrôle SRV (voir Fig.3.14)

Parmi les boucles de régulation les plus importantes sont PID (inter valve Pressure Régulateur) (boucle de contrôle SRV qui dépend de deux paramètres essentiel TNH et P2)

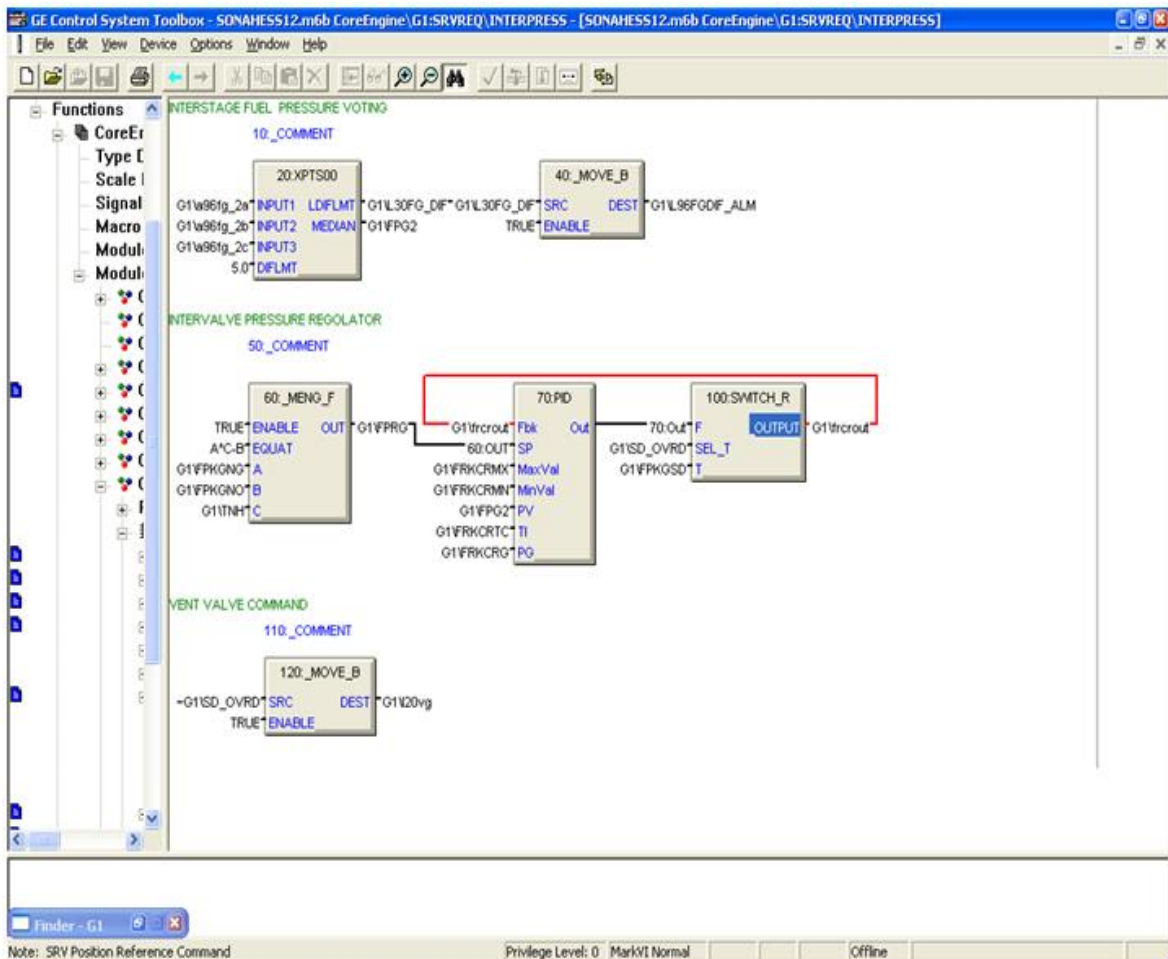


Fig.3.14. Boucle de contrôle SRV [5]

3.5.3. Synchronisation avec GPS (voir Fig.3.15)

Le système Mark VI synchronisé avec les autres systèmes à travers le GPS (*Global Position System*) pour le temps de l'analyse.

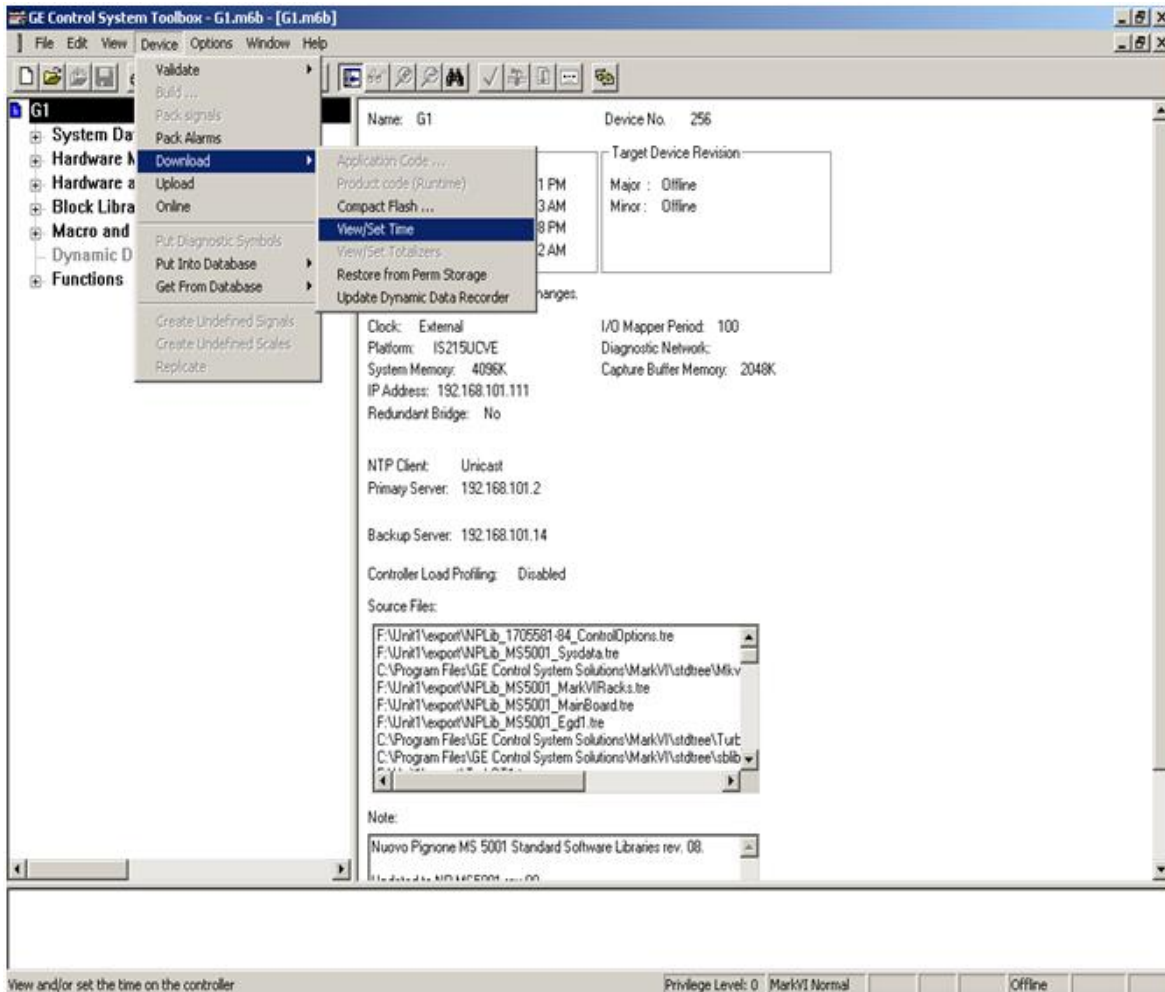


Fig.3.15. Synchronisation avec GPS [5]

3.5.4. Network et communication (voir Fig.3.16)

Le système de contrôle MARK VI est connecté avec plusieurs sous systèmes tel que :

- Bently Nevada: température et vibrations
- System 1: analyse vibratoire et température
- DCS Emerson: contrôle des boucles de régulation la plateforme de fuel gaz de la plateforme (SKID fuel gaz)
- ESD Triconex : sécurisé le poste fuel gaz
- PMS (*Power Management System*): contrôle et gestion de la puissance et partager l'énergie électrique par la commande à distance.
- Fire & Gas : protection de la machine contre les incendies (feu et gaz)
- Notifier Fire & Gas : protection des buildings (salle de contrôle, MCC, salle batteries)
- HVAC (*Honeywell*): refroidissement de la salle machine et la salle de contrôle



Fig.3.16. Communication Mark VI – Sous systèmes

Les HMI MARK VI installé dans la salle de contrôle PGP sont connecté avec un HMI viewer (uniquement pour visualisation) a travers des switches (voir Fig.3.17)

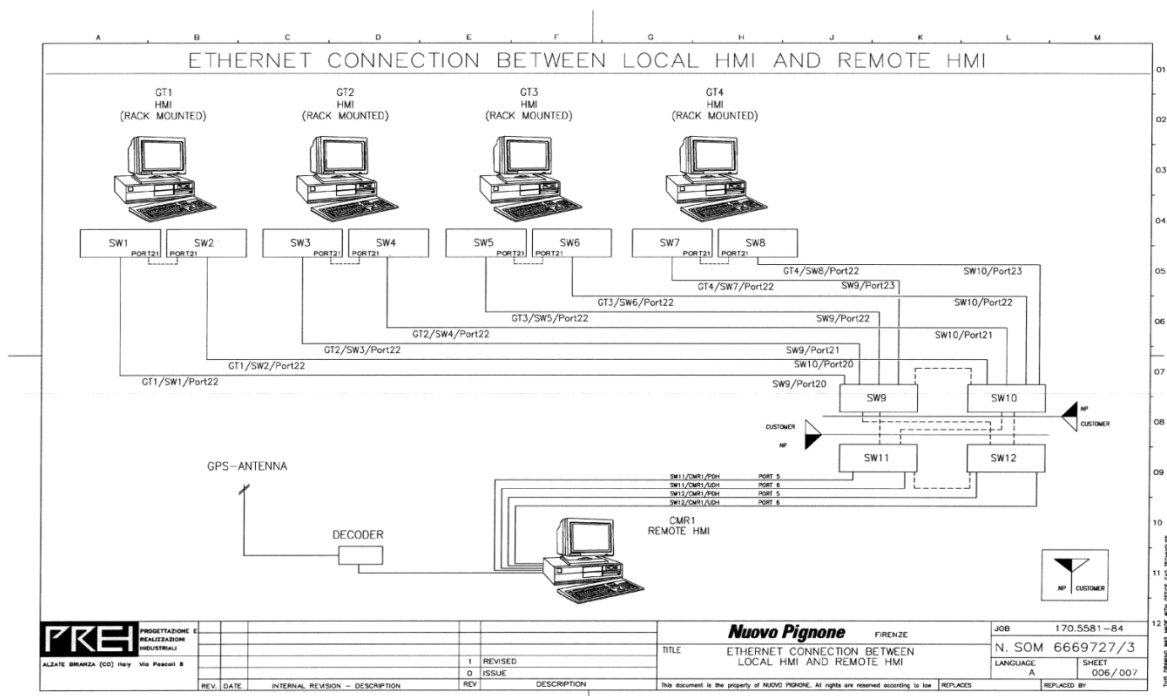


Fig.3.17. Connexion Ethernet entre les HMI locale et la HMI à distance [5]

4.1. Introduction

Pour palier les risque éventuel d'arrêt de la turbine provoquant par une chute de pression dans le circuit hydraulique qui command aux vannes de gaz, et pour améliorer la calibration de ces vannes.

Il est nécessaire d'installer une pompe auxiliaire d'huile hydraulique sur une des turbines GT -1 comme essai, conformément aux procédures standard de SonaHess(El Gassi El Agreb) .

Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique

4.2. Choix d'une pompe hydraulique volumétrique à palette (PH-2/88HQ) [7]

<p>Calcul de sélection :</p> <p>A déterminer</p> <p>Cylindrée..... V_i [cm³/tr.] Débit disponible.... Q [l/min] Puissance. P [kW]</p> <p>Principe :</p> <ol style="list-style-type: none">1) Premier calcul $V_i = 1000 * Q_{dem} / n$ V_i : Cylindrée théorique2) Sélectionner la pompe dont la cylindrée Théorique V_i est immédiatement supérieure (voir tableau de l'annexe)3) Débit théorique de cette pompe $Q_{théo} = V_i * n / 1000$4) Pertes volumétriques Q_{per} en fonction de la pression $Q_{per} = f(p)$ (voir le graphique de l'annexe D) Choisir les viscosités 10 ou 24 mm²/s5) Débit disponible de la pompe $Q = Q_{théo} - Q_{per}$6) Puissance d'entrée théorique $P_{théo} = Q * P / 600$7) Trouver la perte de puissance hydrodynamique P_{per} sur la courbe8. Calcul de la puissance d'entrée nécessaire $P = P_{théo} + P_{per}$	<p>Performances demandées</p> <p>Débit demandé Q [l/min] 49 Vitesse n [tr/min] 1500 Pression p [bar] 80 Viscosité : 32 mm²/s (TOTAL : PRESLIA 32 (voir l'annexe C))</p> <p>Noter choisis :</p> <ol style="list-style-type: none">1) $V_i = 1000 * 49 / 1500 = 33.1$ cm³/tr2) → T6C-010 tq : $V_i = 34.1$ cm³/tr3) $Q_{théo} = 34.1 * 1480 / 1000$ $= 50.46$ l/min4) T6C (voir l'annexe D) : $Q_{per} = 3$ l/min ; à 80bar et 24 mm²/s5) $Q = 50.46 - 3 = 47,46$ l/min6) $P_{théo} = 47.46 * 80 / 600 = 6,32$ kW7) T6C (voir l'annexe D) : P_{per} à 1500tr/min, et 80 bar ; $P_{per} = 1.4$ kW8) $P_{en} = 6.32 + 1.4 = 7.42$ kW <p>Le résultat :</p> <p>$V_i = 33,1$ cm³/tr. $Q = 49$ l/min $P = 7,42$ kW</p> <p style="text-align: right;">TC6-010</p>
---	---

Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique

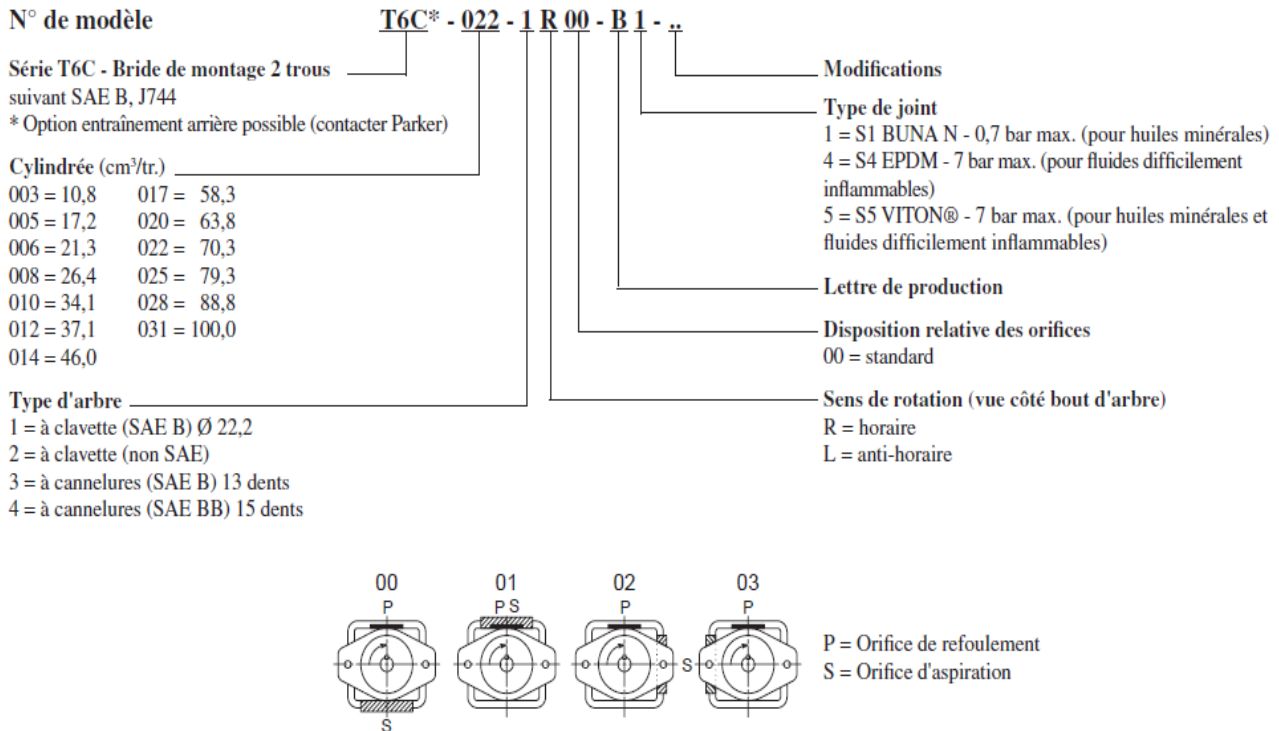


Fig.4.1 .Pompes Hydrauliques à Palettes – Industrielles (T6C – Désignation) [7]

➤ Calculer le type d'arbre [7]

Tab.4.1.calcul du type d'arbre [7]

Limite de couple sur l'arbre [cm ³ /tr x bar]	
Arbre	V _i x P _{max} .
1	16340
2	14300
3	20600
4	21800

Code d'arbre = 2 tq : $V_i \times p_{\max} = 34,1 \times 80 = 2728 < 14300 \rightarrow 2$

D'après le catalogue qui fourni par le constructeur (**Parker Hannifin SASVPDE**, Denison Vane Pumps Vierzon – France) et notre caractéristique demander, on a choisi la pompe volumétrique hydraulique à palette de type : **T6C-010-2R 01 –B5**

4.3. Installation de la pompe auxiliaire PH-2(88HQ)

4.3.1. Explication du projet

4.3.1.1. Le problème posé

Avant d'entamer notre problématique nous rappelons que, le système d'alimentation hydraulique comprend deux systèmes séparés dont le seul point commun est le système d'huile lubrifiante, qui est utilisée comme source d'alimentation.

✚ **1er Système** : comprend l'ensemble pompe à ratchet, les soupapes auto séquentielles et le convertisseur de couple hydraulique. Ce système à deux fonctions :

➤ Permet de fournir la première impulsion de démarrage au rotor de la Turbine,

Puis l'ensemble de démarrage (moteur électrique) entraîne le rotor de la Turbine ; c'est une opération qui dure 12 secondes.

➤ Quand la Turbine est mise à l'arrêt, ce système est utilisé pour éviter que l'arbre de la turbine fléchisse à cause de sa température élevée, alors ce système fait tourner l'arbre de 1/4 de tour chaque 3minutes et ça durant 18 heures.

➤ Calibration des vannes de gaz (SRV, GCV) et les aubes directrices (IGV) à l'arrêt de la turbine.

✚ **2ème Système** : Ce système comprend la pompe volumétrique principale PH-1 (c'est une pompe mécanique entraînée par l'arbre de la turbine), son rôle est d'augmenté la pression de huile hydraulique. La pression de refoulement est contrôlée par la vanne régulatrice PCV - 1213(VPR3-1).

On utilise ce système pour :

➤ Calibration en mode crank des vannes de gaz (SRV, GCV) et les aubes directrices (IGV) ;

➤ La commande de vannes de gaz (GCV, SRV) et les aubes directrices (IGV) en fonctionnement normal de la turbine;

Dans le circuit hydraulique actuel on trouve plusieurs inconvénients et insuffisances qui empêchent le bon fonctionnement de la turbine :

❖ La calibration

Pour calibrer les vannes de commande de gaz (SRV, GCV) et l'aube directrice à entrée variable (IGV), le constructeur a relié le système ratchet avec le circuit de commande par une conduite qui possède une vanne à commande manuelle.

- A l'arrêt de la turbine, les opérateurs de la centrale sont obligés de faire des modifications manuelles pour empêcher le fluide d'accéder au système ratchet et de le faire passer au circuit de commande pour calibrer les vannes SRV, GCV, IGV (pression de 60 à 72 bar)
- La pompe de système ratchet ne doit pas fonctionner pendant une longue durée car elle est programmée pour travailler dans des intervalles de temps précis (elle fonctionne pendant 12 secondes et s'arrête pendant 3 minutes).
- Elle est entraînée par un moteur électrique à courant continu qui est alimenté par des batteries de stockage.
- Cette pompe (de système ratchet) n'atteindra jamais la pression nécessaire pour la bonne calibration des vannes.
- A l'arrêt de la machine on doit attendre 18 heures (la fin du cycle de virage de la machine), pour pouvoir faire les calibrations en toute sécurité.
- Pendant la calibration, le fonctionnement continu de la pompe de virage, génère l'alarme (RATCHET PUMP OVERLOAD).

La calibration en mode Crank, on utilise le moteur de lancement pour faire tourner l'arbre de la Turbine et lui-même fait tourner la pompe principale (mécanique) pour laquelle produit la pression nécessaire pour la calibration.

- Le moteur de lancement est censé désaccouplé à 60% de la vitesse Hp, alors son fonctionnement continu est déconseillé par le constructeur (GE).
- Les tentatives de démarrage du moteur de lancement sont limitées à 3 essais.
Une sécurité Haute d'une heure au niveau du MCC (Motor Control Center) protège le moteur.

❖ Basse pression hydraulique :

La chute de pression dans le circuit hydraulique ne contient pas un moyen de protection qui peut engendrer un trip (arrêt brusque) et qui peut être fatal pour la turbine.

❖ le nettoyage de circuit hydraulique (flushing) :

Pour le nettoyage des conduites de circuit hydraulique, il existe une opération appelé Flushing .Elle permet d'enlever les encrassements qui se forment au niveau des parois des conduites. Elle consiste à démonter les servovalves et laisser le fluide circuler dans le circuit et il revienne dans le réservoir pendant 48 heures.

Le circuit hydraulique actuel ne permet pas de la réaliser par ce qu'à l'arrêt de la machine on n'a pas de pompe qui permet d'injecter de fluide dans le circuit.

4.3.1.2. La solution proposée à ce problème

La solution consiste à l'intégration et l'automatisation (dans le système de contrôle speedtronic Mark VI) d'une pompe auxiliaire volumétrique à palettes PH-2, qui est entraîné par un moteur électrique à courant alternatif 88HQ et qui doit fonctionner en parallèle avec la pompe mécanique PH-1, installée dans le circuit hydraulique.

4.4. Description du fonctionnement de la pompe auxiliaire PH-2(cahier de charge)[6]

La pompe auxiliaire PH-2, entraîné par un moteur électrique alternatif 88HQ, fournit la pression d'huile nécessaire pendant le démarrage et les phases d'arrêt. En outre, pendant le fonctionnement normal de la turbine, elle fournit une pression en cas de chute de pression dans le circuit hydraulique.Les soupapes de sûreté PSV -1271 (VR-21) et le PSV -1273 (VR-22) sont prévus respectivement à PH-1 et PH-2 et sont installées pour protéger le système contre les surpressions. Le système de double filtre F-125A et F-125B à pour de fournir de l'huile propre à l'équipement en aval.

La chute de pression à travers les filtres est détectée par un transmetteur de pression différentielle PDT- 1216(96HF-1) et afficher par l'indicateur de pression PDI _1215.La pression d'huile hydraulique est contrôlée par le transmetteur de pression PT -1217 (96HQ-1) installé en aval du Système de filtration et elle est afficher par un indicateur de pression PI-1218.

4.5. Instrumentation et commande de la pompe hydraulique PH-2(88HQ) dans le MarkVI[4]

➤ la séquence d'arrêt

S'il y a une chute de pression dans le circuit de lubrification la pompe auxiliaire PH-2 ne démarre pas. Lorsque l'unité est arrêtée, si la condition d'arrêt est active pendant plus de 10s en général à partir du démarrage de la pompe mécanique PH-1, l'alarme est générée. Lorsque l'unité est en marche, si la condition d'arrêt est active, l'alarme est générée. En cas de chute de pression d'huile est détectée par PDT -1208/ A (96QV-1A) PDT -1208/ B (96QV-1B) PDT -1208/ C (96QV-1C) arrêt à la MCC est généré XS -132(4HQ-C).

Pendant la séquence d'arrêt Si l'état d'arrêt n'est pas actif, pendant l'arrêt de la turbine la pompe auxiliaire PH-2 peut être démarrée en cas ou il ya une chute de pression de huile à l'intérieure du circuit hydraulique.

➤ séquence de démarrage :

Si l'état d'arrêt n'est pas actif, lors du démarrage, la pompe auxiliaire PH-2 démarre lorsque la séquence de démarrage de la turbine est activée.

Il continue à fonctionner jusqu'à ce que l'arbre de la turbine atteigne 95% de la vitesse nominal, et la pompe mécanique PH-1 prend la relève pour fournir la pression d'huile nécessaire.

➤ Séquence de fonctionnement normal :

Lorsque l'arbre HP est au-dessus de 95% de la vitesse minimale de fonctionnement, si l'état d'arrêt n'est pas actif, la pompe auxiliaire PH-2 démarre si la pressostat PT-1217(96HQ1) détecter une faible pression d'huile hydraulique. Pendant le fonctionnement normal au moment du départ de la pompe mécanique PH-1 s'il y a une chute de pression détectée par XS -133 (52HQ) la pompe PH-2 démarre et l'alarme générée.

- **Arrêter pendant le fonctionnement normal**

Si pendant le fonctionnement normal la pompe auxiliaire PH-2 démarre, et détecté par XS -133 (52HQ).La pompe reste en marche également lorsque la condition de départ est réinitialisé. Elle peut être arrêtée manuellement par l'opérateur de HMI ou MCC.

- **Demande lors de l'arrêt**

Si l'état d'arrêt n'est pas actif, quand un arrêt normal de la turbine se produit, la pompe auxiliaire HP-2 démarre lorsque l'arbre HP diminue en dessous de la vitesse nominale de fonctionnement.

- **Demande au cours d'arrêt d'urgence (trip)**

Si l'arrêt d'urgence (trip) est détecté, la pompe hydraulique n'est pas démarrée. Si la pompe était déjà en cours d'exécution avant l'événement déclencheur, la pompe s'arrête généralement 10s après le trip.

4.5.1. contrôle Manuel

Si l'état de découpe n'est pas actif, la pompe auxiliaire peut être démarrée manuellement. Si le fonctionnement manuel est désélectionné, la pompe retourne à commande automatique.

4.5.2. La logique des alarmes

Si la pression d'huile hydraulique est détecté faible par PT -1217 (96HQ-1) pendant 3 secondes, puis plus généralement, l'alarme est générée si les conditions suivantes sont toutes vérifiées:

- ✓ Au-dessus de la vitesse de manivelle.
- ✓ Après le démarrage passé et avant l'arrêt.

L'alarme est également désactivée 1,5 s après que la vitesse de fonctionnement est atteinte pour tenir compte de l'arrêt de la pompe auxiliaire. Si la pression hydraulique différentielle du filtre à huile détectée par PDT-1216(96HF-1) après 1s, l'alarme est générée.

4.6. Les transmetteurs de pression [4]

- ✓ PDT_1216 (96 HF.1) : transmetteur analogique (4_20mA) qui transmet la différence de pression entre les filtres (F-125A et F-125B)
- ✓ PDT-1208 /A (96QV-1A) : transmetteur analogique (4-20mA) qui transmet la pression de la caisse d'huile.
- ✓ PDT-1208/B (96QV-1B) : transmetteur analogique (4-20mA) qui transmet la pression de la caisse d'huile.
- ✓ PDT-1208/C (96QV-1C) : transmetteur analogique (4-20mA) qui transmet la pression de la caisse d'huile.
- ✓ PT-1217(96HQ1) : transmetteur analogique (4-20mA) qui transmet la pression d'huile hydraulique entre les filtres (F-125A et F125-B).
- ✓ PI-1218(PI-11) : indicateur de pression entre les filtres (F-125A et F125-B).

4.7. L'actionneur de la pompe hydraulique auxiliaire PH-2 (88HQ) [4]

- ✓ XS-133(52HQ) : contact digital signal logique toute ou rien de l'arrêt de la pompe auxiliaire PH-2 de Mark VI vers MCC.
- ✓ XS-133 (52 HQ) : contacte digital signal logique toute ou rien de démarrage de la pompe auxiliaire PH-2 de Mark VI vers MCC.

4.7.1. Réalisation de GRAFCET

4.7.1.1. Configuration des variables d'entrée et des variables de sortie

La configuration des variables d'entrée ainsi les variables de sortie et leurs symboles dans le GRAFCET de niveau 2, sont illustres dans les tableaux ci-dessous 4.2 et 4.3

Tab.4.2.configuration des variables de sortie [7]

Commentaire	symbole	Adresse dans le MARK IV
Ordre de démarrage de moteur d'entrainement de la pompe hydraulique auxiliaire	HQ	L4HQZ

Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique

Tab.4.3.configuration des variables d'entrée [7]

Commentaire	symbole	Adresse dans le MRK VI
Signal de retour (FEED BAC) de MCC vers Mark VI, correspond à l'état de marche de la pompe auxiliaire de lubrification.	QA	L52QA
Signal de retour (FEED BAC) de MCC vers Mark VI, correspond à l'état de marche de la pompe hydraulique auxiliaire PH-2(88HQ).	HQ	L52HQ
Signal de retour (FEED BAC) de MCC vers Mark VI, correspond à l'état (marche, arrêt) de ventilo 1 de refroidissement de la turbine.	BT1	L52-BT1
Signal de retour (FEED BAC) de MCC vers Mark VI, correspond à l'état (marche, arrêt) de ventilo 2 de refroidissement de la turbine.	BT2	L52-BT2
Signal généré par un bloc comparateur, correspond à la basse pression d'huile de lubrification dans le collecteur (pression<1.19 bar).	QQ	L63QA2L_W
Signal généré par un bloc comparateur, correspond à la basse pression d'huile hydraulique (pression<65bar).	HF	L63HQ1L_W
Signal généré par un bloc comparateur, correspond a la très basse pression d'huile hydraulique (pression<60bar).	HF1	L63HQ2AL
Signal généré par un bloc comparateur, correspond a la très basse pression d'huile hydraulique (pression<60bar).	HF2	L63HQ2BL
Signale généré dans le Mark VI, correspond a l'état d'arrêt de la pompe auxiliaire d'urgence(DC) de lubrification.	QEZ	L72QEZ
Signal généré par un bloc comparateur, correspond au niveau de vitesse de l'arbre de la turbine (vitesse <95% de la vitesse nominale).	HSX	L 14HSX

Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique

démarrage manuel de la pompe hydraulique auxiliaire PH-2 (88HQ). Haut sélecteurs	HQS-CPB	L43HQS-CPB
Signale généré par l'opérateur à partir de l'HMI (push Botton), correspond a la commande de démarrage manuel de la pompe hydraulique auxiliaire PH-2.	HQ-CMD	L43HQ-CMD
Signale MASTER généré dans le Mark VI, correspond a l'état de fonctionnement de la turbine (turbine démarre L4=1)	L	L4
Signale généré dans le Mark VI, correspond à une condition de démarrage.	SP	L3SP
Signale généré dans le Mark VI, correspond à un ordre de démarrage (bouton poussoir START).	L1X	L1X
Signal de retour (FEED BAC) de MCC vers Mark VI, correspond à la fin de course d'accouplement de moteur de lancement de la turbine.	CSE	L33CSE
Signale généré dans le Mark VI, indique que le huile de lubrification et prête.	AUX	L3AUX
Signale généré dans le Mark VI indique la condition de huile temporisée.	PHQ	L2PHQ

4.8.Programmation des nouvelles séquences dans le Mark VI [5]

L'environnement Mark VI est ouvert, donc on peut modifier ou réaliser des nouveaux programmes (séquences), qui nous aide dans notre travail. Ceci par ce qu'il y'a beaucoup de spécificités, que le fournisseur oublies durant la commission de projet, donc c'est après le fonctionnement et l'expérimentation des équipements, que nous devons intervenir pour remédier aux anomalies, ou optimiser d'avantage de fonctionnement des équipements.

Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique

4.8.1. Les procédures à suivre pour ajouter des séquences de la pompe (88HQ) [5]

La condition principale dans la programmation dans le Mark VI, et que les noms des signaux introduits au cours de la programmation ne doivent pas coïncider avec des noms déjà utilisés tout en respectant la norme **ANSI (Standard Device Designation Numbers)** (voir l'annexe E).

La vérification se fait dans le fichier **M6b file** dans le répertoire **Unit1**.

Etape 1 : Création des nouvelles bases de données

Faire créer des **pins** comme base de données à partir de menu principal, c.-à-d cliquée sur :
M6b file/fonction /auxiliaire/module/G1 @hydr-oil.v01.01.03.c/pins

Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique

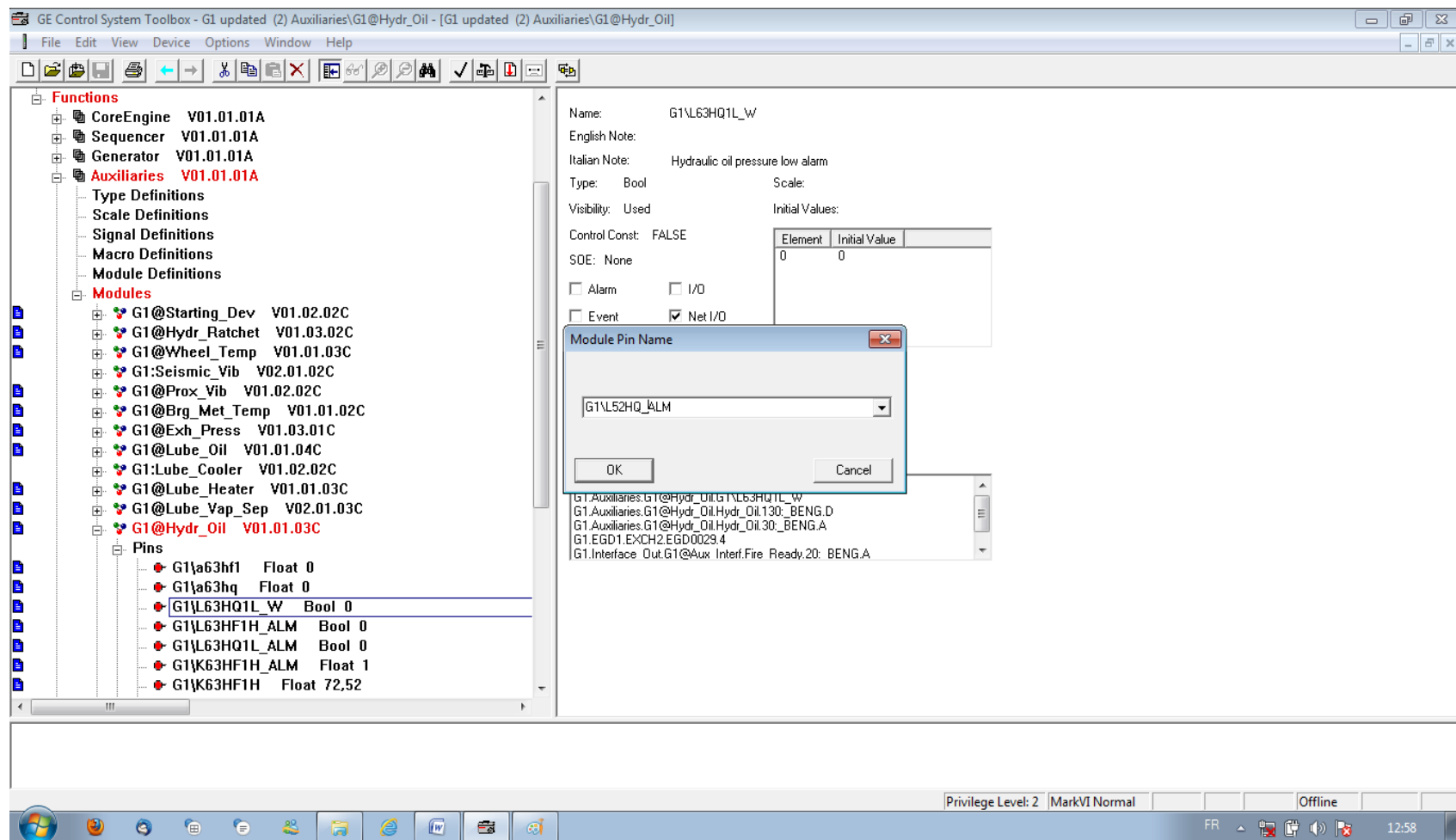


Fig.4.2. création d'un nouveau pin (base de données) [5]

✚ Etape 2 : Déclaration d'entrées

On trouve deux sortes de déclarations : déclaration pour entrées physiques (I/O) (entrer /sortie) venant du site, et câblées au niveau de panneau Mark VI, et déclaration internes (network) concernant les données (signaux) générés par le programme, dans des séquences intermédiaires.

➤ **Déclaration des entrées physiques et données interne** : dans le fichier **M6b file** en clique sur fonction **/auxiliaire/module/G1 @hydr-oil.v01.01.03.c/pins**.

Les données son présentées dans la figure .4.3

Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique

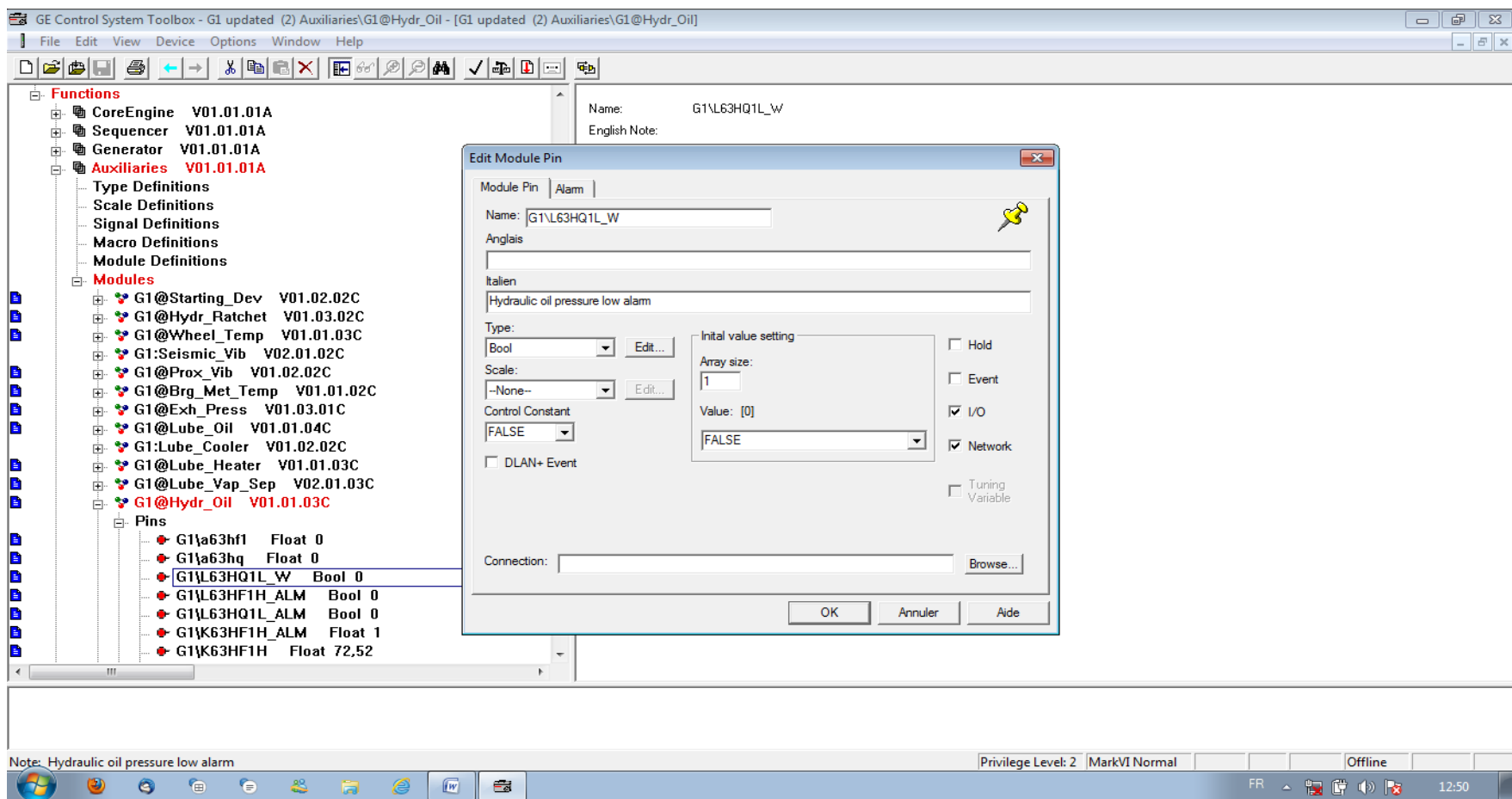


Fig.4.3. Fichier d'assignement d'entrées/sorties [5]

Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique

- **Déclarations des alarmes** : on suit les mêmes étapes de déclaration des entrées physiques et données internes à condition de sélectionner l'option alarme dans le panneau **édit module pin**.(voir fig.4.4)

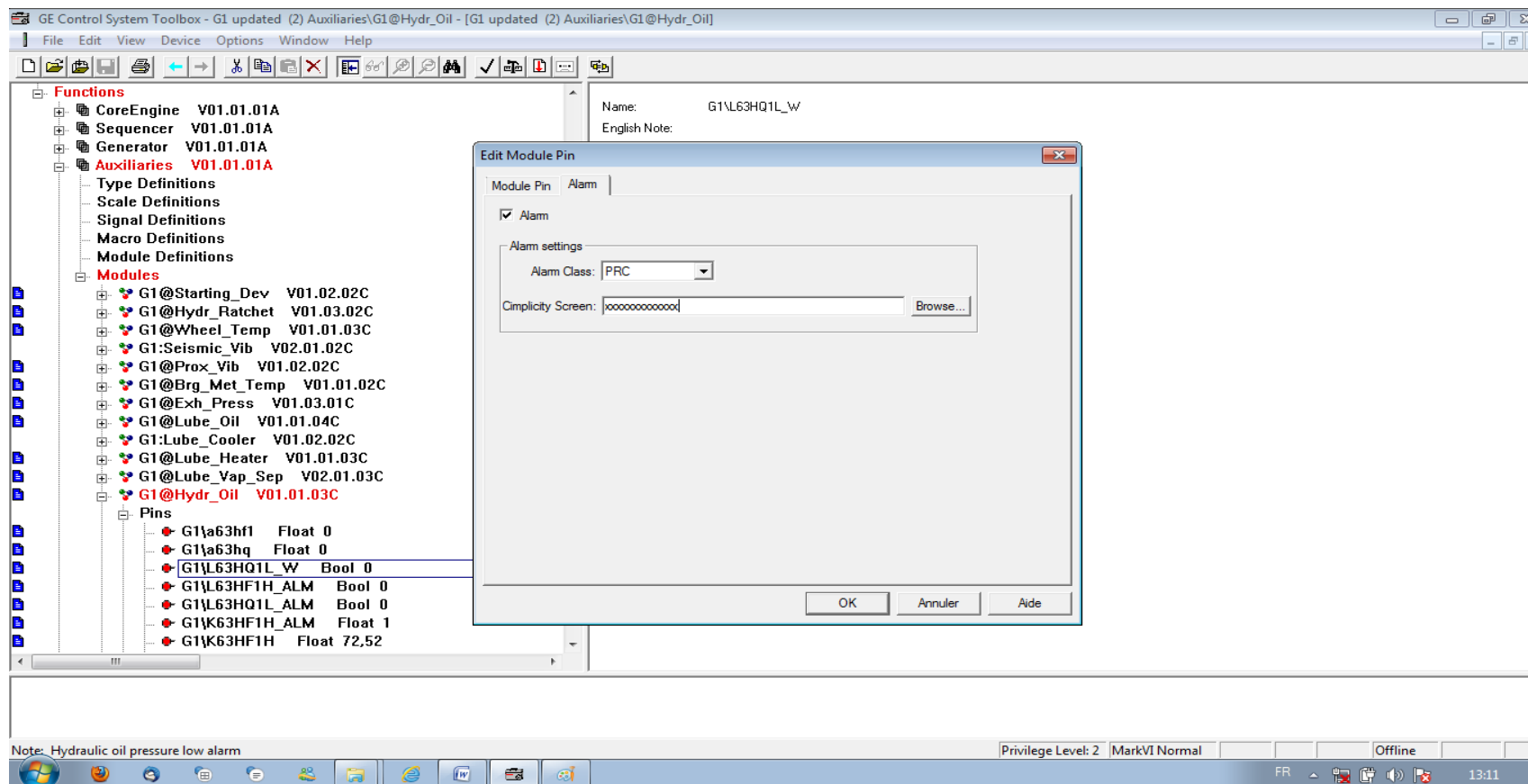


Fig.4.4.fichier déclaration d'alarme [5]

Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique

Etape 3 : Création des nouveaux blocks type BENG :

Dans le fichier **M6b file** on clique sur fonction **/auxiliaire/module/G1 @hydr-oil.v01.01.03.c/& Hydr_oil**. (Voir fig.4.5)

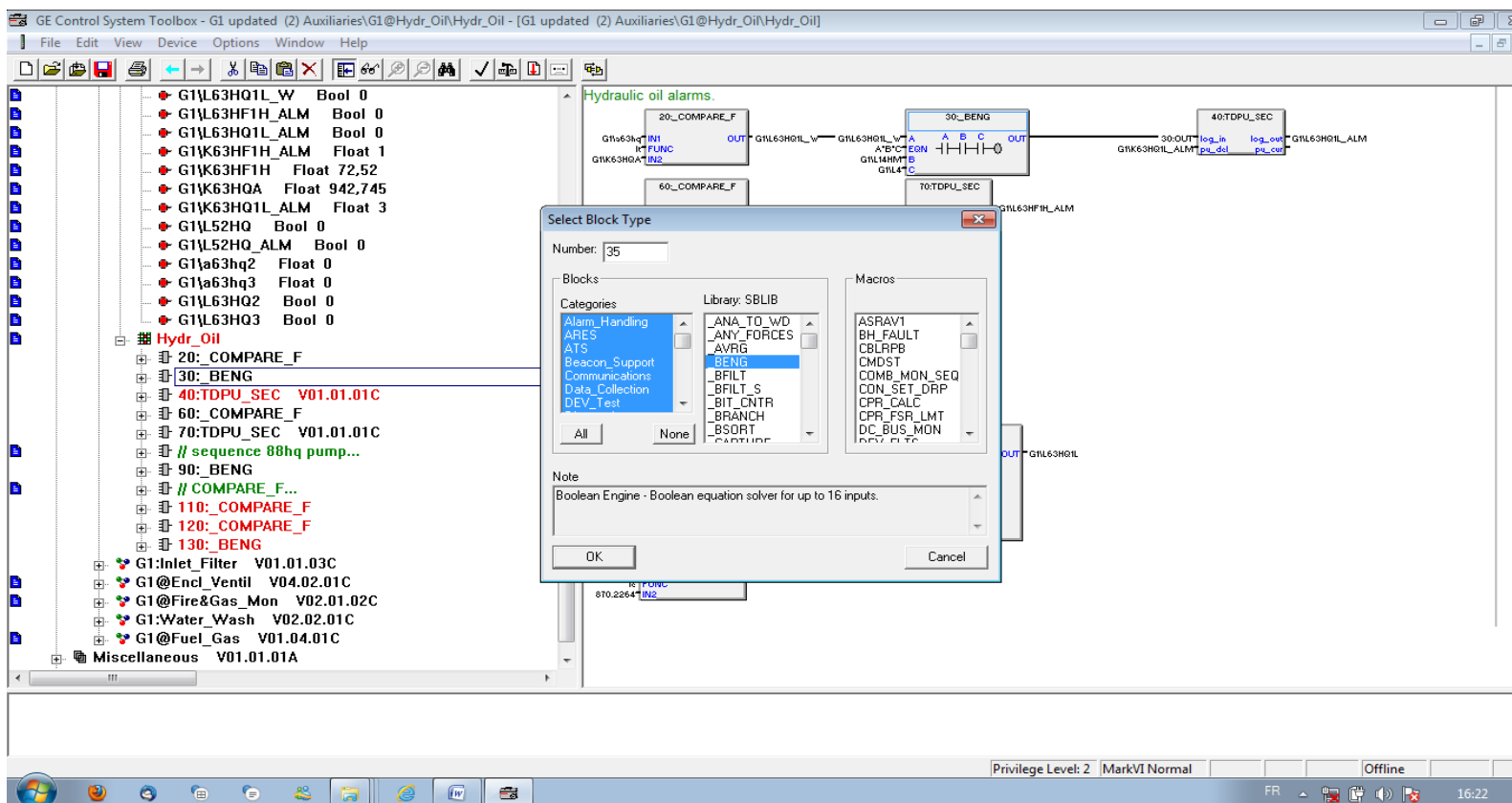


Fig.4.5.nouveaux blocks type BENG [5]

Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique

✚ Etape 4 : Edition des nouvelles séquences en langage LADDER

Définition : un programme en langage LADDER est composé d'une suite de réseau de contactes, exécutée de façon séquentielle par Mark VI.

La construction d'un ensemble de contact, s'effectue simplement en sélectionnant le symbole dans la palette graphique, et en le plaçant a l'endroit voulu dans la grille présentée a l'écran.

L'éditeur du langage à contact permet l'appel immédiat, a des fonctions d'aide a la saisie, comme l'accès aux bibliothèques de fonctions.

Programmation en LADDER

Pour lancer la programmation en LADDER on ouvre la fenêtre Edite Block Connections, sélectionner« **Comment** » pour l'écriture d'un commentaire (fig.4.6) expliquant la modification pour garder une traçabilité dans le programme.

Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique

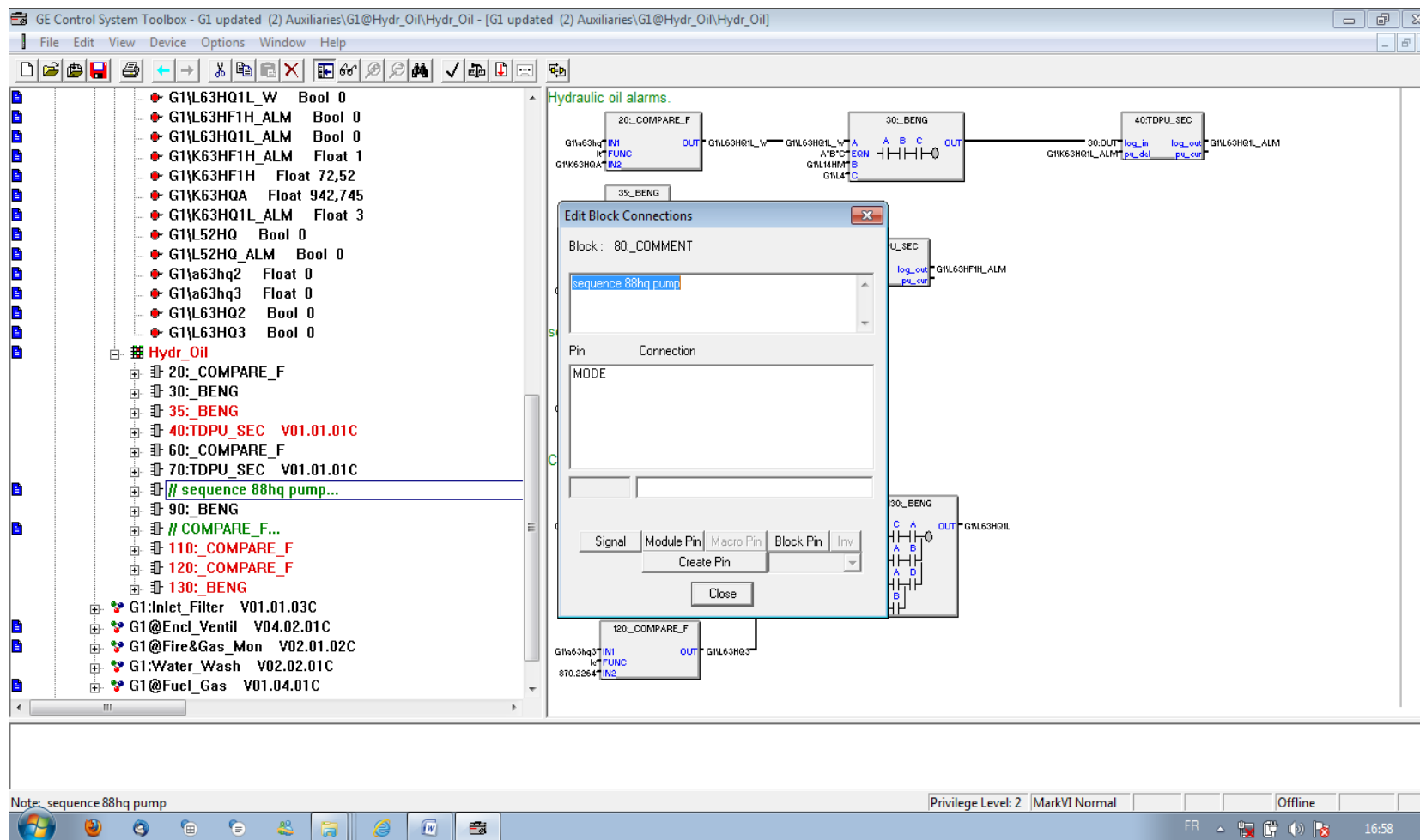


Fig.4.6. fenêtre édit block Connections [5]

Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique

Pour la suite de programme nous cliquons sur **BENG** et on aura la fenêtre **RLD for block** pour réaliser les déferlantes séquences.(voire fig.4.7)

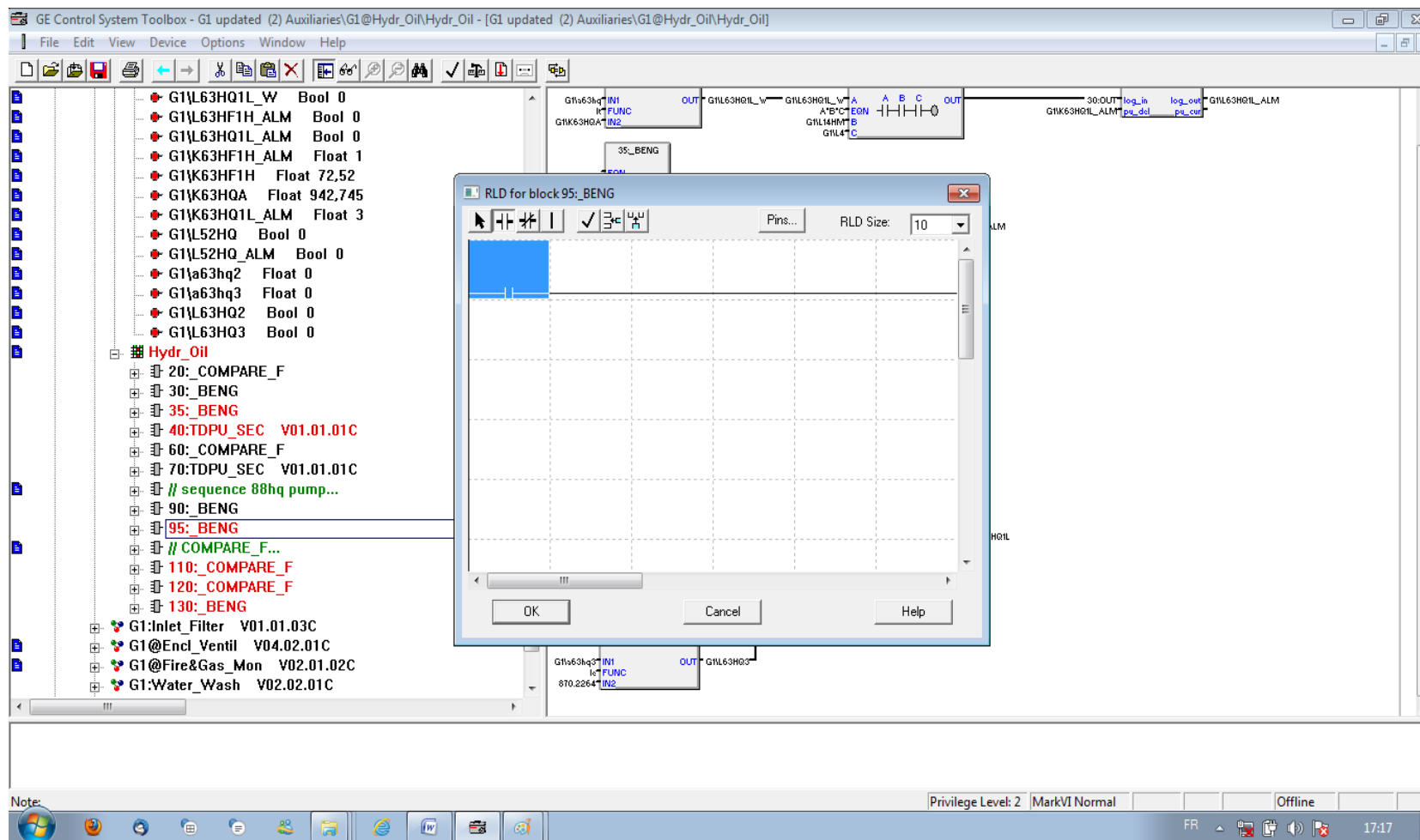


Fig.4.7. la fenêtre RLD block BENG [5]

Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique

Etape 5 : la configuration des blocs

Après avoir réalisé notre séquence dans la fenêtre **RLD for block** en clique sur **ok** pour configurer le bloc (Voir fig.4.8).

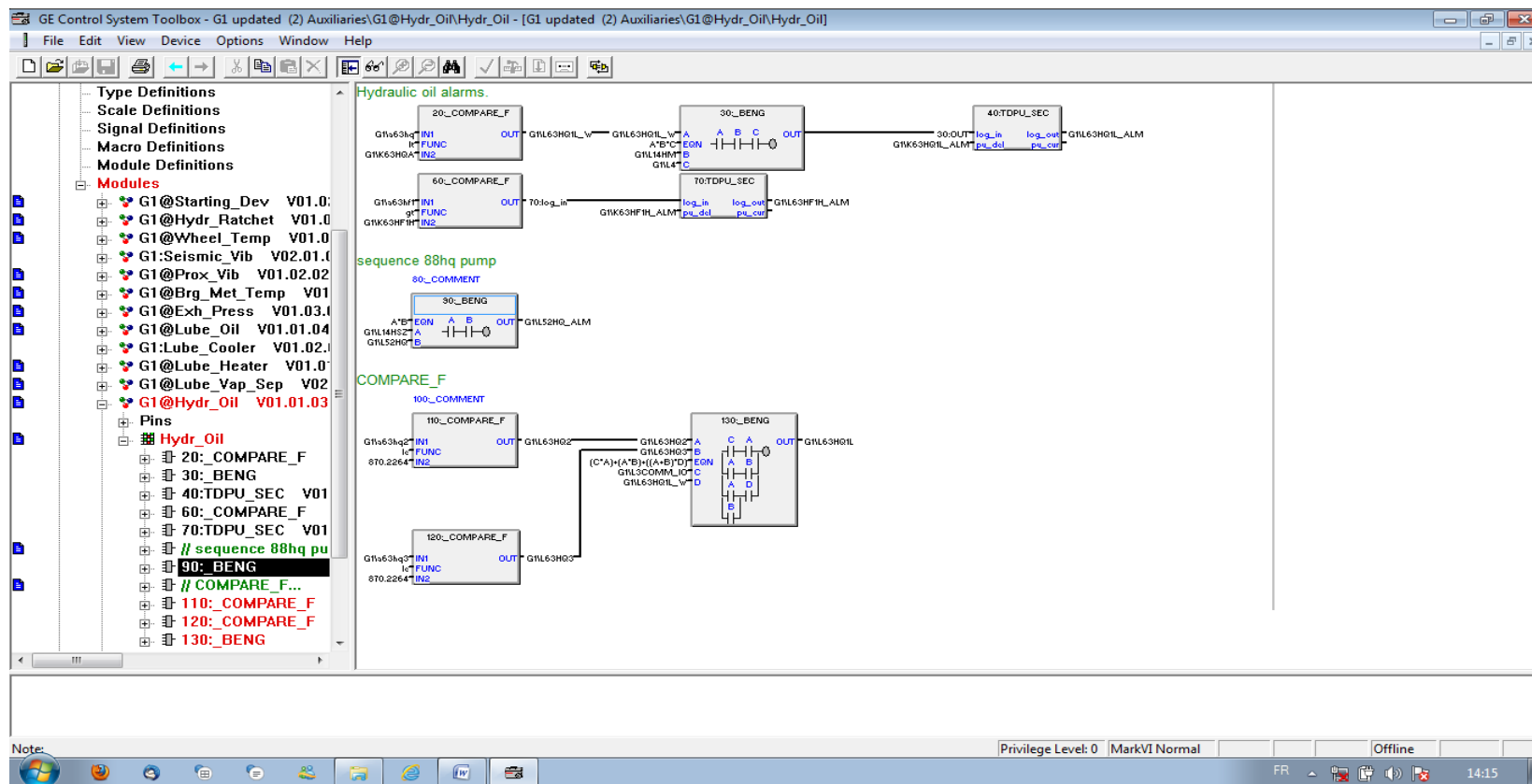


Fig.4.8.configuration des blocks [5]

Etape 6: Animation dans le SCREEN (interface graphique au niveau d'HMI)

Comme tous système de commande numérique, Mark VI est constitué de deux groupes de logiciel le TCI (Turbine Contrôle Interface) pour la gestion des alarmes, et le CIMPPLICITY HMI, qui est un produit logiciel pour le graphisme, cette partie est constituée des pages graphiques appelées « SCREEN »

Donc on va ajouter les deux signaux qui vont animer notre pompe dans l'HMI En clique sur **M6b file/hardware I/O définitions/EGD1 : EGD Network/EXCH1**. (Voir fig.4.9).

Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique

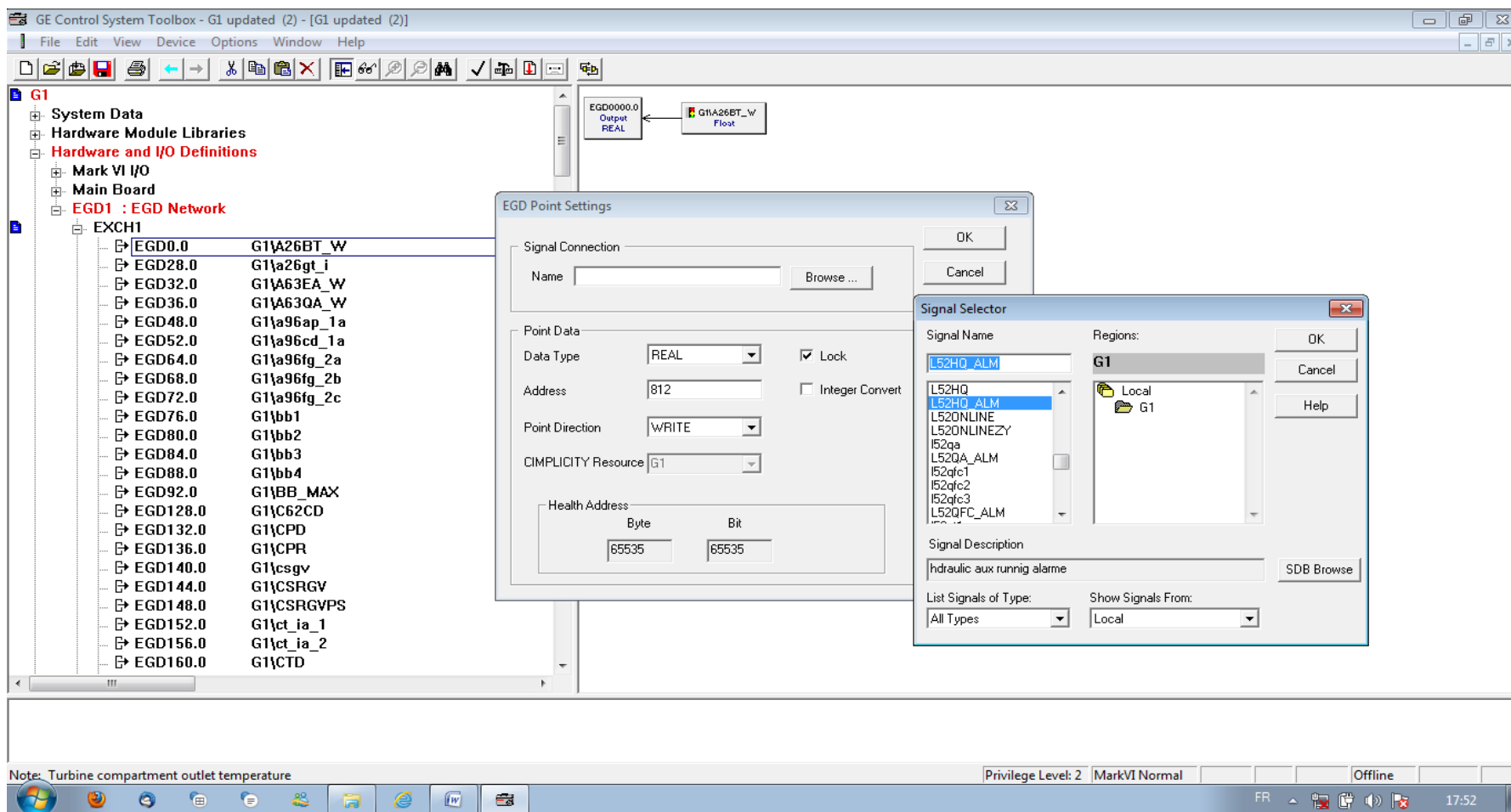


Fig.4.9.Fenêtre point setting et signal selector [5]

Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique

Remarque : pour apprêt chaque étape réalisée dans les étapes précédente on met validation et vérification des erreurs.

Tout paramètre désirant à être animer sur les SCREEN(HMI), devrais être déclaré (ajuter) dans le EGD.

🚦 Etape 7 : Mettre les ajouts dans la base de données :

On va y'allier sur **Hardware and I/O définitions/EGD1 : EGD Network** puis dans le menu de commande on clique sur :

- ✓ **device /put into database /full/ok**
- ✓ **device /get from database /full/ok**

(Voir fig.4.10. et fig.4.11).

Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique

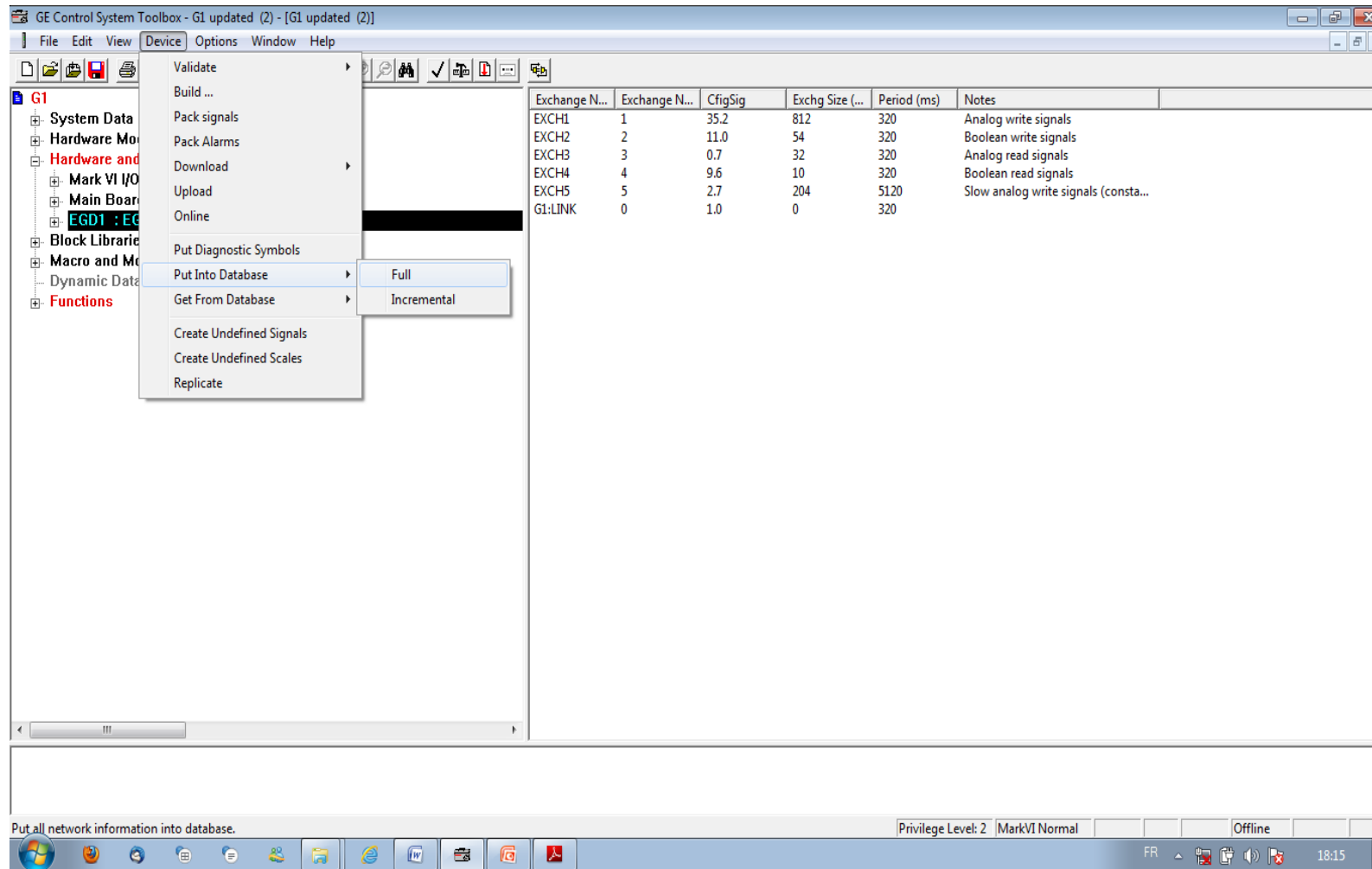


Fig.4.10.configuration des ajouts (l'étape1)

Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique

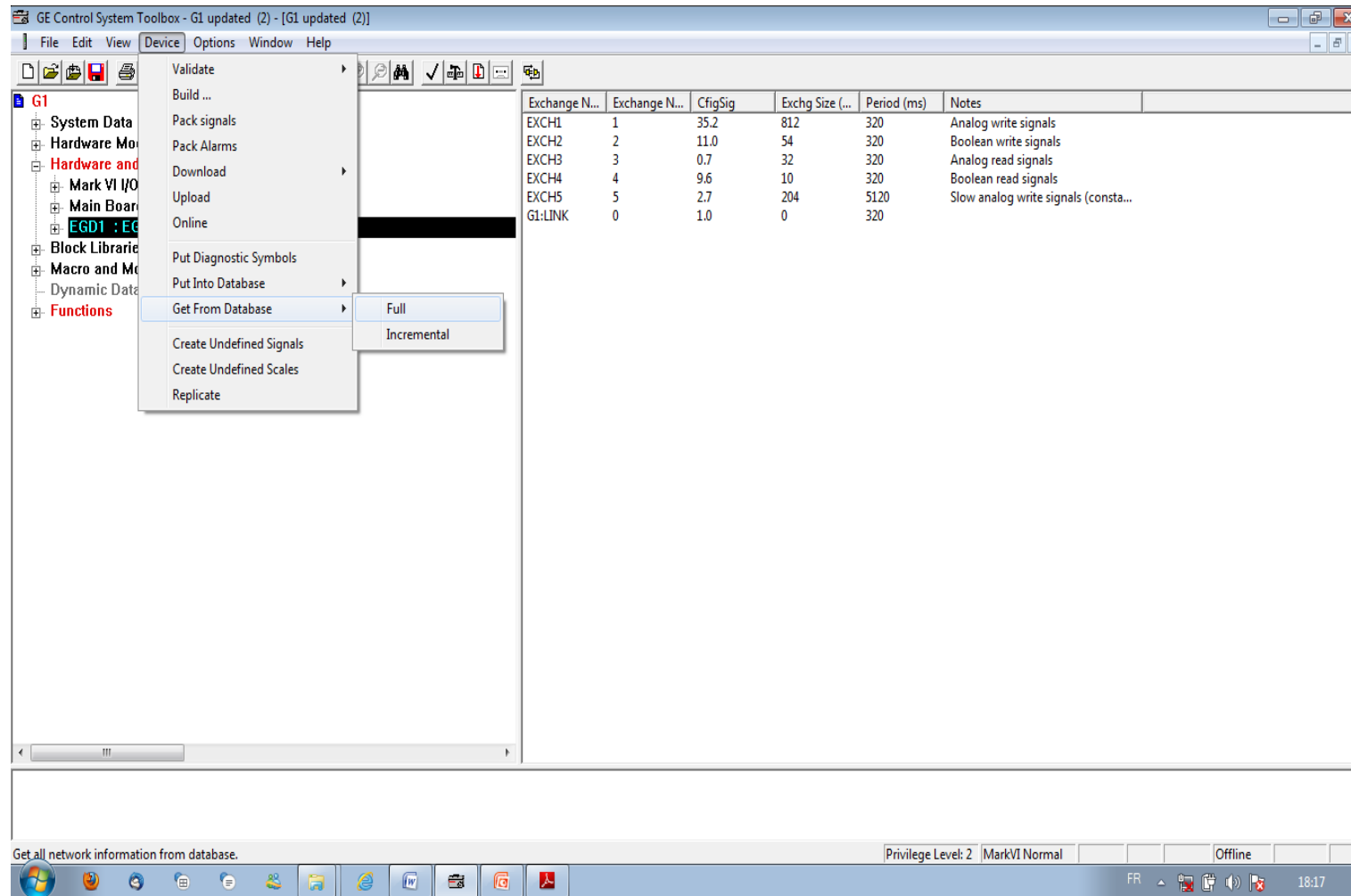


Fig.4.11. configurations des ajouts (l'étape2) [5]

Etape 8 : Hardware Download

Les modifications effectuées sur l'HMI devraient être téléchargées (download) dans le contrôleur RST

En va y aller sur **Hardware and I/O definitions/Mark VI I/O** puis on clique sur :

- ✓ **Valid/build** (dans le menu de commande)
- ✓ **Download** (voir fig.4.12)

Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique

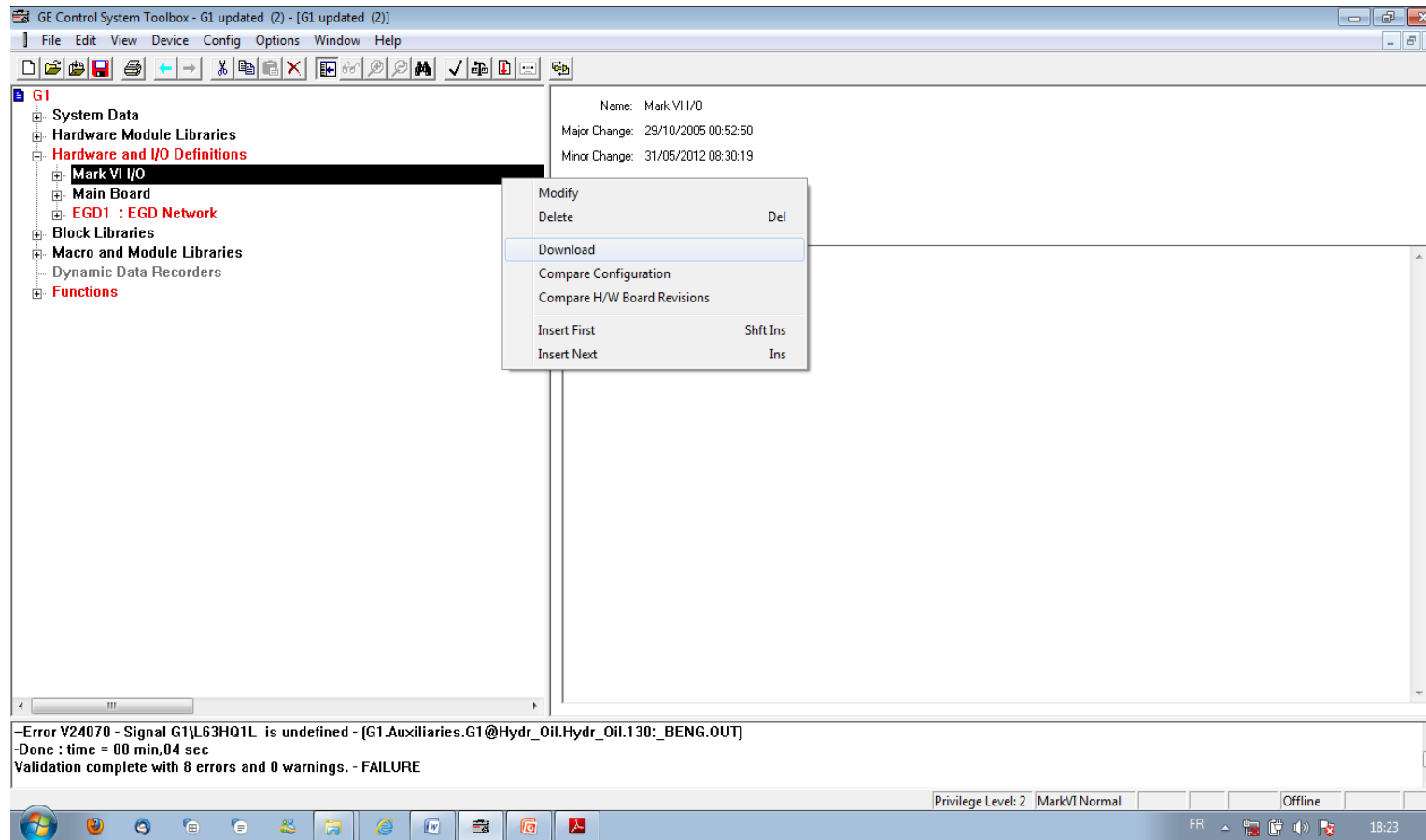


Fig.4.12. Configuration de validation des données dans le Mark VI [5]

Etape 9 : La mise à jour de la base de données

Puisque nous avons ajouté des séquences dans EGD1 dans le but de configurer l'animation dans ce cas il faut mettre à jour les fichiers suivants :

- ✓ **E\ site\unit1\hmdv1.hmd : hmdv1.hmd\device\get from data base, build and save**
- ✓ Stop project
- ✓ **E\ site\cimproject\workbenchproject\gt1.gef** (cofiguration update)
- ✓ Reboot HMI pour redémarrer le projet & TCI.

4.8.2. Animation des nouveaux signaux ajoutée dans les SCREEN HMI simplicité

1. Ajout de la condition L52HQ dans les permissives de démarrage (la turbine ne démarre pas tant que L52HQ n'est pas passé a l'état logique 1 confirmant le fonctionnement de la pompe auxiliaire 88HQ. (voir SCREEN avant et après modification fig.4.13 et fig.4.14)

Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique

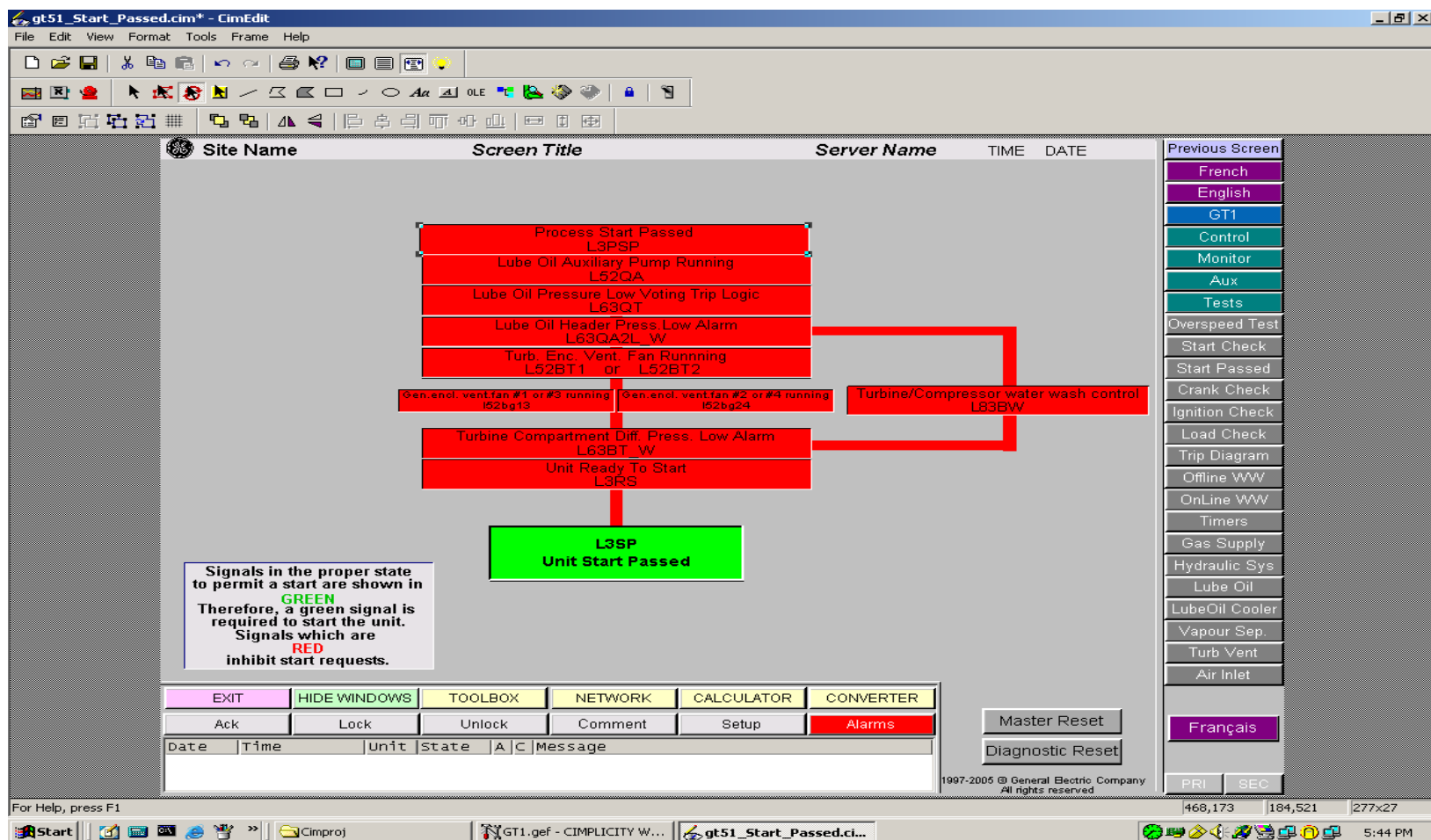


Fig.4.13.permissif de démarrage avant la modification [5]

Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique

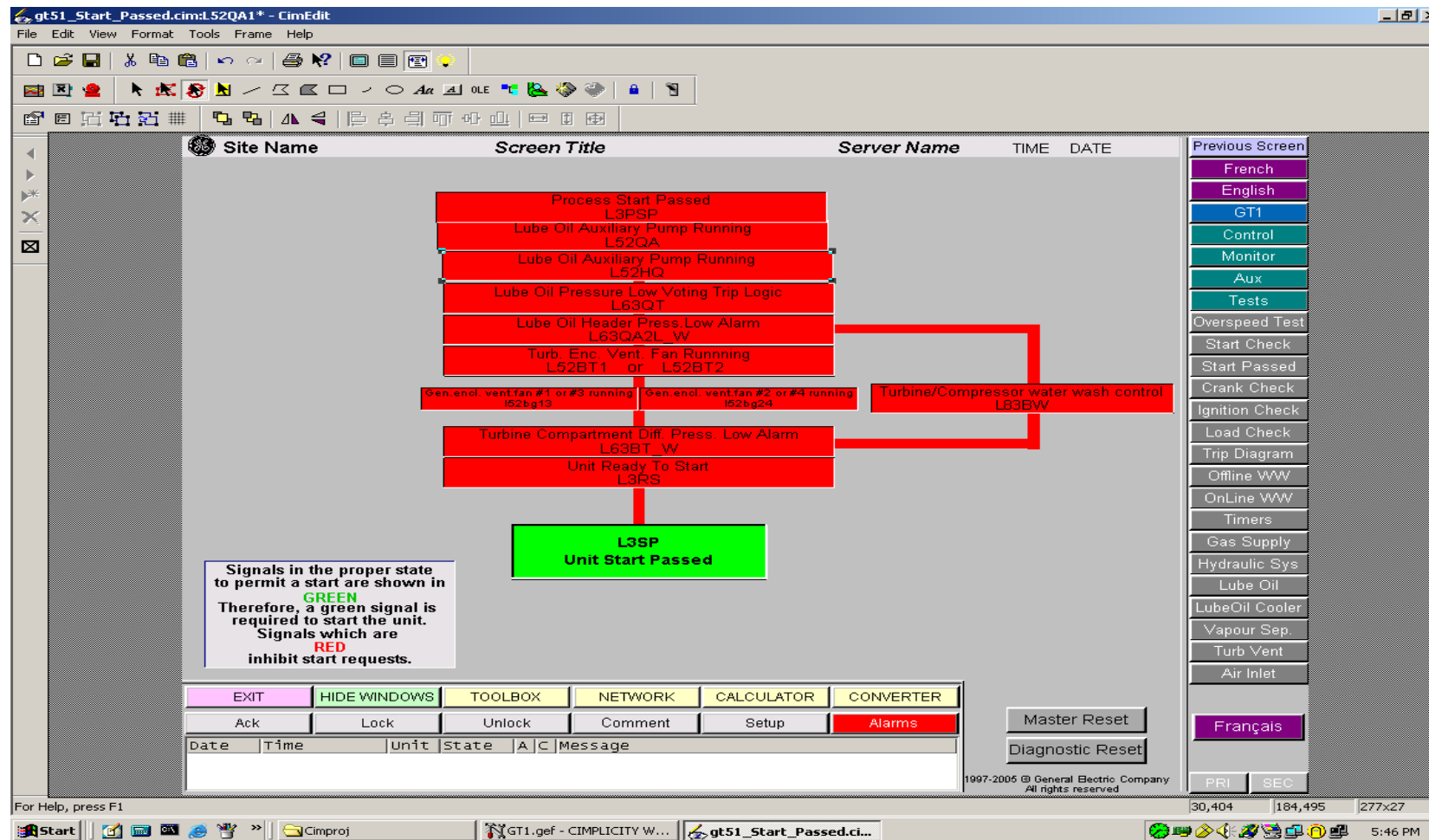


Fig.4.14. permissif de démarrage après la modification [5]

Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique

2. ajout de circuit hydraulique de la pompe auxiliaire 88HQ ainsi que la commande de démarrage « L4 HQZ ». L'opérateur peut démarrer la pompe 88 HQ à partir de l'HMI (voir SCREEN circuit hydraulique avant et après modification). Le feed back « L52HQ » est utilisé pour animer le moteur 88HQ. (voire SCREEN l'animation de moteur 88 HQ par le feed back « L52 HQ ») (voir fig.4.15, fig.4.17 et fig.4.18).

Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique

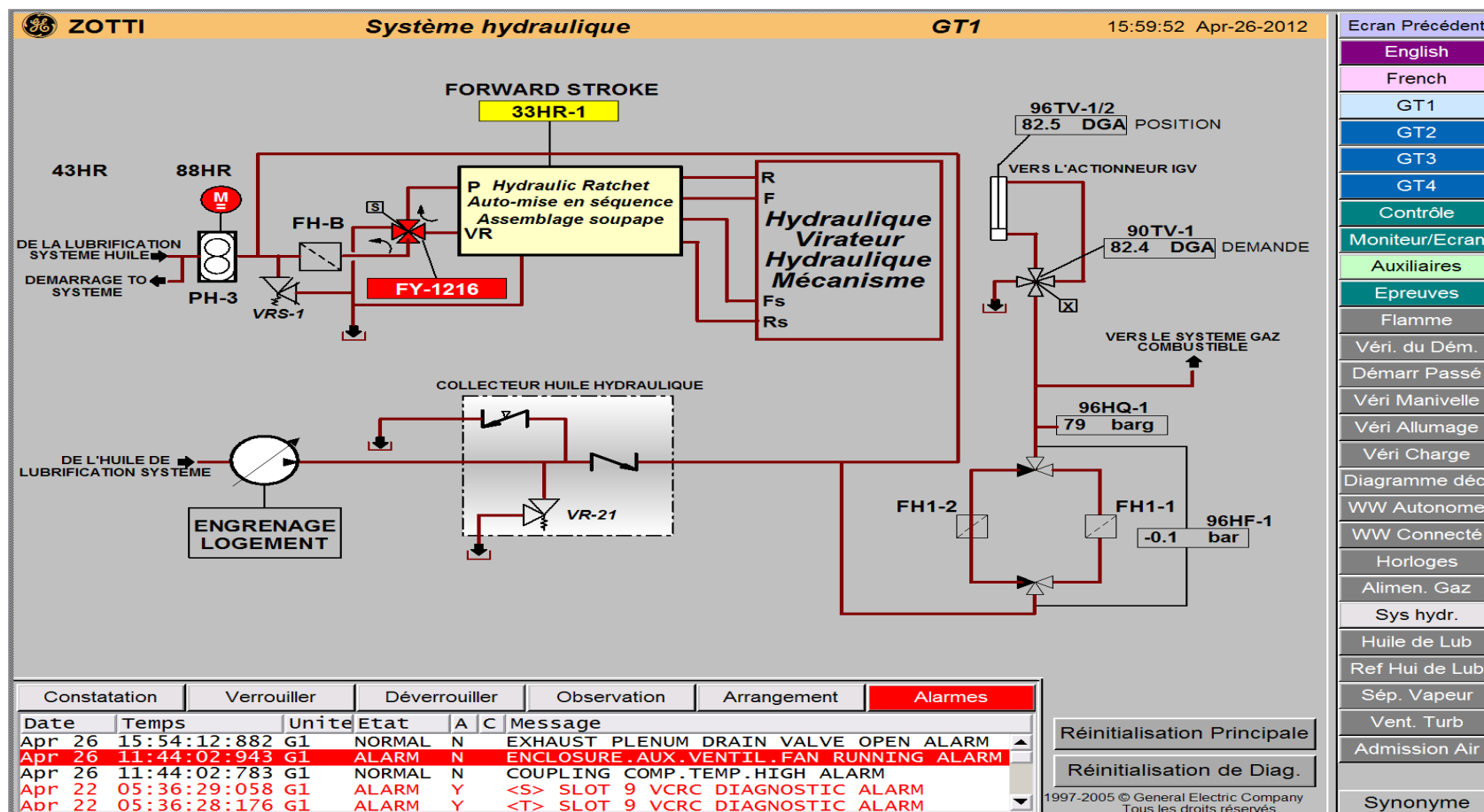


Fig.4.15. Circuit hydraulique dans l'HMI avant modification [5]

Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique

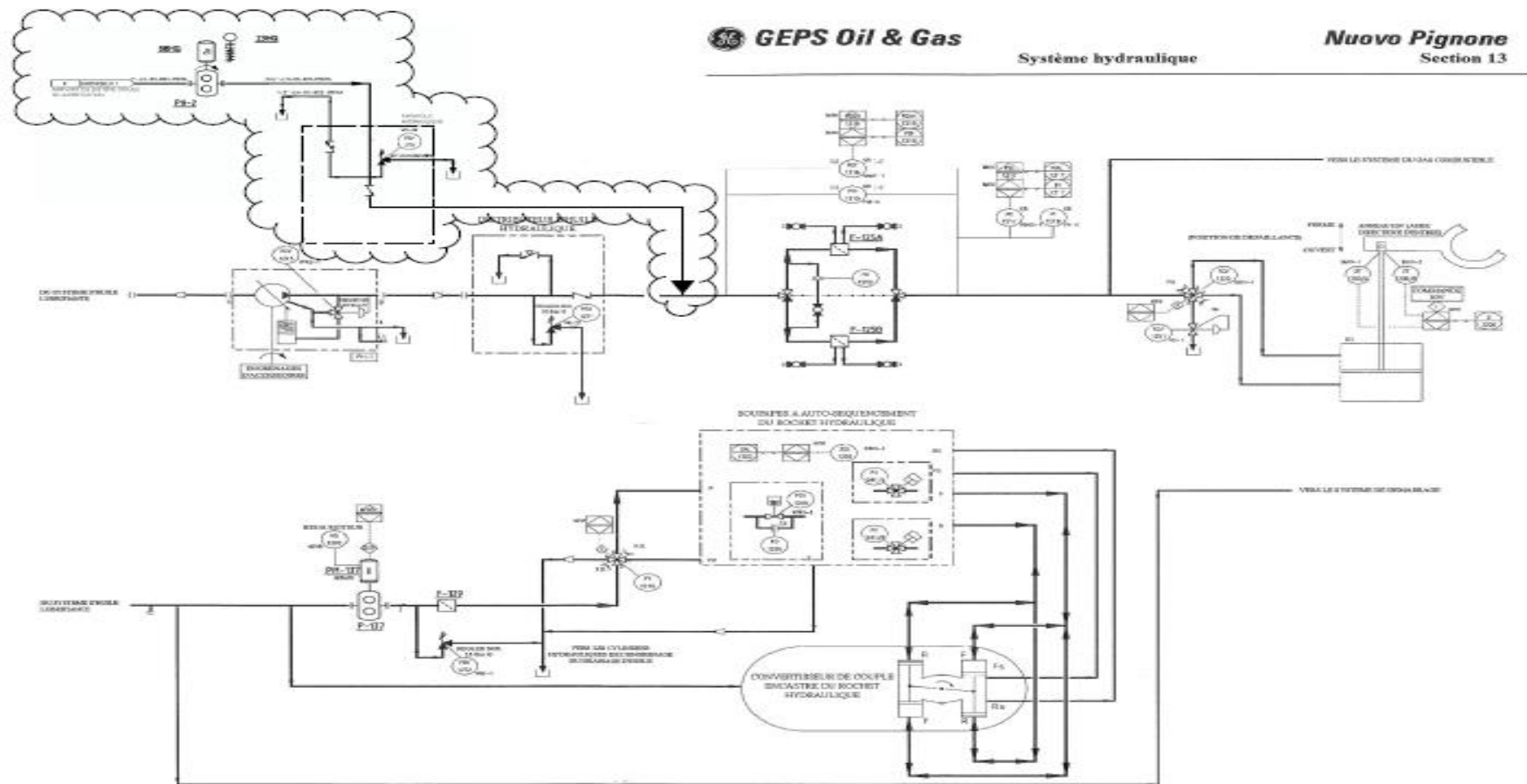


Fig. 13-1 - Schéma du système d'huile hydraulique
(SOM 5081325/1 - Feuille 6/7)

Fig.4.16.le point de modification de circuit hydraulique actuel [6]

Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique

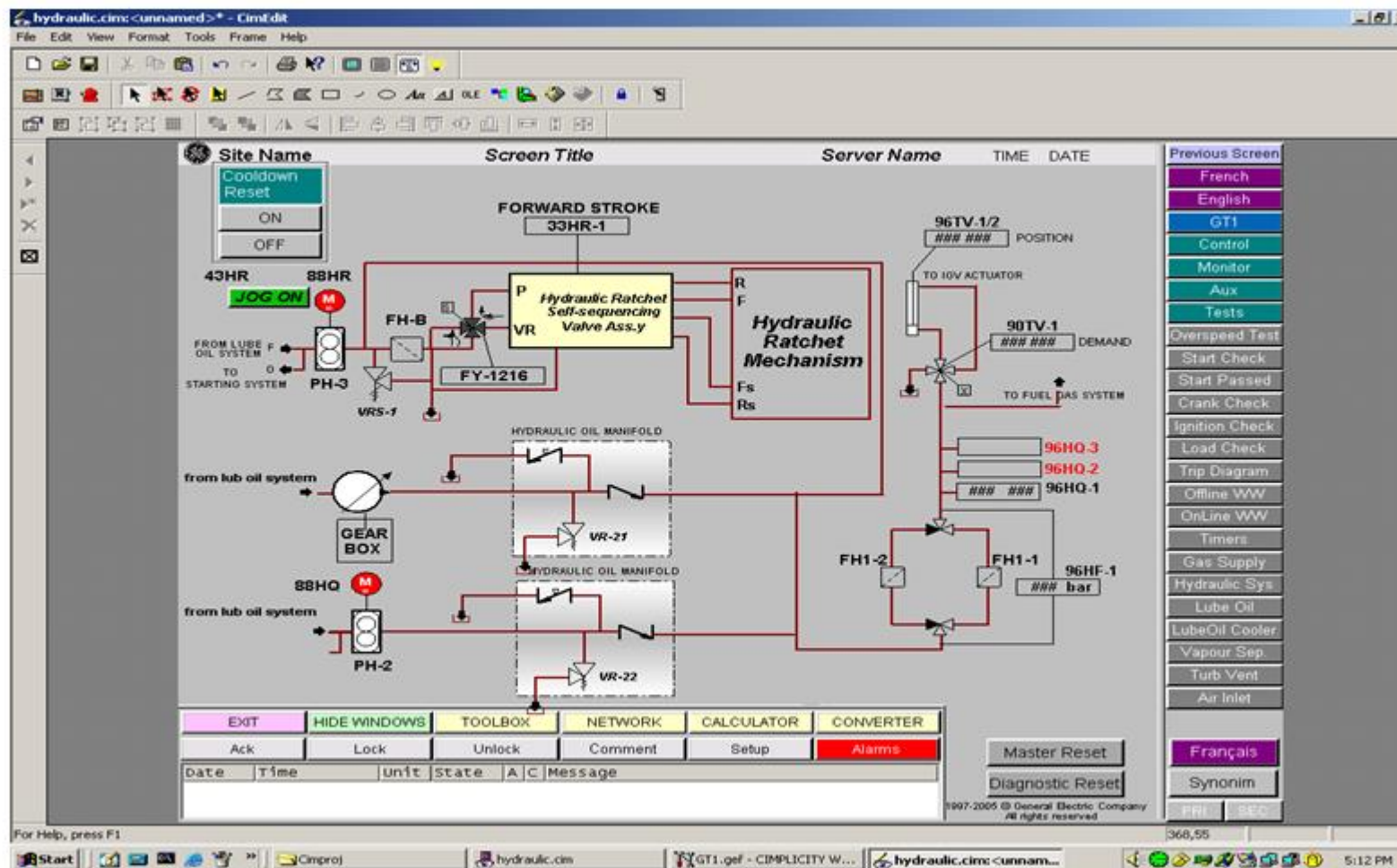


Fig.4.17. Circuit hydraulique dans l'HMI après modification

Chapitre 4 : Solution proposée pour l'amélioration du circuit hydraulique

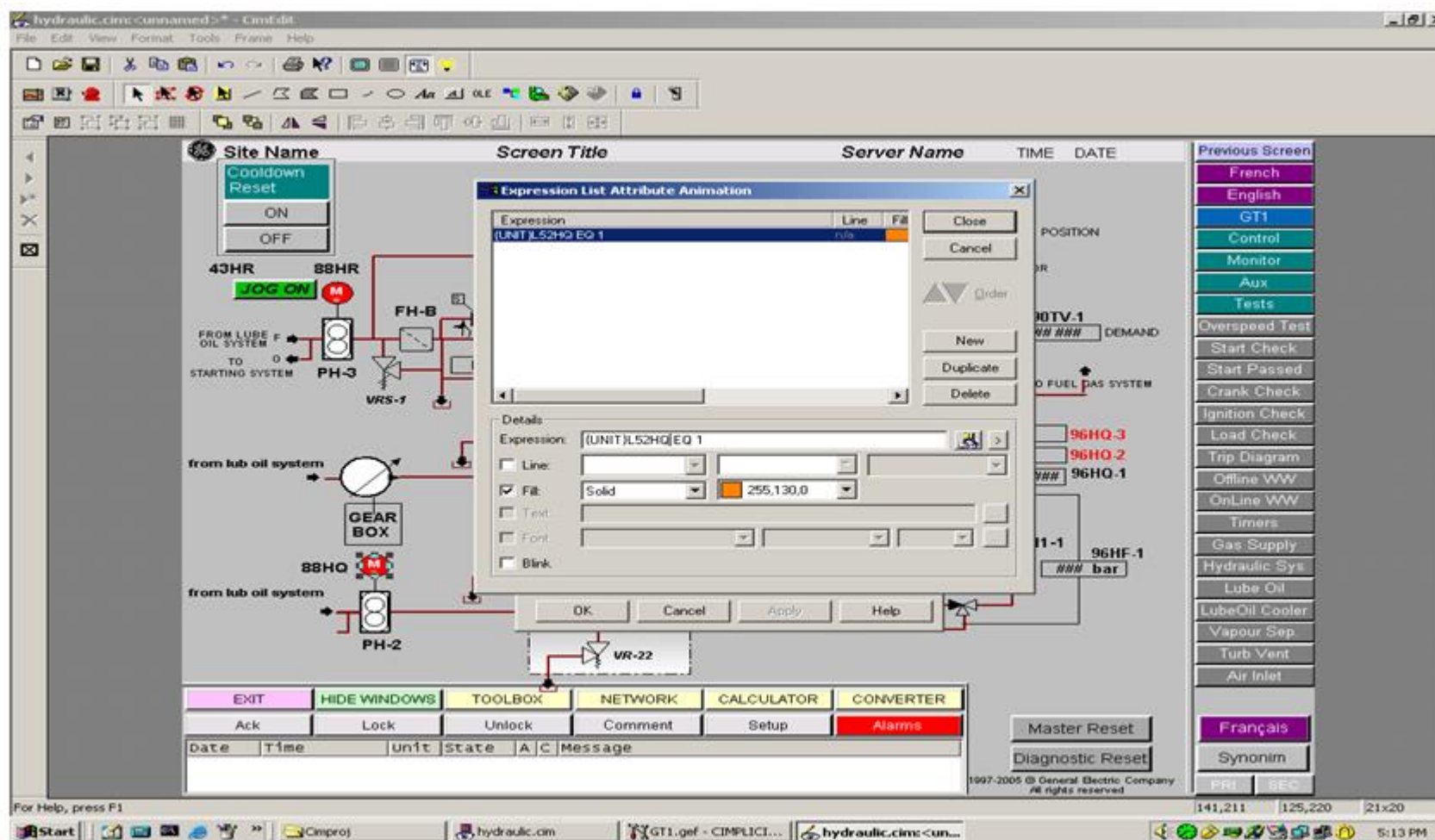


Fig.4.18. l'animation de moteur 88 HQ par le feed back L52 HQ [5]

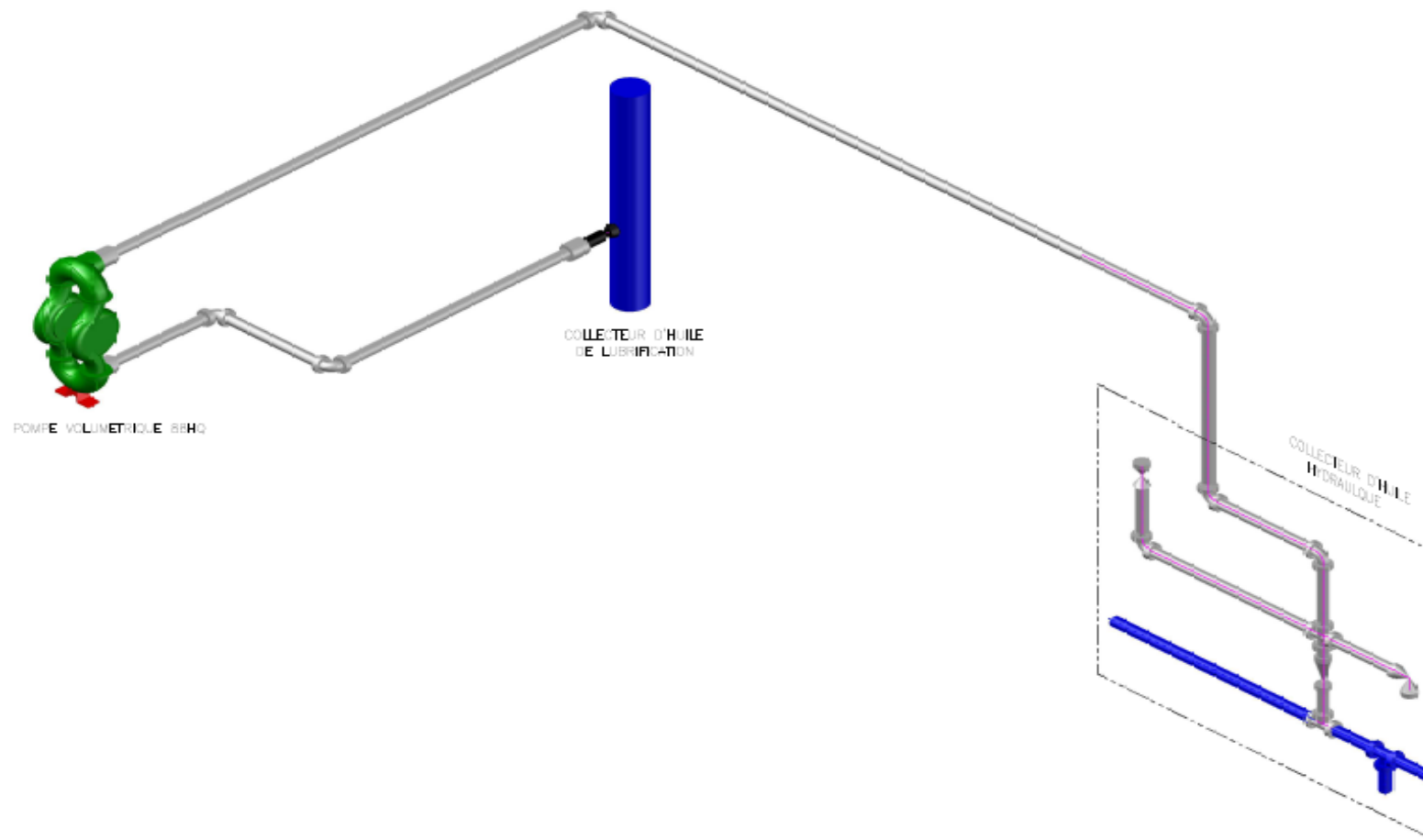


Fig.4.19. schéma de l'installation de la pompe 88HQ en format 3D

4.9. les avantages et le gain de cette amélioration

- ✚ Respect de la spécification et le standard de GE (General Electric)
- ✚ Amélioration des procédures de calibration des servovalves SRV, GCV et IGV
- ✚ Augmentation du niveau de sécurité de la machine suite à l'intégration de la séquence : très basses pressions hydrauliques dans la chaîne d'arrêt Mark VI.
- ✚ Augmentation du niveau de sécurité du personnel suite à des procédures standard sans accès au compartiment auxiliaire turbine et sans inhibition des certaines sécurités
- ✚ Possibilité de faire le FLUSHING (nettoyage de circuit) en cas de besoin.
- ✚ Diminution du temps moyen de réparation MTTR

Conclusion

La turbine à gaz est l'une des machines thermique qui actuellement attire l'attention de tous les chercheurs, c'est d'ailleurs la cause qui m'intéresse pour choisir ce sujet dans le cadre du projet de fin d'étude.

Durant l'élaboration de ce sujet je suis arrivé à faire, l'étude pour améliorer le circuit hydraulique des turbines à gaz (MS 5001) auprès SonaHess El Gassi El Agreb, Parce que circuit hydraulique des turbines présente certaines insuffisances et inconvénients :

- Chute de pression ($P < 65$ bar)
- Non calibration des vannes (SRV, GCV et IGV) entraînant des problèmes de fonctionnement

Ainsi nous avons proposé une solution qui consiste à installer une pompe auxiliaire (pompe volumétrique à palettes) pour remédier et rattraper l'insuffisance. Ce travail est rentre dans le cadre de la maintenance améliorative.

Cette étude nous a permis, de connaitre le fonctionnement de la centrale électrique d'El Gassi, d'améliorer nos connaissances sur les turbines à gaz MS 5001PA et de connaitre les différents sites du champ pétrolier SonaHess (El Gassi-1, Zotti et West Agreb).

Nous avons eu l'occasion d'assister à la révision LTPI (Liner Transition Pièces Inspection) de la turbine GT-2 qui se fait à 24 000 heures de marche , de voir les différents composants de la machine et de participer aux travaux de maintenance.

Nous avons assisté à plusieurs démarrages des turbogénérateurs, de connaitre les principales séquences de la turbine jusqu'à la synchronisation avec les deux jeux barres 60KV qui alimentent tout le champ d'el Gassi y compris la base de vie et le camp militaire.

L'étude qu'on a fait sur le circuit hydraulique, nous a permis de connaitre les procédures adaptées de calibration des servovalves, ses inconvénients et insuffisances et de proposer des solutions pour le respect de design de GE (General Electric) et pour améliorer le fonctionnement de la turbine.

Le stage effectué à SonaHess m'a été très bénéfique sur le plan théorique et pratique, et représente une documentation enrichissant et m'a permis d'avoir une idée sur le monde industriel et les technologies pétrolières.

Pour respecter les procédures SonaHess relative à toute modification ou proposition, une MOC (Management of Change) attaché à une copie de mémoire fin d'étude ont été déposé auprès de la direction technique de GEA (Gassi El Aghreb) pour étude, approbation et éventuelle réalisation.

Conclusion

On propose d'installer la pompe auxiliaire de l'huile hydraulique sur une la turbine GT-1 comme essai.

La modification du circuit hydraulique sera ensuite généralisée sur les autres turbines GT-2/GT-3 et GT-4 une fois on est satisfait avec les performances de GT-1.

Cette étude avec toutes les leçons tirées depuis le démarrage de la centrale électrique devront être diffusée sur les différents sites de Sonatrach comme retour d'expérience.

Annexe A

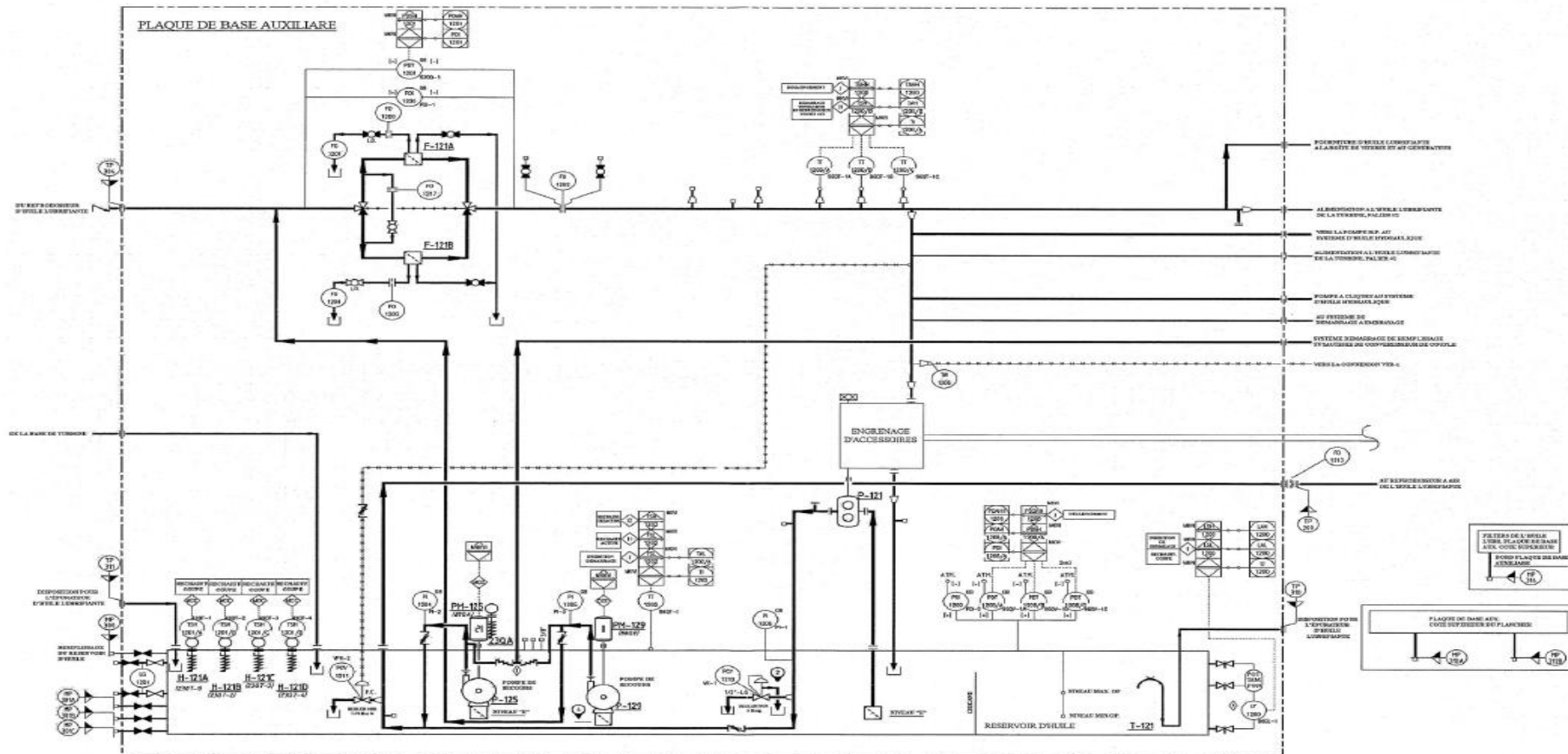


Fig. 12-1 - Schéma du système d'huile lubrifiante (SOM 5081325/1 – Feuille 3/4)

Les Annexes

Nuovo Pignone FIRENZE	GAS TURBINE DATA SHEET MS5001PA LHE																																																												
CLIENT: <u>SONAHSS</u> PROJECT TITLE: _____ JOB NUMBER: _____ MR NUMBER: _____ EQUIPMENT NUMBER: <u>75-PG-121/122/123/124</u> EQUIPMENT SERVICE: <u>ELECTRIC GENERATOR DRIVER</u> SERIAL NUMBER: _____																																																													
COMMENTS: _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____ _____																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>22-nov-04</td> <td>ISSUED FOR PURCHASE</td> <td>RCC</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th>Rev</th> <th>Date</th> <th>Description</th> <th>By</th> <th>(Initial)</th> <th>PROJ. ENGINEER</th> <th>CHIEF ENGINEER</th> <th>CLIENT</th> <th colspan="2"></th> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"> Gas Turbine Data Sheet </td> <td colspan="7" style="text-align: center;"> DATA SHEET No. 25112-100-MUD-AG-75121 Sheet 1 of 14 </td> </tr> </table>												0	22-nov-04	ISSUED FOR PURCHASE	RCC							Rev	Date	Description	By	(Initial)	PROJ. ENGINEER	CHIEF ENGINEER	CLIENT			Gas Turbine Data Sheet			DATA SHEET No. 25112-100-MUD-AG-75121 Sheet 1 of 14																										
0	22-nov-04	ISSUED FOR PURCHASE	RCC																																																										
Rev	Date	Description	By	(Initial)	PROJ. ENGINEER	CHIEF ENGINEER	CLIENT																																																						
Gas Turbine Data Sheet			DATA SHEET No. 25112-100-MUD-AG-75121 Sheet 1 of 14																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td colspan="7"></td> <td colspan="3" style="text-align: center;">ITEM</td> </tr> <tr> <td colspan="7"></td> <td colspan="3" style="text-align: center;">N. SOM6608364 /4</td> </tr> <tr> <td colspan="7"></td> <td style="text-align: center;">LANG.-LANGUE</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">SHEET-FEUILLE</td> </tr> <tr> <td colspan="7"></td> <td style="text-align: center;">A</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">2 / 3</td> </tr> <tr> <td colspan="5">REV. DESCRIPTION</td> <td colspan="5"></td> </tr> </table>																			ITEM										N. SOM6608364 /4										LANG.-LANGUE	SHEET-FEUILLE									A	2 / 3		REV. DESCRIPTION									
							ITEM																																																						
							N. SOM6608364 /4																																																						
							LANG.-LANGUE	SHEET-FEUILLE																																																					
							A	2 / 3																																																					
REV. DESCRIPTION																																																													
© 2002 <i>Nuovo Pignone S.p.A.</i> , All rights reserved.					REPLACES – REMPLACE LE REPLACED BY – REMPLACÉ PAR																																																								

Les Annexes

Nuovo Pignone		GAS TURBINE DATA SHEET MS5001PA LHE	
FIRENZE			
COMBUSTION GAS TURBINE (API 616-4TH) DATA SHEET SI UNITS		JOB NO. <u>25112-100</u> ITEM NO. <u>75-PG-121/122/123/124</u> PURCHASE ORDER NO. <u>25112-100-MRA-MUTC-00001</u> SPECIFICATION NO. _____ REVISION NO. <u>0</u> DATE <u>22/1/04</u> PAGE <u>2</u> OF <u>14</u> BY <u>R. CARBONELL</u>	
1 APPLICABLE TO: <input type="radio"/> PROPOSAL <input checked="" type="radio"/> PURCHASE <input type="radio"/> AS BUILT 2 FOR <u>SONAHSS</u> <input type="radio"/> UNIT <u>GAS COMPRESSION AND REINJECTION FACILITIES</u> 3 SITE <u>ZOTTI ALGERIA</u> SERIAL NUMBER <u>G07022- G07023 - G07024 - G07045</u> 4 SERVICE <u>ELECTRIC GENERATOR DRIVER</u> NUMBER REQUIRED <u>4</u> 5 <input checked="" type="radio"/> CONTINUOUS <input type="radio"/> INTERMITTENT <input type="radio"/> STANDBY DRIVEN EQUIPMENT <u>GENERATOR</u> 6 MANUFACTURER <u>GENP</u> <input type="checkbox"/> MODEL MSS001 PA LHE ISO RATING (3.17) <u>28300</u> KW @ <u>5109 NOMINAL <2></u> RPM 7 NOTE: INFORMATION TO BE COMPLETED: <input type="checkbox"/> BY PURCHASER <input type="checkbox"/> BY MANUFACTURER <input checked="" type="checkbox"/> BY MFR IF NOT BY PURCHASER			
GENERAL			
9 CYCLE: <input type="radio"/> REGEN <input checked="" type="radio"/> SIMPLE <input type="radio"/> EXHAUST HEAT RECOVERY TYPE: <input type="checkbox"/> SINGLE SHAFT <input checked="" type="checkbox"/> MULTI SHAFT 10 DRIVEN EQUIPMENT: NORMAL SHAFT, KW _____ @ _____ RPM RATED SHAFT KW _____ @ _____ RPM 11 OUTPUT SHAFT SPEED RANGE (4.1.5) <input type="checkbox"/> MIN <u>4998 <4></u> <input type="checkbox"/> MAX <u>5518 <3></u> RPM 12 <input type="checkbox"/> DESIRED MINIMUM SITE POWER _____ KW @ _____ RPM 13 OPERATION <input checked="" type="radio"/> ATTENDED <input type="radio"/> UNATTENDED <input type="checkbox"/> POTENTIAL MAXIMUM POWER (3.33) <u>31500 <2></u> KW			
PERFORMANCE Z (*)		LOCATION (4.1.19)	
14 SITE NORMAL SITE SITE 15 RATED DUTY MAX MIN 16 (3.45) (3.25) TEMP TEMP 17 <u>45</u> <u>35</u> <u>55</u> <u>0</u> 18 ● DRY BULB TEMP. °C 19 ● RELATIVE HUMIDITY % <u>34</u> <u>34</u> <u>34</u> <u>34</u> 20 ● BAROMETER, Bar a <u>0,98</u> <u>0,99</u> <u>0,99</u> <u>0,99</u> 21 ● OUTPUT KW (1) <u>19942</u> <u>21856</u> <u>18055</u> <u>28771</u> 22 ● HEAT RATE, LHV, <u>13809</u> <u>13223</u> <u>14560 (1)</u> <u>12130</u> 23 KJ/MW-HR 24 ● OUTPUT SHAFT SPEED, RPM <u>5109 <2></u> <u>5109 <2></u> <u>5109 <2></u> <u>5109 <2></u> 25 ● AIR FLOW kg/SEC <u>104,55</u> <u>109,68</u> <u>99,38</u> <u>127,1</u> 26 ● EXHAUST FLOW kg/SEC <u>106,31</u> <u>111,52</u> <u>101,05</u> <u>129,31</u> 27 ● FIRING TEMPERATURE, °C <u>P.I.(3)</u> <u>P.I.(3)</u> <u>P.I.(3)</u> <u>P.I.(3)</u> 28 ● GAS GEN. EXHAUST TEMP., °C <4> <u>N.A.(4)</u> <u>N.A.(4)</u> <u>N.A.(4)</u> <u>N.A.(4)</u> 29 ● PT EXHAUST TEMP., °C <u>508</u> <u>501</u> <u>516</u> <u>474</u> 30 ● CERTIFIED POINT (3.26) <u>X</u> _____ _____ 31 (1) INCLUDING <input type="checkbox"/> STEAM <input type="checkbox"/> WATER EFFECTS FOR 32 <input checked="" type="checkbox"/> EMISSION CONTROL <input checked="" type="checkbox"/> AUGMENTATION (4.1.9) 33 <input type="checkbox"/> STEAM FLOW, kg/HR _____ 34 <input type="checkbox"/> WATER FLOW, m³/HR _____ 35 REMARK (1) 20108 KW TO PEAK LOAD CONDITION 36 <4>		● INDOOR <input type="radio"/> OUTDOOR ● GRADE ○ HEATED ○ UNDER ROOF ○ MEZZANINE ○ UNHEATED ○ PARTIAL SIDES ○ _____ ELECTRICAL AREA CLASSIFICATION (4.1.14) ● NON-HAZARDOUS ● HAZARDOUS (NOTE ****) APPLICABLE CODE: <input type="radio"/> NEC 500 <input type="radio"/> NEC 505 ● IEC ZONE <u>2</u> Area <u>II B <2></u> TEMPERATURE CODE <u>T3</u> Turbine Enclosure Explosion Proof, Lighting, Gas Detectors, and Fire detection Explosion Proof: Fan motors and vent fan motor are EEXD, and motors <input type="checkbox"/> THIRD PARTY CERTIFICATION REQUIRED inside the GT enclosure are <input type="checkbox"/> TROPICALIZATION REQD (5.4.6.6) EEXia: UNUSUAL CONDITIONS: ● DUST ○ FUMES ● CORROSIVE AGENTS (4.10.1.1) AIRBORN SAND ● OTHER (5.5.3.4) 25112-900-3PS-MUTC-F0003 (SOM6613132) NOISE SPECIFICATIONS: (4.1.10) ● APPLICABLE TO MACHINE: (5.7.4.1) (**) SEE SPECIFICATION 25112-900-3PS-MUTC-F0001 (SOM6613130) ● APPLICABLE TO NEIGHBORHOOD: (5.7.4.2) SEE SPECIFICATION 90 dBA @ 1 meter	
37 APPLICABLE SPECIFICATIONS: (**) 38 ● API 616 GAS TURBINES FOR THE PETROLEUM, CHEMICAL, & GAS INDUSTRY SERVICES 39 ● GOVERNING SPECIFICATION (IF DIFFERENT) 40 <u>25112-900-3PS-MUTC-F0001 <3></u> 41 ● VENDOR HAVING UNIT RESPONSIBILITY (4.1.2) GAS TURBINE VENDOR _____ 42 43		PAINTING: <input type="radio"/> MANUFACTURER'S STANDARD <input checked="" type="radio"/> OTHER 25112-900-3PS-NXOO-F0001 (SOM6613134) NOTE: All Data Sheets References to GG=Gas Generator, SS = Single Shaft, and PT = Power Turbine REMARKS: (*) In base load condition using Normal Gas included electric Generator Losses and reduction gear box. Inlet and Exhaust Losses = 101,6 mm H2O each (**) Maximum Sound Pressure level 90 dBA @1 meter (***) Including Nuovo Pignone comments and Exception to API 616 STD. SEE 3PS-MUTC-F0002 <2> (****) GTG package will be installed in a non-hazardous area but inside turbine enclosure will be classified as zone 2 class IIB, T3 because of possible leak of gas fuel inside the enclosure.	
44 SHIPMENT: (6.4) 45 <input type="radio"/> DOMESTIC ● EXPORT ● EXPORT BOXING REQUIRED 46 <input type="radio"/> OUTDOOR STORAGE MORE THAN 6 MONTHS (6.4.1) 47 SPARE ROTOR ASSEMBLY PACKAGED FOR (6.4.3.10) 48 <input type="radio"/> DOMESTIC ● EXPORT SHIPMENT 49 COMMENTS: 50			
<4> REMARK (3) P.I = PROPRIETARY INFORMATION IT IS CALCULATED VALUE (CAN NOT BE MEASURED/RECORDED AND IS ONE OF THE SEVERAL PARAMETERS THAT DETERMINE THE GAS TURBINE EFFICIENCY) <4> REMARK (4) N.A- THIS DATA IS NOT APPLICABLE FOR SINGLE SHAFT TURBINE.			
4 REVISED WHERE INDICATED <4>			
3 REVISED WHERE INDICATED <3>			
2 REVISED WHERE INDICATED <2>			
1 GENERAL REVISION		N. SOM6608364 /4	
0 ISSUED-EMISSION		LANG.-LANGUE SHEET-FEUILLE	
REV. DESCRIPTION		A 3 / 4	
© 2002 Nuovo Pignone S.p.A. All rights reserved.		REPLACES – REMPLACE LE REPLACED BY – REMPLACE PAR	

Les Annexes

Nuovo Pignone		GAS TURBINE DATA SHEET MS5001PA LHE	
FIRENZE			
COMBUSTION GAS TURBINE (API 616-4TH) DATA SHEET SI UNITS		JOB NO. <u>25112-100</u> ITEM NO. <u>75-PG-121/122/123/124</u> PURCHASE ORDER NO. <u>25112-100-MRA-MUTC-00001</u> SPECIFICATION NO. _____ REVISION NO. <u>0</u> DATE <u>22/1/04</u> PAGE <u>2</u> OF <u>14</u> BY <u>R. CARBONELL</u>	
1 APPLICABLE TO: <input type="radio"/> PROPOSAL <input checked="" type="radio"/> PURCHASE <input type="radio"/> AS BUILT 2 FOR <u>SONAHSS</u> <input type="radio"/> UNIT <u>GAS COMPRESSION AND REINJECTION FACILITIES</u> 3 SITE <u>ZOTTI ALGERIA</u> SERIAL NUMBER <u>G07022 - G07023 - G07024 - G07045</u> 4 SERVICE <u>ELECTRIC GENERATOR DRIVER</u> NUMBER REQUIRED <u>4</u> 5 <input checked="" type="radio"/> CONTINUOUS <input type="radio"/> INTERMITTENT <input type="radio"/> STANDBY DRIVEN EQUIPMENT <u>GENERATOR</u> 6 MANUFACTURER <u>GENP</u> <input type="checkbox"/> MODEL _____ MSS001 PA LHE ISO RATING (3.17) <u>28300</u> KW @ <u>5109 NOMINAL <2></u> RPM 7 NOTE: INFORMATION TO BE COMPLETED: <input type="checkbox"/> BY PURCHASER <input type="checkbox"/> BY MANUFACTURER <input checked="" type="checkbox"/> BY MFR IF NOT BY PURCHASER			
GENERAL			
9 CYCLE: <input type="radio"/> REGEN <input checked="" type="radio"/> SIMPLE <input type="radio"/> EXHAUST HEAT RECOVERY TYPE: <input type="checkbox"/> SINGLE SHAFT <input checked="" type="checkbox"/> MULTI SHAFT 10 DRIVEN EQUIPMENT: NORMAL SHAFT, KW _____ @ _____ RPM RATED SHAFT KW _____ @ _____ RPM 11 OUTPUT SHAFT SPEED RANGE (4.1.5) <input type="checkbox"/> MIN <u>4998 <4></u> <input type="checkbox"/> MAX <u>5518 <3></u> RPM 12 <input type="checkbox"/> DESIRED MINIMUM SITE POWER _____ KW @ _____ RPM 13 OPERATION <input checked="" type="radio"/> ATTENDED <input type="radio"/> UNATTENDED <input checked="" type="checkbox"/> POTENTIAL MAXIMUM POWER (3.33) <u>31500 <2></u> KW			
PERFORMANCE Z (*)		LOCATION (4.1.19)	
14 SITE NORMAL SITE SITE 15 RATED DUTY MAX MIN 16 (3.45) (3.25) TEMP TEMP 17 <u>45</u> <u>35</u> <u>55</u> <u>0</u> 18 ● DRY BULB TEMP, °C 19 ● RELATIVE HUMIDITY % <u>34</u> <u>34</u> <u>34</u> <u>34</u> 20 ● BAROMETER, Bar a <u>0,98</u> <u>0,99</u> <u>0,99</u> <u>0,99</u> 21 ● OUTPUT KW (1) <u>19942</u> <u>21856</u> <u>18055</u> <u>28771</u> 22 ● HEAT RATE, LHV, <u>13809</u> <u>13223</u> <u>14560 (1)</u> <u>12130</u> 23 KJ/MW-HR 24 ● OUTPUT SHAFT SPEED, RPM <u>5109 <2></u> <u>5109 <2></u> <u>5109 <2></u> <u>5109 <2></u> 25 ● AIR FLOW, kg/SEC <u>104,55</u> <u>109,68</u> <u>99,38</u> <u>127,1</u> 26 ● EXHAUST FLOW, kg/SEC <u>106,31</u> <u>111,52</u> <u>101,05</u> <u>129,31</u> 27 ● FIRING TEMPERATURE, °C <u>P.I.(3)</u> <u>P.I.(3)</u> <u>P.I.(3)</u> <u>P.I.(3)</u> 28 ● GAS GEN. EXHAUST TEMP., °C <u>N.A.(4)</u> <u>N.A.(4)</u> <u>N.A.(4)</u> <u>N.A.(4)</u> 29 ● PT EXHAUST TEMP., °C <u>508</u> <u>501</u> <u>516</u> <u>474</u> 30 ● CERTIFIED POINT (3.26) <u>X</u> _____ _____ 31 (1) INCLUDING <input type="checkbox"/> STEAM <input type="checkbox"/> WATER EFFECTS FOR 32 <input checked="" type="checkbox"/> EMISSION CONTROL <input checked="" type="checkbox"/> AUGMENTATION (4.1.9) 33 <input type="checkbox"/> STEAM FLOW, kg/HR _____ 34 <input type="checkbox"/> WATER FLOW, m³/HR _____ 35 REMARK (1) 20108 KW TO PEAK LOAD CONDITION 36 <4>		● INDOOR <input type="radio"/> OUTDOOR ● GRADE ○ HEATED ○ UNDER ROOF ○ MEZZANINE ○ UNHEATED ○ PARTIAL SIDES ○ _____ ELECTRICAL AREA CLASSIFICATION (4.1.14) ● NON-HAZARDOUS ● HAZARDOUS (NOTE ****) APPLICABLE CODE: <input type="radio"/> NEC 500 <input type="radio"/> NEC 505 ● IEC ZONE <u>2</u> Area <u>II B <2></u> TEMPERATURE CODE <u>T3</u> Turbine Enclosure Explosion Proof, Lighting, Gas Detectors, and Fire detection Explosion Proof: Fan motors and vent fan motor are EEXD, and motors <input type="checkbox"/> THIRD PARTY CERTIFICATION REQUIRED inside the GT enclosure are <input type="checkbox"/> TROPICALIZATION REQD (5.4.6.6) EEXia: UNUSUAL CONDITIONS: ● DUST ○ FUMES ● CORROSIVE AGENTS (4.10.1.1) _____ AIRBORN SAND ● OTHER (5.5.3.4) 25112-900-3PS-MUTC-F0003 (SOM6613132) NOISE SPECIFICATIONS: (4.1.10) ● APPLICABLE TO MACHINE: (5.7.4.1) (**) _____ SEE SPECIFICATION 25112-900-3PS-MUTC-F0001 (SOM6613130) ● APPLICABLE TO NEIGHBORHOOD: (5.7.4.2) _____ SEE SPECIFICATION 90 dBA @ 1 meter	
37 APPLICABLE SPECIFICATIONS: (**) _____ 38 ● API 616 GAS TURBINES FOR THE PETROLEUM, CHEMICAL, & GAS INDUSTRY SERVICES 39 ● GOVERNING SPECIFICATION (IF DIFFERENT) _____ 40 ● 25112-900-3PS-MUTC-F0001 <3> 41 ● VENDOR HAVING UNIT RESPONSIBILITY (4.1.2) GAS TURBINE VENDOR _____ 42 43		PAINTING: <input type="radio"/> MANUFACTURER'S STANDARD <input checked="" type="radio"/> OTHER 25112-900-3PS-NXOO-F0001 (SOM6613134)	
44 SHIPMENT: (6.4) <input type="radio"/> DOMESTIC ● EXPORT ● EXPORT BOXING REQUIRED <input type="radio"/> OUTDOOR STORAGE MORE THAN 6 MONTHS (6.4.1) 45 SPARE ROTOR ASSEMBLY PACKAGED FOR (6.4.3.10) <input type="radio"/> DOMESTIC ● EXPORT SHIPMENT 46 COMMENTS: _____ 47 48 49 50		NOTE: All Data Sheets References to GG=Gas Generator, SS = Single Shaft, and PT = Power Turbine REMARKS: (*) In base load condition using Normal Gas included electric Generator Losses and reduction gear box. Inlet and Exhaust Losses = 101,6 mm H2O each (**) Maximum Sound Pressure level 90 dBA @1 meter (***) Including Nuovo Pignone comments and Exception to API 616 STD. SEE 3PS-MUTC-F0002 <2> (****) GTG package will be installed in a non-hazardous area but inside turbine enclosure will be classified as zone 2 class IIB, T3 because of possible leak of gas fuel inside the enclosure.	
<4> REMARK (3) P.I. = PROPRIETARY INFORMATION IT IS CALCULATED VALUE (CAN NOT BE MEASURED/RECORDED AND IS ONE OF THE SEVERAL PARAMETERS THAT DETERMINE THE GAS TURBINE EFFICIENCY). <4> REMARK (4) N.A. - THIS DATA IS NOT APPLICABLE FOR SINGLE SHAFT TURBINE.			
4 REVISED WHERE INDICATED <4>			
3 REVISED WHERE INDICATED <3>			
2 REVISED WHERE INDICATED <2>			
1 GENERAL REVISION		N. SOM6608364 /4	
0 ISSUED-EMISSION		LANG.-LANGUE	SHEET-FEUILLE
REV. DESCRIPTION		A	3 / 4
© 2002 Nuovo Pignone S.p.A. All rights reserved.		REPLACES - REMPLACE LE REPLACED BY - REMPLACE PAR	

Les Annexes

Nuovo Pignone
FIRENZE

GAS TURBINE DATA SHEET MS5001PA LHE

COMBUSTION GAS TURBINE (API 616-4TH) DATA SHEET SI UNITS		JOB NO. <u>24807-301</u> ITEM NO. <u>75-PG-121/122/123/124</u>																											
		REVISION _____ DATE _____																											
		PAGE <u>4</u> OF <u>14</u> BY <u>R CARBONELL</u>																											
CONSTRUCTION FEATURES (NOTE 1)																													
<p>1 <input checked="" type="checkbox"/> SPEEDS:</p> <p>2 MAX CONT. <u>5109 <3></u> RPM TRIP <u>5518 <3></u> RPM</p> <p>3 <input checked="" type="checkbox"/> LATERAL CRITICAL SPEEDS (DAMPED):</p> <p>4 FIRST CRITICAL <u>1360</u> RPM <u>Bouncing</u> MODE</p> <p>5 SECOND CRITICAL <u>2273</u> RPM <u>Rocking</u> MODE</p> <p>6 THIRD CRITICAL <u>7132</u> RPM <u>1st Bending</u> MODE</p> <p>7 FOURTH CRITICAL _____ RPM _____ MODE</p> <p>8 <input type="checkbox"/> PROTOTYPE OR MODIFIED ROTOR SUPPORT (4.7.3.5)</p> <p>9 <input type="checkbox"/> TRAIN LATERAL ANALYSIS REQUIRED (D.1.3)</p> <p>10 <input checked="" type="checkbox"/> TRAIN TORSIONAL ANALYSIS REQUIRED (2.7.4.5)</p> <p>11 <input checked="" type="checkbox"/> TORSIONAL CRITICAL SPEEDS:</p> <p>12 FIRST CRITICAL <u>703 <2></u> RPM</p> <p>13 SECOND CRITICAL <u>2133 <2></u> RPM</p> <p>14 THIRD CRITICAL <u>11371 <4></u> RPM</p> <p>15 FOURTH CRITICAL <u>18344 <4></u> RPM</p> <p>16 VIBRATION: (4.7.4.5) (7.2.3) <input type="checkbox"/> (***) <3></p> <p>17 <input checked="" type="checkbox"/> ALLOWABLE TEST LEVEL: SHAFT NP EXCEPT. TO API616 <3> MICRONS P/P</p> <p>18 CASE _____ (**)</p> <p>19 <input checked="" type="checkbox"/> ROTATION, VIEWED FROM DRIVE END <input type="checkbox"/> CW <input type="checkbox"/> COW</p>	<p>MATERIALS OF CONSTRUCTION (4.10)</p> <p>COMPRESSOR ROTOR BLADES <u>C-450 (Stg 0 to 1) AISI 403Cb (Stg 2 to 18)</u></p> <p>COMPRESSOR STATOR VANES <u>C-450 (Stg 0 to 2) AISI 403 cB (Stg 4 to IGV2)</u></p> <p>SHAFT <u>Ni CrMoV</u> BLADE/VANE COATING <u>GECC-1 on (Stg 3 to 8)</u></p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th>TURBINE STAGE</th> <th>NOZZLES</th> <th>BLADES</th> <th>WHEELS OR DISCS</th> </tr> <tr> <td colspan="4">SEE PAGE 8/9</td> </tr> <tr> <td>1 G.G.</td> <td>FSX 414</td> <td>GTD 111 DS (*)</td> <td>Cr Mo V</td> </tr> <tr> <td>2 P.T.</td> <td>FSX 414</td> <td>Inconel 738</td> <td>Cr Mo V</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> <p>COMBUSTORS <u><4> LINER HASTELLOY "X" (THERMAL BARRIER COATING) TRANS. HAST "X"</u></p> <p>COMPRESSOR CASING <u>ASTM A46/ASTM A536</u></p> <p>COMBUSTOR CASING <u>ASTM A516-70</u></p> <p>TURBINE CASING <u>MODULAR CAST IRON ASTM A395</u></p>	TURBINE STAGE	NOZZLES	BLADES	WHEELS OR DISCS	SEE PAGE 8/9				1 G.G.	FSX 414	GTD 111 DS (*)	Cr Mo V	2 P.T.	FSX 414	Inconel 738	Cr Mo V												
TURBINE STAGE	NOZZLES	BLADES	WHEELS OR DISCS																										
SEE PAGE 8/9																													
1 G.G.	FSX 414	GTD 111 DS (*)	Cr Mo V																										
2 P.T.	FSX 414	Inconel 738	Cr Mo V																										
GAUGE BOARDS AND CONTROL PANELS																													
<p>21 AIR COMPRESSOR:</p> <p>22 STAGES <u>17</u> MAXIMUM TIP SPEED <u>332</u> m/SEC</p> <p>23 TYPE <input checked="" type="checkbox"/> AXIAL PRESSURE RATIO <u>10.5 : 1</u></p> <p>24 CASING SPLIT (2.2.3) <input checked="" type="checkbox"/> AXIAL <input type="checkbox"/> RADIAL</p> <p>25 ROTOR <input type="checkbox"/> SOLID <input checked="" type="checkbox"/> BUILT UP</p> <p>26 TURBINE: POWER</p> <p>27 STAGES <u>2</u> MAX. TIP SPEED <u>438</u> m/SEC</p> <p>28 CASING SPLIT (4.2.3) <input checked="" type="checkbox"/> AXIAL <input type="checkbox"/> RADIAL</p> <p>29 ROTOR <input type="checkbox"/> SOLID <input checked="" type="checkbox"/> BUILT UP</p> <p>30 COMBUSTORS: (4.3.2)</p> <p>31 <input type="checkbox"/> SINGLE <input checked="" type="checkbox"/> MULTIPLE, NUMBER <u>10</u></p> <p>32 <input type="checkbox"/> GAS <input type="checkbox"/> LIQUID <input type="checkbox"/> DUAL FUEL</p> <p>33 MAXIMUM ALLOWABLE TEMP. VARIATION <u>84</u> °C</p> <p>34 APPLICABLE PLANE <u>Power Turbine Exhaust</u></p> <p>35 FUEL NOZZLES PER COMBUSTOR <u>1</u></p> <p>36 <input type="checkbox"/> WOBBE INDEX NO RECD (4.3.7) <input type="checkbox"/> MAX <input type="checkbox"/> MIN</p>	<p>LOCATION ACCESSORY BASEPLATE</p> <p>CONTROL CONSOLES (5.4.5.1.1) <input type="checkbox"/> ON-SKID <input type="checkbox"/> OFF SKID LOCAL</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> OFF SKID REMOTE</p> <p>WEATHER PROTECTION REQUIRED <input type="checkbox"/> YES <input checked="" type="checkbox"/> NO</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SPECIFICATION GENUOVO PIGNONE STANDARD</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> ANNUNCIATOR REQUIRED (5.4.4.8.5)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> VISUAL DISPLAY UNIT (VDU) <input checked="" type="checkbox"/> KEYBOARD</p>																												
CONTROL SYSTEMS																													
<p>TYPE (5.4.1.5) <input type="checkbox"/> MECH <input type="checkbox"/> PNEU <input type="checkbox"/> HYDRA <input type="checkbox"/> ELECTRIC <input checked="" type="checkbox"/> ELECTRONIC</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> MICROPROCESSOR BASED <input checked="" type="checkbox"/> REDUNDANCY</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIGNAL SOURCE <u>4-20 Ma</u></p> <p><input type="checkbox"/> SENSITIVITY _____ RANGE _____ TO _____</p> <p><input type="checkbox"/> TIME OF AC OUTAGE PROTECTION _____ MIN (5.4.1.6)</p> <p><input type="checkbox"/> SHUT OFF VALVES FOR SHUT DOWN SENSORS (5.4.4.9)</p> <p>STARTING SYSTEM (5.4.2.1) <input checked="" type="checkbox"/> MANUAL <input type="checkbox"/> SEMI AUTOMATIC <input checked="" type="checkbox"/> AUTOMATIC</p> <p><input type="checkbox"/> PURGE (5.4.2.2) _____ MINUTES</p> <p><input type="checkbox"/> SEPARATE SHUTDOWN VALVE TEST DURING OPERATION</p> <p>NOTE (1) FOR MULTIPLE SHAFT TURBINES, COMPLETE ALL APPLICABLE PORTIONS FOR EACH SHAFT.</p> <p>REMARKS: (*) WITH COATING GT29 PLUS</p> <p>(**) MRT/String Test Acceptance Value: <= 6.35 mm/sec (steady state)</p> <p>(**) NOT FILTERED <3> <= 12.7 mm/sec (transient)</p> <p>(***) No-Contact probes are used for monitoring only <3></p>																													

DATA SHEET No. 25112-100-MUD-AG-75121

Revision _____

Sheet 4 of 14

4	REVISED WHERE INDICATED <4>	
3	REVISED WHERE INDICATED <3>	ITEM
2	REVISED WHERE INDICATED <2>	
1	GENERAL REVISION	N. SOM6608364 /4
0	ISSUED-EMISSION	LANG.-LANGUE SHEET-FEUILLE
REV.	DESCRIPTION	A 5 / 6
© 2002 Nuovo Pignone S.p.A. All rights reserved.		REPLACES - REMPLACE LE REPLACED BY - REMPLACE PAR

Annexe C



Safety Data Sheet

Product name :	PRESLIA 32	Page : 4/5
SDS n° :31455-32	Version :1.00	Version of :2004-03-10

Odour :	Characteristic for oil.
Density/specific gravity :	870 - 880 kg/m3 Temperature (°C) 15
Flash point :	> 200 °C OC (Open cup).
Température d'auto-inflammation :	> 250 °C (ASTM E 659)
Partition coefficient (log Pow) :	Log Pow > 6 Temperature (°C) 20
Viscosity :	32 mm2/s Temperature (°C) 40

10. STABILITY AND REACTIVITY

Stability :	The product is stable at normal storage, handling and use temperatures.
Conditions to avoid :	Heat (temperatures above flash point), sparks, ignition points, flames, static electricity
Materials to avoid :	Avoid contact with strong oxidizers
Hazardous decomp. products :	Incomplete combustion and thermolysis produces potentially toxic gases such as CO, CO ₂ , various hydrocarbons, aldehydes and soot.

11. TOXICOLOGICAL INFORMATION

Acute toxicity / Local effect :	
Inhalation, comments:	Risk is improbable under normal conditions of use Inhalation of high concentrations of vapour or aerosols may cause irritation of the upper respiratory tract.
Skin contact, comments:	Risk is improbable under normal conditions of use.
Ingestion, comments:	In case of ingestion of small quantities, no important effect observed. In case of ingestion of larger amounts: abdominal pain, diarrhea, ...
CHRONIC TOXICITY OR LONG-TERM TOXICITY :	
Skin contact :	Characteristic skin affections (oil blisters) may develop following prolonged and repeated exposure through contact with stained clothing
Sensitization :	To our knowledge, the product does not cause aggravated sensitivity.
Carcinogenicity :	This product is not regarded as carcinogenic.

12. ECOLOGICAL INFORMATION

Comments about ecotoxicity :	Experimental data on the finished product are not available. It is considered to present a little danger for aquatic life. no information available for used product
Mobility :	- Air: there is a slow loss by evaporation. - Soil: Given its physical and chemical characteristics, the product generally shows little mobility in the ground. - Water: The product is insoluble; it spreads on the surface of the water

Les Annexes

Annexe D

Catalogue HY29-0001/FR

Pompes Hydrauliques à Palettes - Industrielles
T7/T67/T6C

Pompes doubles et triples

Vitesses de rotation, pressions maximales

Pompe		Cylindrée théorique Vi	Vitesse minimum	Vitesse maximum ³⁾		Pression maximum					
				HF-0, HF-1 HF-2	HF-3, HF-4 HF-5	HF-0, HF-2		HF-1, HF-4, HF-5		HF-3	
Type	Came	cm ³ /tr.	tr/min	tr/min	tr/min	Int.	Cont.	Int.	Cont.	Int.	Cont.
						bar	bar	bar	bar	bar	bar
T7BB/S T67CB T7DB/S T7EB/S T7DBB/S T7DCB/S T7DDB/S T7EDB/S	B02	5,8	600	2200 ²⁾	1800	T7BB T7BBS 320 ¹⁾	T7BB T7BBS 290	240	210	175	140
	B03	9,8									
	B04	12,8									
	B05	15,9									
	B06	19,8									
	B07	22,5									
	B08	24,9									
	B09	28,0									
	B10	31,8									
	B11	35,0									
	B12	41,0									
	B14	45,0									
	B15	50,0									
T6CC T67CB T67DC T67EC T7DCB/S T7DCC/S T67DDC/S T67EDC/S T7EEC/S	003	10,8	600	2200 ²⁾	1800	275	240	210	175	175	140
	005	17,2									
	006	21,3									
	008	26,4									
	010	34,1									
	012	37,1									
	014	46,0									
	017	58,3									
	020	63,8									
	022	70,3									
	025	79,3									
	028	88,8									
	031	100,0									
T7DB/S T67DC T7DD/S T7EDS T7DBB/S T7DCB/S T7DCC/S T7DDB/S T67DDC/S T7EDB/S T67EDC/S	B14	44,0	600	2200 ²⁾	1800	300	250	240	210	175	140
	B17	55,0									
	B20	66,0									
	B22	70,3									
	B24	81,1									
	B28	90,0									
	B31	99,2									
	B35	113,4									
	B38	120,6									
	B42	137,5									
	045 ¹⁾	145,7									
	050 ¹⁾	158,0									
	T7EB/S T67EC T7EDS T7EE/S T7EEC/S T67EDB/S T67EDC/S	042									
045		142,4									
050		158,5									
052		164,8									
054		171,0									
057		183,3									
062		196,7									
066		213,3									
072		227,1									
085		268,7									
				2000		90	75	75	75	75	75

HF-0, HF-2 = Huiles minérales avec anti-usure HF-1 = Huiles minérales sans anti-usure HF-3 = Emulsions inverses eau-huile
HF-4 = Eaux-glycols HF-5 = Fluides synthétiques

¹⁾ Pour application au-dessus de 300 bar, veuillez consulter Parker.

²⁾ Pour application haute vitesse, veuillez consulter Parker.

³⁾ Vérifier que la vitesse d'aspiration est inférieure à 1,9 m/sec. (voir page 12, instructions de contrôle avant mise en service).

Si les caractéristiques techniques ci-dessus ne satisfont pas vos propres spécifications, veuillez consulter Parker.



Les Annexes

Catalogue HY29-0001/FR
Choix d'une pompe

Pompes Hydrauliques à Palettes - Industrielles
T7/T67/T6C

CALCUL DE SELECTION

A déterminer

Cylindrée V_i [cm³/tr.]
 Débit disponible... Q [l/min]
 Puissance P [kW]

Performances demandées

Débit demandé Q [l/min] 42
 Vitesse n [tr/min] 1500
 Pression p [bar] 250

Principe :

1. Premier calcul $V_i = \frac{1000 Q}{n}$

2. Sélectionner la pompe dont la cylindrée théorique V_i est immédiatement supérieure (voir tableau)

3. Débit théorique de cette pompe

$$Q_{théo.} = \frac{V_i \times n}{1000}$$

4. Pertes volumétriques $Q_{per.}$ fonction de la pression $Q_{per.} = f(p)$ (voir graphique)
 Choisir la viscosité 10 ou 24 cSt

5. Débit disponible de la pompe

$$Q = Q_{théo.} - Q_{per.}$$

6. Puissance d'entrée théorique

$$P_{théo.} = \frac{Q \times p}{600}$$

7. Trouver la perte de puissance hydrodynamique $P_{per.}$ sur la courbe

8. Calcul de la puissance d'entrée nécessaire $P = P_{théo.} + P_{per.}$

9. Résultats

Exemple :

$$V_i = \frac{1000 \times 42}{1500} = 28 \text{ cm}^3/\text{tr.}$$

T7B B10, $V_i = 31,8 \text{ cm}^3/\text{tr.}$

$$Q_{théo.} = \frac{31,8 \times 1500}{1000} = 47,7 \text{ l/min}$$

T7B (page 22) : $Q_{per.} = 3 \text{ l/min}$ à 250 bar et 24 cSt

$$Q = 47,7 - 3 = 44,7 \text{ l/min}$$

$$P_{théo.} = \frac{47,7 \times 250}{600} = 19,9 \text{ kW}$$

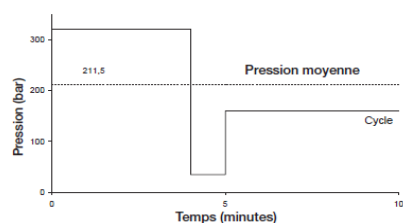
T7B (page 22) : $P_{per.}$ à 1500 tr/min, 250 bar = 1 kW

$$P = 19,9 + 1 = 20,9 \text{ kW}$$

$$\left. \begin{array}{l} V_i = 31,8 \text{ cm}^3/\text{tr.} \\ Q = 44,7 \text{ l/min} \\ P = 20,9 \text{ kW} \end{array} \right\} \text{T7B B10}$$

Ce processus de calcul doit être suivi pour chaque application.

PRESSIION DE FONCTIONNEMENT INTERMITTENTE



Les pompes de la gamme T7 & T67 peuvent opérer à des pressions intermittentes supérieures à la valeur de pression maximum continue lorsque la moyenne pondérée des pressions est inférieure ou égale à cette pression maximum continue.

Le calcul de cette pression moyenne est valable uniquement lorsque les autres paramètres: vitesse, viscosité et niveau de contamination du fluide sont à des niveaux admissibles.

Pour un temps de cycle supérieur à 15 minutes, veuillez consulter votre représentant Parker.

Exemple : T7B - B10

Cycle de travail ... 4 min. à 320 bar

..... 1 min. à 35 bar

..... 5 min. à 160 bar

$$\frac{(4 \times 320) + (1 \times 35) + (5 \times 160)}{10} = 211,5 \text{ bar}$$

La pression moyenne: 211,5 bar est inférieure à la pression de service continu admise par une T7B - B10 avec un fluide de type HF-0.



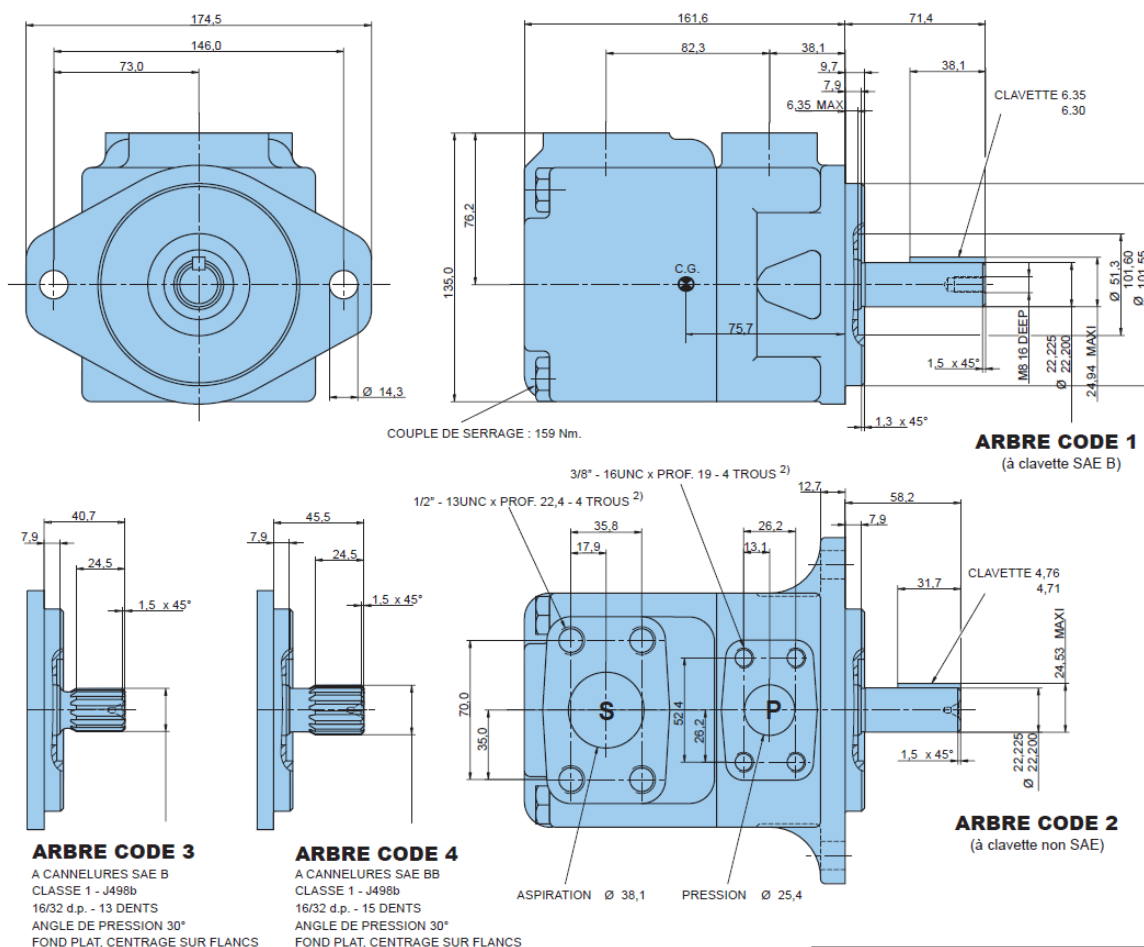
Les Annexes

Catalogue HY29-0001/FR

T6C - Dimensions - Poids : 15,7 kg

Pompes Hydrauliques à Palettes - Industrielles

T7/T67/T6C



Limite de couple sur l'arbre [cm³/tr x bar]	
Arbre	Vi x p max.
1	16340
2	14300
3	20600
4	21800

CARACTÉRISTIQUES TYPIQUES DE FONCTIONNEMENT [24 cSt]

	Taille	Cylindrée théorique Vi	Débit Q [l/min] à n = 1500 tr/min			Puissance d'entrée P [kW] à n = 1500 tr/min		
			p = 0 bar	p = 140 bar	p = 240 bar	p = 7 bar	p = 140 bar	p = 240 bar
T6C	003	10,8 cm³/tr	16,2	11,2	7,7	1,3	5,3	8,4
	005	17,2 cm³/tr	25,8	20,8	17,3	1,4	7,5	12,2
	006	21,3 cm³/tr	31,9	26,9	23,4	1,5	8,9	14,7
	008	26,4 cm³/tr	39,6	34,6	31,1	1,6	10,7	17,7
	010	34,1 cm³/tr	51,1	46,1	42,6	1,7	13,4	22,3
	012	37,1 cm³/tr	55,6	50,6	47,1	1,7	14,4	24,1
	014	46,0 cm³/tr	69,0	64,0	60,5	1,9	17,6	29,5
	017	58,3 cm³/tr	87,4	82,4	78,9	2,1	21,9	36,9
	020	63,8 cm³/tr	95,7	90,7	87,2	2,2	23,8	40,2
	022	70,3 cm³/tr	105,4	100,4	96,9	2,3	26,1	44,1
	025	79,3 cm³/tr	118,9	113,9	110,4	2,5	29,2	49,5
028	88,8 cm³/tr	133,2	128,2	125,8 ¹⁾	2,8	32,7	48,5 ¹⁾	
031	100,0 cm³/tr	150,0	145,0	142,6 ¹⁾	2,8	36,5	54,4 ¹⁾	

¹⁾ 028 - 031 = 210 bar max. int.

²⁾ Les orifices de raccordement peuvent être fournis avec des taraudages métriques (Veuillez contacter votre représentant Parker).



Annexe E

REF5

ANSI Standard Device Designation Numbers

Copyright 2002 Kilowatt Classroom, LLC.

- 1) **Master Element** is the initiating device, such as a control switch, voltage relay, float switch, etc., which serves either directly or through such permissive devices as protective and time-delay relays to place an equipment in or out of operation.
- 2) **Time Delay Starting or Closing Relay** is a device that functions to give a desired amount of time delay before or after any point of operation in switching sequence or protective relay system, except as specifically provided by service function 48, 62, and 79.
- 3) **Checking or Interlocking Relay** is a relay that operates in response to the position of a number of other devices (or to a number of predetermined conditions) in an equipment, to allow an operating sequence to proceed, or to stop, or to provide a check of the position of these devices or of these conditions for any purpose.
- 4) **Master Contactor** is a device generally controlled by device function 1 or the equivalent and the required permissive and protective devices, that serves to make and break the necessary control circuits to place an equipment into operation under the desired conditions and to take it out of operation under other or abnormal conditions.
- 5) **Stopping Device** is a control device used primarily to shut down an equipment and hold it out of operation. (This device may be manually or electrically actuated, but excludes the function of electrical lockout [see device function 86] on abnormal conditions.)
- 6) **Starting Circuit Breaker** is a device whose principal function is to connect a machine to its source of starting voltage.
- 7) **Anode Circuit Breaker** is a device used in the anode circuits of a power rectifier for the primary purpose of interrupting the rectifier circuit if an arc-back should occur.
- 8) **Control Power Disconnecting Device** is a disconnecting device, such as a knife switch, circuit breaker, or pull-out fuse block, used for the purpose of respectively connecting and disconnecting the source of control power to and from the control bus or equipment.
Note: control power is considered to include auxiliary power which supplies such apparatus as small motors and heaters.
- 9) **Reversing Device** is a device that is used for the purpose of reversing a machine field or for performing any other reversing functions.
- 10) **Unit Sequence Switch** is a switch that is used to change the sequence in which units may be placed in and out of service in multiple-unit equipments.
- 11) **Reserved for Future Application** (USBR assigned - Control Power Transformer).
- 12) **Over-Speed Device** is usually a direct-connected speed switch which functions on machine over-speed.
- 13) **Synchronous-Speed Device** is a device such as a centrifugal switch, a slip-frequency relay, a voltage relay, and undercurrent relay, or any type of device that operates at approximately the synchronous speed of a machine.
- 14) **Under-Speed Device** is a device that functions when the speed of a machine fall below a pre-determined value.
- 15) **Speed or Frequency Matching Device** is a device that functions to match and hold the speed or frequency of a machine or of a system equal to, or approximately equal to, that of another machine, source, or system.
- 16) **Reserved for Future Application** (USBR assigned - Battery Charging Device).
- 17) **Shunting or Discharge Switch** is a switch that serves to open or to close a shunting circuit around any piece of apparatus (except a resistor, such as a machine field, a machine armature, a capacitor, or a reactor).
Note: This excludes devices that perform such shunting operations as may be necessary in the process of starting a machine by devices 6 or 42, or their equivalent, and also excludes device function 73 that serves for the switching of resistors.

Reference Data

Sheet 1

Les Annexes

REF6

ANSI Standard Device Designation Numbers

Copyright 2002 Kilowatt Classroom, LLC.

- 18) **Accelerating or Decelerating Device** is a device that is used to close or to cause the closing of circuits which are used to increase or decrease the speed of a machine.
- 19) **Starting-to-Running Transition Contactor** is a device that operates to initiate or cause the automatic transfer of a machine from the starting to the running power connection.
- 20) **Valve** is one used in a vacuum, air, gas, oil, or similar line, when it is electrically operated or has electrical accessories such as auxiliary switches.
- 21) **Distance Relay** is a relay that functions when the circuit admittance, impedance, or reactance increases or decreases beyond predetermined limits.
- 22) **Equalizer Circuit Breaker** is a breaker that serves to control or to make and break the equalizer or the current-balancing connections for a machine field, or for regulating equipment in a multiple-unit installation.
- 23) **Temperature Control Device** is a device that function to raise or lower the temperature of a machine or other apparatus, or of any medium, when its temperature falls below, or rises above, a predetermined value.
Note: An example is a thermostat that switches on a space heater in a switchgear assembly when the temperature falls to a desired value as distinguished from a device that is used to provide automatic temperature regulation between close limits and would be designated as device function 90T.
- 24) **Reserved for future Application.** (USBR assigned - bus tie circuit breaker, contactor, or switch.)
- 25) **Synchronizing or Synchronism-Check Device** is a device that operates when two a-c circuits are within the desired limits of frequency, phase angle, or voltage, to permit or to cause the paralleling of these two circuits .
- 26) **Apparatus Thermal Device** is a device that functions when the temperature of the shunt field or the amortisseur winding of a machine, or that of a load limiting or load shifting resistor or of a liquid or other medium, exceeds a predetermined value: or if the temperature of the protected apparatus, such as a power rectifier, or of any medium decrease below a predetermined value.
- 27) **Undervoltage Relay** is a relay that functions on a given value of under-voltage.
- 28) **Flame Detector** is a device that monitors the presence of the pilot or main flame of such apparatus as a gas turbine or a steam boiler.
- 29) **Isolating Contactor** is a device that is used expressly for disconnecting one circuit from another for the purposes of emergency operation, maintenance, or test.
- 30) **Annunciator Relay** is a non-automatically reset device that gives a number of separate visual indications of the functions of protective devices, and which may also be arranged to perform a lockout function.
- 31) **Separate Excitation Device** is a device that connects a circuit, such as the shunt field of a synchronous converter, to a source of separate excitation during the starting sequence; or one that energizes the excitation and ignition circuits of a power rectifier.
- 32) **Directional Power Relay** is a device that functions on a desired value of power flow in a given direction or upon reverse power resulting from arcback in the anode or cathode circuits of a power rectifier.
- 33) **Position Switch** is a switch that makes or breaks contact when the main device or piece of apparatus which has no device function number reaches a given position.
- 34) **Master Sequence Device** is a device such as a motor-operated multi-contact switch, or the equivalent, or programming device, such as a computer, that establishes or determines the operating sequence of the major devices in a equipment during starting and stopping or during other sequential switch operations.
- 35) **Brush-Operating or Slipping Short-Circuiting Device** is a device for raising, lowering, or shifting the brushes of a machine, or for short-circuiting its slip rings, or for engaging or disengaging the contacts of a mechanical rectifier.

Reference Data

Sheet 2

Les Annexes

REF7

ANSI Standard Device Designation Numbers

Copyright 2002 Kilowatt Classroom, LLC.

- 36) **Polarity or Polarizing Voltage Device** is a device that operates, or permits the operation of, another device on a predetermined polarity only, or verifies the presence of a polarizing voltage in an equipment.
- 37) **Undercurrent or Underpower Relay** is a relay that function when the current or power flow decreases below a predetermined value.
- 38) **Bearing Protective Device** is a device that functions on excessive bearing temperature, or on another abnormal mechanical conditions associated with the bearing, such as undue wear, which may eventually result in excessive bearing temperature.
- 39) **Mechanical Condition Monitor** is a device that functions upon the occurrence of an abnormal mechanical condition (except that associated with bearing as covered under device function 38), such as excessive vibration, eccentricity, expansion shock, tilting, or seal failure.
- 40) **Field Relay** is a relay that functions on a given or abnormally low value or failure of a machine field current, or on excessive value of the reactive component of armature current in an a-c machine indicating abnormally low field excitation.
- 41) **Field Circuit Breaker** is a device that functions to apply or remove the field excitation of a machine.
- 42) **Running Circuit Breaker** is a device whose principal function is to connect a machine to its source of running or operation voltage. This function may also be used for a device, such as a contactor, that is used in series with a circuit breaker or other field protecting means, primarily for frequent opening and closing of the breaker.
- 43) **Manual Transfer or Selector Device** is a manually operated device that transfers the control circuits in order to modify the plan of operation of the switching equipment or of some of the devices.
- 44) **Unit Sequence Starting Relay** is a relay that function to start the next available unit in a multiple-unit-equipment upon the failure or non-availability of the normally preceding unit.
- 45) **Atmospheric Condition Monitor** is a device, that functions upon the occurrence of an abnormal atmospheric condition, such as damaging fumes, explosive mixtures, smoke or fire.
- 46) **Reverse Phase or Phase Balance Current Relay** is a relay that functions when the polyphase currents are of reverse-phase sequence, or when the polyphase currents are unbalanced or contain negative phase-sequence components above a given amount.
- 47) **Phase-Sequence Voltage Relay** is a relay that function upon a predetermined value of polyphase voltage in the desired phase sequence.
- 48) **Incomplete Sequence Relay** is a relay that generally returns the equipment to the normal, or off, position and locks it out if the normal starting, operating, or stopping sequence is not properly completed within a predetermined time. If the device is used for alarm purposes only, it should preferably be designated as 48A (alarm).
- 49) **Machine or Transformer Thermal Relay** is a relay that functions when the temperature of a machine armature or other load-carrying winding or element of a machine or the temperature of a power rectifier or power transformer (including a power rectifier transformer) exceeds a predetermined value.
- 50) **Instantaneous Overcurrent or Rate-of-Rise Relay** is a relay that functions instantaneously on an excessive value of current or on an excessive rate of current rise, thus indicating a fault in the apparatus or circuit being protected.
- 51) **A-C Time Overcurrent Relay** is a relay with either a definite or inverse time characteristic that functions when the current in an a-c circuit exceed a predetermined value.
- 52) **A-C Circuit Breaker** is a device that is used to close and interrupt an a-c power circuit under normal conditions or to interrupt this circuit under fault of emergency conditions.

Reference Data

Sheet 3

Les Annexes

REF8

ANSI Standard Device Designation Numbers

Copyright 2002 Kilowatt Classroom, LLC.

- 53) **Exciter or D-C Generator Relay** is a relay that forces the d-c machine field excitation to build up during starting or which functions when the machine voltage has been built up to a given value.
- 54) **High-Speed D-C Circuit Breaker** is a circuit breaker which starts to reduce the current in the main circuit in 0.01 second or less, after the occurrence of the d-c overcurrent or the excessive rate of current rise.
- 55) **Power Factor Relay** is a relay that operates when the power factor in an a-c circuit rises above or falls below a predetermined value.
- 56) **Field Application Relay** is a relay that automatically controls the application of the field excitation to an a-c motor at some predetermined point in the slip cycle.
- 57) **Short-Circuiting or Grounding Device** is a primary circuit switching device that functions to short-circuit or to ground a circuit in response to automatic or manual means.
- 58) **Rectification Failure Relay** is a device that functions if one or more anodes of a power rectifier fail to fire, or to detect and arc-back or on failure of a diode to conduct or lock properly.
- 59) **Overvoltage Relay** is a relay that functions on a given value of over-voltage.
- 60) **Voltage or Current Balance Relay** is a relay that operates on a given difference in voltage, or current input or output, or two circuits.
- 61) **Reserved for Future Application.**
- 62) **Time-Delay Stopping or Opening Relay** is a time-delay relay that serves in conjunction with the device that initiates the shutdown, stopping, or opening operation in an automatic sequence or protective relay system.
- 63) **Liquid or Gas Pressure or Vacuum Relay** is a relay that operates on given values of liquid or gas pressure or on given rates of change of these values.
- 64) **Ground Protective Relay** is a relay that functions on failure of the insulation of a machine, transformer, or of other apparatus to ground, or on flashover of a d-c machine to ground.
Note: This function is assigned only to a relay that detects the flow of current from the frame of a machine or enclosing case or structure of piece of apparatus to ground, or detects a ground on a normally ungrounded winding or circuit. It is not applied to a device connected in the secondary circuit of current transformer, in the secondary neutral of current transformers, connected in the power circuit of a normally grounded system.
- 65) **Governor** is the assembly of fluid, electrical, or mechanical control equipment used for regulating the flow of water, steam, or other medium to the prime mover for such purposes as starting, holding speed or load, or stopping.
- 66) **Notching or Jogging Device** is a device that functions to allow only a specified number of operations of a given device or equipment, or a specified number of successive operations within a given time of each other. It is also a device that functions to energize a circuit periodically or for fractions of specified time intervals, or that is used to permit intermittent acceleration or jogging of a machine at low speeds for mechanical positioning.
- 67) **A-C Directional Overcurrent Relay** is a relay that functions on a desired value of a-c over-current flowing in a predetermined direction.
- 68) **Blocking Relay** is a relay that initiates a pilot signal for blocking of tripping on external faults in a transmission line or in other apparatus under predetermined condition, or cooperates with other devices to block tripping or to block re-closing on an out-of-step condition or on power savings.
- 69) **Permissive Control Device** is generally a two-position, manually-operated switch that, in one position, permits the closing of a circuit breaker, or the placing of an equipment into operation, and in the other position prevents the circuit breaker or the equipment from being operated.

Reference Data

Sheet 4

Les Annexes

REF9

ANSI Standard Device Designation Numbers

Copyright 2002 Kilowatt Classroom, LLC.

- 70) **Rheostat** is a variable resistance device used in an electric circuit, which is electrically operated or has other electrical accessories, such as auxiliary, position, or limit switches.
- 71) **Liquid or Gas-Level Relay** is a relay that operates on given values of liquid or gas level or on given rates of change of these values.
- 72) **D-C Circuit Breaker** is a circuit breaker that is used to close and interrupt a d-c power circuit under normal conditions or to interrupt this circuit under fault or emergency conditions.
- 73) **Load-Resistor Contactor** is a contactor that is used to shunt or insert a step of load limiting, shifting, or indicating resistance in a power circuit, or to switch a space heater in circuit, or to switch a light or regenerative load resistor, a power rectifier, or other machine in and out of circuit.
- 74) **Alarm Relay** is a relay other than an annunciator, as covered under device function 30, that is used to operate, or to operate in connection with, a visual or audible alarm.
- 75) **Position Changing Mechanism** is a mechanism that is used for moving a main device from one position to another in an equipment: as for example, shifting a removable circuit breaker unit to and from the connected, disconnected, and test positions.
- 76) **D-C Overcurrent Relay** is a relay that functions when the current in a d-c circuit exceeds a given value.
- 77) **Pulse Transmitter** is used to generate and transmit pulses over a telemetering or pilot-wire circuit to the remote indicating or receiving device.
- 78) **Phase-Angle Measuring or Out-Of-Step Protective Relay** is a relay that functions at a pre-determined phase angle between two voltages or between two currents or between a voltage and current.
- 79) **A-C Reclosing Relay** is a relay that controls the automatic reclosing and locking out of an a-c circuit interrupter.
- 80) **Liquid or Gas Flow Relay** is a relay that operates on given values of liquid or gas flow or on given rates of change of these values.
- 81) **Frequency Relay** is a relay that functions on a predetermined value of frequency (either under or over or on normal system frequency) or rate of change of frequency.
- 82) **D-C Reclosing Relay** is a relay that controls the automatic closing and re-closing of a d-c circuit interrupter, generally in response to load circuit conditions.
- 83) **Automatic Selective Control or Transfer Relay** is a relay that operates to select automatically between certain sources or conditions in a equipment, or performs a transfer operation automatically.
- 84) **Operating Mechanism** is the complete electrical mechanism or servomechanism, including the operating motor, solenoids, position switches, etc., for a tap changer, induction regulator, or any similar piece of apparatus which otherwise has no device function number.
- 85) **Carrier or Pilot-Wire Receiver Relay** is a relay that is operated or restrained by a signal used in connection with carrier-current or d-c pilot-wire fault directional relaying.
- 86) **Locking-Out Relay** is an electrically operated hand, or electrically reset relay or device that functions to shut down or hold an equipment out of service, or both, upon the occurrence of abnormal conditions.
- 87) **Differential Protective Relay** is a protective relay that functions on a percentage or phase angle or other quantitative difference of two currents or of some other electrical quantities.
- 88) **Auxiliary Motor or Motor Generator** is one used for operating auxiliary equipment, such as pumps, blowers, exciters, rotating magnetic amplifiers, etc.

Reference Data

Sheet 5

Les Annexes

REF10

ANSI Standard Device Designation Numbers

Copyright 2002 Kilowatt Classroom, LLC.

- 89) **Line Switch** is a switch used as a disconnecting, load-interrupter, or isolating switch in an a-c or d-c power circuit, when this device is electrically operated or has electrical accessories, such as an auxiliary switch, magnetic lock, etc.
- 90) **Regulating Device** is a device that functions to regulate a quantity, or quantities, such as voltage, current power, speed, frequency, temperature, and load at a certain value or between certain (generally close) limits for machines, tie lines, or other apparatus.
- 91) **Voltage Directional Relay** is a device which operates when the voltage across an open circuit breaker or contactor exceeds a given value in a given direction.
- 92) **Voltage and Power Directional Relay** is a relay that permits or causes the connection of two circuits when the voltage difference between them exceed a given value in a predetermined direction and causes these two circuits to be disconnected from each other when the power flowing between them exceeds a given value in the opposite direction.
- 93) **Field-Changing Contactor** is a contactor that functions to increase or decrease, in one step, the value of field excitation on a machine.
- 94) **Tripping or Trip-Free Relay** is a relay that function to trip a circuit breaker, contactor or equipment, or to permit immediate tripping by other devices; or to prevent immediate re-closure of a circuit interrupter if it should open automatically even though its closing circuit is maintained closed.
- 95*) (USBR assigned - Closing Relay or Contactor)
- 96*)
- 97*)
- 98*) (USBR assigned - Loss of Excitation Relay)
- 99*) (USBR assigned - Arc Detector)

* Used only for specific applications in individual installations where none of the assigned numbered functions from 1 to 94 are suitable.

Auxiliary Devices - These letters denote separate auxiliary devices, such as:

- C Closing Relay or Contactor
- CL Auxiliary Relay, Closed (energized when main device is in closed position).
- CS Control Switch
- D "Down" Position Switch or Relay
- L Lowering Relay
- I Opening Relay
- OP Auxiliary Relay, Open (energized when main device is in open position).
- PB Push Button
- R Raising Relay
- U "Up" Position Switch or Relay
- X Auxiliary Relay
- Y Auxiliary Relay
- Z Auxiliary Relay

Note: In the control of a circuit breaker with an X-Y Relay Control Scheme, the X relay is the device whose main contacts are used to energized the closing coil or the device which in some other manner, such as by the release of stored energy, causes the breaker to close. The contacts of the Y relay provide the anti-pump feature for the circuit breaker.

Reference Data

Sheet 6

Liste des abréviations

SonaHess : Association entre SONATRACH et Amerada Hess

GEA : Gassi El Agreb

GE: General Electric

DLN: Dry Low NOx

PMS : Power Management system

PGP : Power Generation Plant

SRV : Speed Ratio Valve

GCV : Gaz Control Valve

IGV : Intel Guide Valve

FMDS : Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité, Sécurité

CI : Combustion Inspection

LTPI : Liner Transition Pièces Inspection

HGPI: Hot Gas Path Inspection

HMI: Home Machine Interface

MTTR: Mean Time To Repair

MTBF: Mean Time Between Faller

CEMS: Continuous Emission Monitoring System

COV : Composés Organiques Volatiles

FMEA : Failure Mode Effect Analysis

SEC : Sample Extraction Device

FMDS : Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité, Sécurité

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

OOS: Oil Optimization System

GTG: Gas Turbine Generator

Liste des abréviations

CRD: Centre de Recherche et Développement

TMR: Triple Module Redondance

SIFT: Software Implemented Fault Tolerance

HIOS: High Input Output Signal

LIOS: Low Input Output Signal

DI: Digital input

DO: Digital output

RTD: Resistance Temperature Device

UDH: Unit Data Highway

DCS: Distributed Control System

PDH: Plant Data Highway

SOE: Sequence Of Event

ESD: Emergency shut down

HVAC: Heating, Ventilation, and Air Conditioning

LHE: Leah Head End

EGD: Ethernet Global Data

ADL: Asynchronous Device Language

MCC : Motor Control Center

Liste des figures

Fig. 1 Situation géographique du champ GEA.....	3
Fig. 2 Base de vie du champ El Gassi.....	4
Fig.3. Base de vie du champ El Gassi et le centre el Gassi.....	5
Fig.4.Les centres du champ El Gass.....	6
Fig. 5 Organigramme du Groupement SonaHess	7
Fig. 6 Production du champ GEA.....	8
Fig.1.1.circuit de transport.....	9
Fig.1.2. pompe centrifuge.....	10
Fig.1.3. Installation hydraulique industrielle.....	11
Fig.1.4.Exemple d'un schéma d'une installation hydraulique.....	12
Fig.1.5. schéma d'un circuit de transmissions de puissance.....	13
Fig.1.6.Centrale hydraulique.....	14
Fig.1.7.Centrale hydraulique.....	14
Fig.1.8.un circuit hydraulique.....	15
Fig.1.9.un circuit hydraulique à l'état froid de fonctionnement.....	16
Fig.1.10.Constitution d'un filtre.....	17
Fig.1.11. Symbole des pompes.....	21
Fig.1.12.classification des pompes.....	22
Fig.1.13.Pompe à engrenages extérieures.....	23
Fig.1.14.Pompe à engrenages intérieures.....	24
Fig.1.15.Pompes à palettes à cylindrée fixe.....	25
Fig.1.16.Pompes à palettes à cylindrée variables.....	26
Fig.1.17. Pompe à pistons en ligne.....	28
Fig.1.18.Pompe à pistons axiaux.....	29
Fig.19. Pompes à pistons radiaux.....	30
Fig.1.20.schéma cinématique d'un vérin.....	32
Fig.1.21.vérin.....	32

Liste des figures

Fig.1.22.Vérin double effet à amortissement non réglable.....	34
Fig.1.23.Vérin double effet à amortissement réglable.....	34
Fig.1.24.schéma cinématique d'un moteur hydraulique.....	35
Fig.1.25.schéma cinématique de fonctionnement du distributeur hydraulique.....	38
Fig.1.26. les différents symboles hydrauliques des distributeurs.....	39
Fig.1.27. les différents symboles hydrauliques des commandes.....	40
Fig.2.1.centrale électrique (PGP)	41
Fig.2.2. Les quatre Turbo- générateurs de la centrale électrique.....	42
Fig.2.3. Station en mode « Remote ».....	43
Fig.2.4.Distribution de l'énergie électrique de la centrale électrique.....	44
Fig.2.5.schéma de distribution de gaz.....	45
Fig.2.6.la plateforme de gaz (SKID GAZ).....	45
Fig.2.8. Le système de gaz combustible.....	48
Fig.2.9. les vanne SRV et GCV.....	49
Fig.2.10.les Sections majeures de l'ensemble turbine à gaz MS5001.....	50
Fig.2.11.schéma général de la turbine MS5001.....	52
Fig.2.12.Schéma cinématique de la turbine MS5001.....	52
Fig.2.13. Système de ratchet.....	56
Fig.2.14. schéma de système de ratchet.....	56
Fig.2.15. Schéma du système d'huile hydraulique.....	60
Fig.2.16.schéma de système hydraulique qui commande à (IGV)	63
Fig.2.17. les IGV dans le cas ouvert.....	63
Fig.2.18. les IGV dans le cas fermé.....	64
Fig.2.19.la zone de l'inspection (CI)	65
Fig.2.20.la zone de l'inspection (HGPI)	66
Fig.2.21. la zone de l'inspection major.....	67
Fig.2.22.les inspection de turbine à gaz.....	67
Fig.2.23.cycle de vie d'une turbine.....	68
Fig.2.24.l'armoire d'alimentation et le HMI.....	69
Fig.2.25.les canalisation d'aspiration de l'air.....	70
Fig.2.26.les support de carter.....	70
Fig.2.27.les injecteur de gaz.....	70

Liste des figures

Fig.2.28.les flasques de chambre de combustion.....	71
Fig.2.29.les tubes à flammes.....	71
Fig.2.30.les tubes d'interconnexions et languette de fixation.....	71
Fig.2.31. les chambres de combustion.....	72
Fig.2.32. les pièces de transition.....	72
Fig.2.33. la caisse supérieure turbine (diaphragme)	73
Fig.2.34.les aube directrice de l'air (IGV)	73
Fig.2.35.les tubes à flammes usés.....	73
Fig.2.36.les injecteurs de gaz usés.....	74
Fig.2.37.les pièces de transition usés.....	74
Fig.2.38. la directrice 2ème étage.....	74
Fig.2.39.le boroscope.....	75
Fig.2.39.méthode par ressuage (révélateur et pénétrant)	75
Fig.2.40.résultat de l'inspection sur les tubes à flammes.....	74
Fig.2.41.résultat de l'inspection sur des tubes d'interconnexions et languettes de fixation et les injecteurs.....	76
Fig.2.42.résultat de l'inspection sur les pièces de transition.....	76
Fig.3.1.schéma de régulation speedtronic (l'entrée à valeur minimale)	81
Fig.3.2. Types de système Mark VI.....	82
Fig.3.3. Rack "R" Mark VI.....	83
Fig.3.4. schéma détailler d'un Rack "R" Mark VI.....	83
Fig.3.5. Technologie SIFT.....	84
Fig.3.6. protecteur P.....	84
Fig.3.7. Mark VI TMR.....	85
Fig.3.8.Armoire HIOS.....	86
Fig.3.9.Armoire LIOS.....	86
Fig.3.10.Mark VI Language Ladder.....	87
Fig.3.11. Interface Homme Machin.....	88
Fig.3.12GE Control System Toolbox.....	89
Fig.3.13.L'adresse TCP/IP des trois contrôleurs.....	89
Fig.3.14.Boucle de contrôle SRV.....	90
Fig.3.15.Synchronisation avec GPS	91
Fig.3.16. Communication MARK VI – Sous systèmes.....	92

Liste des figures

Fig.3.17.Connexion Ethernet entre les HMI locale et la HMI à distance.....	92
Fig.4.1 .Pompes Hydrauliques à Palettes – Industrielles (T6C – Désignation)	95
Fig.4.2. création d'un nouveau pin (base de données)	105
Fig.4.3. Fichier d'assignement d'entrées/sorties.....	107
Fig.4.4.fichier déclaration d'alarme.....	108
Fig.4.5.nouveaux blocks type BENG.....	109
Fig.4.6. fenêtre édit block Connections.....	111
Fig.4.7. la fenêtre RLD block BENG.....	112
Fig.4.8.configuration des blocksv.....	113
Fig.4.9.Fenêtre point setting et signal selector.....	115
Fig.4.10.configuration des ajouts (l'étape1)	117
Fig.4.11. configurations des ajouts (l'étape2)	118
Fig.4.12.Configuration de validation des données dans le Mark VI.....	120
Fig.4.13.permissif de démarrage avant la modification.....	122
Fig.4.14. permissif de démarrage après la modification.....	123
Fig.4.15. Circuit hydraulique dans l'HMI avant modification.....	125
Fig.4.16.le point de modification de circuit hydraulique actuel.....	126
Fig.4.17. Circuit hydraulique dans l'HMI après modification.....	127
Fig.4.18.l'animation de moteur 88 HQ par le feed back L52 HQv.....	128
Fig.4.19. schéma de l'installation de la pompe 88HQ en format 3D.....	129

Liste des tableaux

Tab.1.les puits du champ GEA.....	8
Tab.1.1.désignation et fonction des composants de circuit.....	12
Tab.1.2.les cause et remèdes des pannes dans le circuit hydraulique.....	15
Tab.1.3.les cause et remèdes des pannes dans le circuit hydraulique.....	16
Tab.1.4.les types de filtres.....	18
tab.1.5.les symbole des pompes hydraulique.....	21
Tab.1.6.les avantages et les inconvénients de la Pompe à engrenages extérieures.....	23
Tab.1.7.les avantage et les inconvénients des Pompes à palettes à cylindrée fixe.....	26
Tab.1.8. les avantages et les inconvénients des Pompes à piston.....	27
Tab.1.9.défaut et cause de panne.....	30
Tab.1.10.défaut et cause de panne.....	31
Tab.1.11.défaut et cause de panne.....	31
tab.1.12.symboles et schéma des vérins.....	33
Tab.1.13. Principaux types de moteurs hydrauliques.....	36
Tab.2.1.les temps de réparation et les temps de bon fonctionnement.....	68
Tab.3.1.Historique des systèmes Speedtronic.....	80
Tab.4.1.calcul du type d'arbre.....	95
Tab.4.2.configuration des variables de sortie.....	101
Tab.4.3.configuration des variables d'entrée.....	102

Nomenclature

Notation	Signification	Unité
Q	Débit	l/min
Cyl ou V_i	Cylindrée de la pompe	cm ³ /tr
N	Vitesse de rotation	tr/min
PH	La puissance hydraulique à la sortie d'une pompe	watt
C	Moment du couple appliqué à l'arbre d'entraînement de la pompe	N.m
ω	La vitesse angulaire de l'arbre d'entraînement de la pompe	rad/s
P _a	La puissance absorbée par la pompe	watt
η_g	Rendement global	-
η_v	Rendement volumétrique	-
η_m	Rendement mécanique	-
P _s	Pression de sortie	Pa
P _e	Pression d'entrée	Pa

Bibliographie

- [1] manuel gaz turbine MS 5001 PA SonaHess (catalogue de compagnie Nuovo Pignone volume 1, tome 1 *Nuovo Pignone 14/10/2005*)
- [2] maintenance et planning des révisions de turbine MS 5001 PA (GE Oil and Gaz **14/10/2005**)
- [3] rapport de central électrique (PGP) (**03/01/2012**)
- [4] Pining and Instrumentation Diagrams GEA MS 5001PA (*Nuovo Pignone 03/03/2005*)
- [5] Rapport de mission de Formation speedtronic MARK VI Florence learning centre (FLC NUOVO PIGNONE (FLORENCE) – Italia) (**30/08/2008**)
- [6] Document MS 5001PA ALRAR Algérie (GEPS Oil & Gas Nuovo Pignone **Volume I 14/10/2005**)
- [7] Parker Hannifin SASVPDE, Denison Vane Pumps Vierzon – France (Catalogue HY29-0001/FR Pompes Hydrauliques à Palettes – Industrielles)
- Webographie :**
- [8] <http://pdfsb.com/readonline> Hydraulique-Industriel.
- [9] <http://pdfsb.com/readonline> Les Distributeurs.