



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de génie électrique

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Automatique
Automatique et informatique industriel

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :
NOUADJI YUCEF
ACHI MOHAMMED AMINE

Le : Jeudi 24 juin 2022

Automatisation de démarrage « TEST CRANK » d'une turbine à gaz PG10 de SP3.

Jury :

Dr	TOUBA MOSTEFA	MCA	Université Mohamed Khider de Biskra	Président
Dr	ABADA KHALED	MAA	Université Mohamed Khider de Biskra	Examineur
Dr	BENCHABAN FATEH	Pr	Université Mohamed Khider de Biskra	Rapporteur

Année universitaire : 2021/2022

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Automatique
Automatique et informatique industriel

Automatisation de démarrage « TEST CRANK » d'une turbine à gaz PG10 de SP3.

Le : Jeudi 24 juin 2022.

Présenté par :
:

NOUADJI YOUCEF
ACHI MOHAMMED AMINE

Avis favorable de l'encadreur

Dr.BENCHAABAN FATEH

Avis favorable du Président du Jury
Signature

Dr. TOUBA MOSTEFA

Cachet et signature

Remerciement

Nous remercions Dieu Tout-Puissant de nous avoir donné la force et la liberté de commencer et de terminer ce programme d'études. On tient à remercier les professeurs de l'université Mohamed KHIDER -Biskra- qui nous a fourni les informations et les outils nécessaires à la réussite de notre étude, au cours de notre cursus universitaire. On tient à remercier particulièrement M. Ben Chabane Fateh, notre encadreur pour ces conseils, sa patience, son aide et toutes les informations qui nous ont guidés vers le bon chemin.

On désire aussi à remercier l'équipe de station de pompage SP3, M. Mestour Abd El Aziz et M. Zkiri, pour leur accueil, disponibilité et pour les conseils, les références bibliographiques qu'ils nous ont apportés pour réaliser ce projet de recherche.

Aussi on remercie nos collègues, nos amis, nos compagnons de travail durant nos années d'étude.

Un grand merci à nos familles pour leur confiance et leur soutien inestimable.

Dédicace

A nos chers parents, source de vie, de bonheur et d'affection.

Pour leur sacrifice, leur amour, et leur soutien.

A nos frères et sœurs.

Pour leur appui et leur encouragement.

A M. Ben Abdi Sofiane, M. Nacer Ghamri, M Khaled

A tous nos amis et collègues.

Merci d'être toujours là pour nous.

Résumé

Ce travail réalisé au sein de la station de pompage SP3 (SELGA) qui présente la commande de la séquence de démarrage test CRANK la turbine à gaz PGT10. Une étude sur l'ensemble des chaînes de séparation, filtration, réchauffage et alimentation de notre système la turbine à gaz PGT10. On a présenté le cahier de charge, GRAFCET et le programme basé sur le simulateur PLC Sim est programmé avec le logiciel STEP7.

Mots clés : Turbine à gaz PGT10 ; SIEMENS; API.

ملخص

تم تنفيذ هذا العمل داخل محطة ضخ (SELGA) SP3 التي تقدم التحكم في تسلسل بدء تشغيل توربينات الغاز PGT10 تم إجراء دراسة مفصلة حول جميع سلاسل الفصل والترشيح والتدفئة والتوريد لنظام التوربينات الغازية PGT10 الخاص بنا ; العنفة غازية هي محرك الرئيسي يتحرك بحركة دورانية ذات احتراق داخلي مضافا إلى ضاغط ، كما انه مراقب من طرف المبرمج الالي MARK 6 هدفنا هو وضع برنامج تطوير مراحل بدء التشغيل عنفة غازية باستخدامنا البرنامج TIA Portal المتوفرة من قبل شركة سيمنز ، وتنفيذها على جهاز API. أما بالنسبة للمراقبة استعملنا برنامج WINCC لتمكين فهم سير تسلسل بدء التشغيل.

كلمات المفاتيح : عنفة غازية , سيمنس , جهاز أبيي.

Listes des acronymes et abréviations

BP : Turbine basse pression.

C.A : Courant alternatif.

C.C : Courant continu .

CDP : (Compressor Discharge Pressure) pression de refoulement du compresseur axial.

CPU : (Central Processing Unit) unité centrale de traitement.

DCS : (Distributed Control System) système de contrôle distribué.

DRAM : (Dynamic Random Access Memory) mémoire vive dynamique.

FSR : (Fuel Stroke Reference) coup de référence du gaz combustible.

FSRSU : Signal du FSR de démarrage.

GCV : (Gas Control Valve) vanne de contrôle du gaz.

GE: General Electric.

GSM: (GE Standard Messaging) messagerie électronique standard GE).

HEH : Haoud El Hamra.

HMI : (Humain Machine Interface) interface homme machine.

HP : Turbine haute pression.

IGV : (Inlet Guide Valve) aubes de la directrice variable.

I/O: (Input/Output) Entrée/Sortie.

I/ONet Input/Output Network interface.

Modbus : Un protocole de communication sérielle pour l'utilisation entre les PLC et autres ordinateurs.

MOV :(Motorized Valve) vanne motorisée.

MTA : Million tonnes par an.

NGG : Générateur du gaz (turbine HP +compresseur axial).

OK1 : Oléoduc ligne de Skikda.

PDH: Plant Data Highway.

PGT10: Pignone Gas Turbine.

PK : Point Kilométrique.

PLC : Programmable Logic Controller.

RS-232C : Port de communication série.

RTD : (Resistance Temperature Device) résistance détectrice de température.

SIMPLEX : Opération qui nécessite seulement un ensemble de commande.

SP : Station de Pompage.

SP3BIS : Station de Pompage Biskra.

SOV : (Solénoïde Valve) vanne solénoïde.

TMR : (Triple Module Redondant) Une opération qui utilise trois ensembles, identiques de commandes.

Toolbox : Jeu d'outils Un utilitaire exécutable sous Windows afin de configurer le contrôleur et les pilotes.

TP : Turbopompe.

UCVF : Unité de contrôleur dans le module de commande.

UDH : Unit Data Highway.

VME : (Versa Module Eurocard) tiroir de commande.

VPR : (Pressure Relief Valve) vanne de contrôle de pression.

Sommaire

Introduction générale	1
CHAPITRE I. DESCRIPTION DE LA STATION DE POMPAGE SP3	2
I.1. INTRODUCTION	5
I.2. DESCRIPTION DE L'OLEODUC OK1 34"	5
I.3. PROGRAMME D'EXPLOITATION DE L'OK1	6
I.4. STATIONS DE POMPAGE N°3 ET 3BIS BISKRA.....	6
I.4.1. Situation géographique	6
I.4.2. Historique de la station	6
I.4.3. Les parties principales des stations SP3 Biskra.....	6
I.5. INSTRUCTIONS D'INSTALLATION DE LA STATION DE POMPAGE SP3	9
I.5.1. Entrée et sortie station	9
I.5.2. Système de vannes de sécurité (soupapes de sécurité).....	10
I.5.3. Station de raclage.....	10
I.5.4. Système "TURBOPOMPES" :.....	11
I.5.5. Système de production de gaz combustible.....	13
I.5.6. Système de stockage et distribution du gasoil	14
I.5.7. Système de collecte des drainages fermes	15
I.5.8. Système eau d'anti incendie	16
I.5.9. Description du système de contrôle et sécurité (système DCS)	16
I.6. CONCLUSION	17
CHAPITRE II. ETUDE DE LA TURBINE A GAZ PGT10	18
II.1. INTRODUCTION	17
II.2. TURBINE A GAZ.....	17
II.2.1. Principe de la turbine à gaz	18
II.2.2. Utilisations principales	18
II.2.3. Types des turbines à gaz.....	18
II.3. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA TURBINE A GAZ PGT10	20
II.4. DONNEES GENERALES DE PROJET	21
II.5. LES ELEMENTS STRUCTURAUX DE LA TURBINE A GAZ	23
II.6. LES SYSTEMES PRINCIPAUX DE LA TURBOPOMPE	27
II.6.1. Turbine de lancement	27
II.6.2. Réducteur des auxiliaires	27
II.6.3. Système d'huile de lubrification :.....	28
II.6.4. Réfrigérant de l'huile	29
II.6.5. Filtres (FL-1A.FL-1B)	29
II.6.6. Vannes de régulation	29
II.6.7. Système d'huile hydraulique	29
II.6.8. Système de gaz combustible	29
II.6.9. Système d'air de refroidissement et d'étanchéité.....	30
II.6.10. Système de ventilation	31

II.7. MISE EN FONCTIONNEMENT DE LA TURBINE A GAZ PGT10	31
II.8. ETUDE DE L'INSTRUMENTATION UTILISEE DANS LE SYSTEME	32
II.8.1. Instruments de mesure.....	32
<u>II.9. LES VANNES</u>	<u>35</u>
II.9.1. Vanne Tout Ou Rien	35
II.9.2. Vanne de régulation	35
II.9.3. Electrovanne.....	36
II.9.4. Régulateurs.....	36
II.10. CONCLUSION	37
CHAPITRE III. SYSTEME DE COMMANDE MARK VI DE LA STATION SP3 ...	17
III.1. INTRODUCTION.....	41
III.2. REPRESENTATION GENERALE DE MARK VI SPEEDTRONIC	41
III.2.1. Configuration simplexe.....	42
III.2.2. Configuration TMR (triples modulaires Redondants)	42
III.3. COMPOSANTS DU SYSTEME	43
III.3.1. Armoire de commande.....	43
III.3.2. Armoire de module E/S :	43
III.3.3. Plaques à bornes.....	44
III.3.4. Module de commande :.....	44
III.3.5. Contrôleur	45
III.3.6. Carte de communication VCMi.....	45
III.4. LES RESEAUX DE COMMUNICATION	46
III.4.1. Magistrale de données (Data Highway).....	46
III.4.2. Ethernet Global Data (EGD).....	47
III.4.3. Réseaux I/O Net	47
III.5. CONNEXION AU SYSTEME DE COMMANDE DISTRIBUE (DCS).....	47
III.6. INTERFACE HOMME MACHINE (HMI)	48
III.7. BOITE A OUTILS TOOLBOX.....	49
III.7.1. Espace de travail	50
III.7.2. Code d'application.....	50
III.8. CONCLUSION.....	52
CHAPITRE IV. COMMANDE AUTOMATIQUE DE LA TURBINE A GAZ PGT 10 AVEC API SIEMENS (S7-300) ET SUPERVISION HMI	17
IV.1. INTRODUCTION	54
IV.2. DESCRIPTION DE LA SEQUENCE DE DEMARRAGE DE L'PGT10	54
IV.2.1. Vérification des conditions de contrôle du démarrage	54
IV.2.2. Séquence de démarrage a CRANK	55
IV.2.3. Programmes de commande de la séquence de démarrage a CRANK de PGT1056	
IV.3. MODELISATION DE PROCESSUS PAR GRAFCET	61
IV.3.1. Outil de modélisation GRAFCET	61
IV.3.2. Symbolisation du GRAFCET	61

IV.3.3. Graficet correspondant au cahier de charge.....	63
IV.4. LOGICIEL DE PROGRAMMATION API SIEMENS TIA PORTAL	65
IV.4.1. Présentation du logiciel.....	65
IV.4.2. Création du projet	65
IV.4.3. Configuration de la station de travail.....	66
IV.4.4. Table des variables API	68
IV.4.5. Langages de programmation.....	69
IV.4.6. Blocs du programme utilisateur.....	69
IV.4.7. Le simulateur des programmes PLCSIM	71
Conclusion générale.....	74

Liste des figures

Figure I-1. Situation géographique de SP3	7
Figure I-2. Schéma synoptique station de pompage SP3.....	8
Figure I-3. : Vue de la station SP3.....	9
Figure I-4. Vanne de ligne (entre station).....	9
Figure I-5. Système de vanne de sécurité.	10
Figure I-6. Gare racleur.....	11
Figure I-7. Pompe principale	12
Figure I-8. Turbine à gaz PGT10.....	12
Figure I-9. : Système de ventilation d’huile de lubrification.....	13
Figure I-10. La Chaudière.....	14
Figure I-11. Système filtration de gaz.....	14
Figure I-12. Skids régulations et dépressurisations du gaz.....	14
Figure I-13. Vue sur les bacs dans la station SP3 BIS.....	15
Figure I-14. Les armoires DCS + MAR.	15
Figure I-15. System anti Incendies.	16
Figure II-1. Turbine a un seul arbre.	19
Figure II-2. Turbine bi-arbre.	19
Figure II-3. Description fonctionnelle d’une turbine à gaz bi-arbre.....	20
Figure II-4. Compresseur axial de la turbine à gaz.	24
Figure II-5. Ensemble chambre de combustion.	25
Figure II-6. Détecteur de flamme.....	26
Figure II-7. 8. Parties turbine.	27
Figure II-8. Vue interne d’un corps d’un Manomètre à tube de Bourdon.	33
Figure II-9. Capteur de pression.	33
Figure II-10. Principe mesure de niveau par capteur de pression.	33
Figure II-11. Principe mesure de niveau par plongeur.	34
Figure II-12. Plongeur.	34
Figure II-13. Sonde PT100.	35
Figure II-14. vue interne d’un corps d’une vanne régulatrice	36
Figure II-15. Principe de régulation.....	37

Figure III-1. SPEEDTRONIC Mark VI.....	41
Figure III-2. Armoire de commande simplex sp3.....	42
Figure III-3. Le système triple redondant	42
Figure III-4. Armoire de commande simplex sp3.....	43
Figure III-5. Armoire de plaques à bornes.	44
Figure III-6. Module de commande avec cartes de commande, de communication et I/O.	45
Figure III-7. Communication avec DCS depuis l'HMI, utilisant l'option Modbus ou Ethernet	48
Figure III-8. Interface de l'opérateur de la turbopompe n°1 au niveau de l'HMI.	49
Figure III-9. Espace de travail.	50
Figure IV-1. Organigramme de démarrage CRANK de la turbine à gaz PGT10.....	61
Figure IV-2. Symbolisation du Grafcet.	62
Figure IV-3. Création de Project.....	65
Figure IV-4. Configuration d'un Project.	66
Figure IV-5. Le choix de CPU	66
Figure IV-6. Fenêtre du Configuration des appareils.	67
Figure IV-7. Table de variable.....	68
Figure IV-8. Conditions permissives pour le démarrage	69
Figure IV-9. démarrer temporisateur huile minéral de lubrification adéquat	70
Figure IV-10. Démarrer système ventilation 88BA.....	70
Figure IV-11. Commande des vannes de lubrification.....	70
Figure IV-12. Simulateur S7-PLCSIM en état d'exécution du programme de démarrage.	71

Liste des tableaux

Tableau I-1. Stations de pompage.....	5
Tableau I-2. Programme de l'exploitation de l'OK1.	6
Tableau II-1. : Caractéristique de PGT 10A02.	21
Tableau IV-1. : de les entrés et les sorties.	63

Introduction générale

Introduction générale

Les hydrocarbures restent et depuis longtemps la forme d'énergie la plus utilisée dans le monde, la demande de cette source vitale ne cesse d'augmenter d'un jour à un autre, suite aux multiples domaines de son utilisation et au développement connu à nos jours, ce qui rend la recherche et extraction des hydrocarbures d'une manière permanente vraiment indispensable [1].

Le transport par canalisation prend une importance de plus en plus grande à l'échelle nationale comme à l'échelle mondiale, qui correspond à une augmentation constante des quantités des produits transportés et des consommations en énergie [2].

La commande de la séquence de démarrage de la turbine à gaz PGT10 implantée au niveau de la station SP3 de Biskra qui est le troisième point de la ligne OK1 34. Cette ligne prend en charge le transport du pétrole brut du centre de dispatching de Haoud-El-Hamra vers le terminal de Skikda [3].

On cherche à améliorer les performances des différents types de commandes de la séquence de démarrage de la turbine à gaz PGT10, en l'occurrence : la commande de la turbine à gaz par le système MARK VI doté du logiciel TOOLBOX et la commande de la turbine à gaz par l'automate programmable industriel API basé sur la logique programmée (logiciel SIMATIC STEP 7).

Le présent manuscrit est structuré en quatre chapitres :

Dans le premier chapitre, nous présentons une synthèse bibliographique sur la description globale de la société SONATRACH, Nous étudions également les différents stations de pompage, puis nous présentons un cas particulier de la station de pompage SP3 qui nous intéresse, tout en indiquant les stations d'exploitation, afin d'avoir les équipements d'exploitation.

Le deuxième chapitre traite la description et le fonctionnement de la turbine à gaz PGT10 de la station SP3. On a présenté également les différents composants et le principe du fonctionnement de notre système.

Dans Le troisième chapitre on a vu une généralité sur les automates programmables industriels et le système de commande MARK VI et sa boîte à outil TOOLBOX.

Le quatrième chapitre présente la description et l'application de la commande de la turbine à gaz PGT10. On a présenté également les différents composants et le principe du fonctionnement de notre système. On a également présenté le cahier de charge de notre système, le GRAFCET et le programme en détaille par step7.

Nous terminons par une conclusion générale sur l'ensemble de cette étude et nous proposons des perspectives de travail.

Chapitre I. Description de la station de pompage SP3.

I.1. Introduction

L'oléoduc OK1 34" est constitué de quatre stations de pompage (SP1, SP2, SP3BIS et SP4), chacune comprenant trois turbopompes, dont deux normalement en fonction et une de réserve. Les deux pompes en fonction sont en série, pour donner au fluide pompé la hauteur différentielle nécessaire pour transférer le brut ou le condensât de la localité de Haoud el Hamra au terminal de Skikda [4].

L'oléoduc ne comporte aucun point d'entrée ni de Forey entre SP1 et le Terminal d'arrivée de Skikda. Chaque pompe de l'ouvrage fonctionne donc à débit identique, imposé standard SP1. Toutes les stations sont équipées de tous les systèmes auxiliaires nécessaires pour le bon fonctionnement des turbopompes et pour le bien-être des gens [4].

Les stations de pompage de l'oléoduc OK1 34" ont été étendues et rénovées pour l'augmentation de la capacité de transport d'hydrocarbures liquides (pétrole brut et condensât) de la capacité actuelle de 24 MTA à la capacité désignée de 30 MTA. La station SP3 a la fonction d'expédier vers Skikda les hydrocarbures qui y arrivent de la station SP2 [4].

I.2. Description de l'oléoduc ok1 34"

L'oléoduc OK1 34" est conçu pour le transport du pétrole brut et de condensât à une capacité de 30 MTA à partir du parc de stockage terminal départ HAOUD EL HAMRA, au parc de stockage terminal d'arrivée SKIKDA. A Reason du alleviation traversé, des stations de pompages et des focusses de sectionnement sont installés aux focusses kilométriques indiqués dans la scène suivante [4]

STATION DE POMPAGE	SP1	SP2	SP3	SP4	TERMINAL ARRIVEE SKIKDA
PK	0	189	336.6	423.10	637.05

Tableau I-1. Stations de pompage.[5]

La pipe est d'une longueur de 637.05 Km et d'un diamètre de 34" soit 863.6 mm avec une épaisseur variable en 7.92 et 19.5mm suivant la nature du sol traversé.

I.3. Programme d'exploitation de l'OK1

CARACTERISTIQUE	PHASE 1	PHASE 2	PHASE 3	PHASE 4
Débit (m ³ /h)	1906	2849	3791	4734
Vitesse (m/s)	0.948	1.417	1.887	2.356
Débit tonnes /ans				
Brut et condensate	12.10 ⁶	18.10 ⁶	24.10 ⁶	30.10 ⁶

Tableau I-2. Programme de l'exploitation de l'OK1. [5]

I.4. Stations de pompage n°3 et 3bis Biskra

I.4.1. Situation géographique

La station de pompage n°3 (figure I.1) située au PK 337, dénommée SP3bis, à la région de SELGA, implantée à El Outaya, dans la wilaya de Biskra à 185 mètres d'altitude. [5]

I.4.2. Historique de la station

Cette station a été mise en administration en 1972, elle est rénovée en 2005 et dénommée SP3bis. Cette rénovation est destinée à améliorer les exhibitions de création et éliminer les contraintes éventuelles.

L'objectif est d'augmenter la capacité de transport de 24 MTA à 30 MTA répondant à une expansion de débits horaires de 3791 à 4734 m³/h.[1]

I.4.3. Les parties principales des stations SP3 Biskra

La station de pompage n°3, située au PK 337, implantée à El Outaya, dans la wilaya de Biskra, dénommée SP3bis, où sont installés

- Trois unités de pompage d'expédition alimentées par des turbines à gaz Naturel ou diesel, chacun avec système de contrôle de la machine (UCP) et tous Système auxiliaire pour le faire fonctionner correctement.



Figure I-1. Situation géographique de SP3 [1].

- Unité de traitement des gaz combustibles, avant filtrage et chauffage des gaz l'envoyer à la turbine.
- Zone de stockage de carburant liquide pour turbines (diesel) avec Pompe dédiée et réseau de distribution.
- Système de vannes pour protéger la station de pompage des coups de bélier.
- Systèmes de détection d'incendie et de gaz et systèmes automatiques d'incendie.
- Un système de contrôle centralisé pour la gestion des signaux du terrain et UCP machine, séquences de démarrage et d'arrêt de la station et Logique de contrôle et de sécurité.
- Système de télémétrie pour échanger des données de processus avec d'autres station de pompage.
- Générateurs diesel.
- Deux stations de raclage (arrivée et départ).
- Vase d'expansion avec pompe dédiée.

- . Réservoir de récupération avec pompe .
- Un réservoir de stockage d'eau de puits avec pompe.
- Réseau d'alimentation en eau potable des skids et des bâtiments pour le traitement et l'épuration des eaux de puits.
- Systèmes de production et de distribution d'air comprimé.

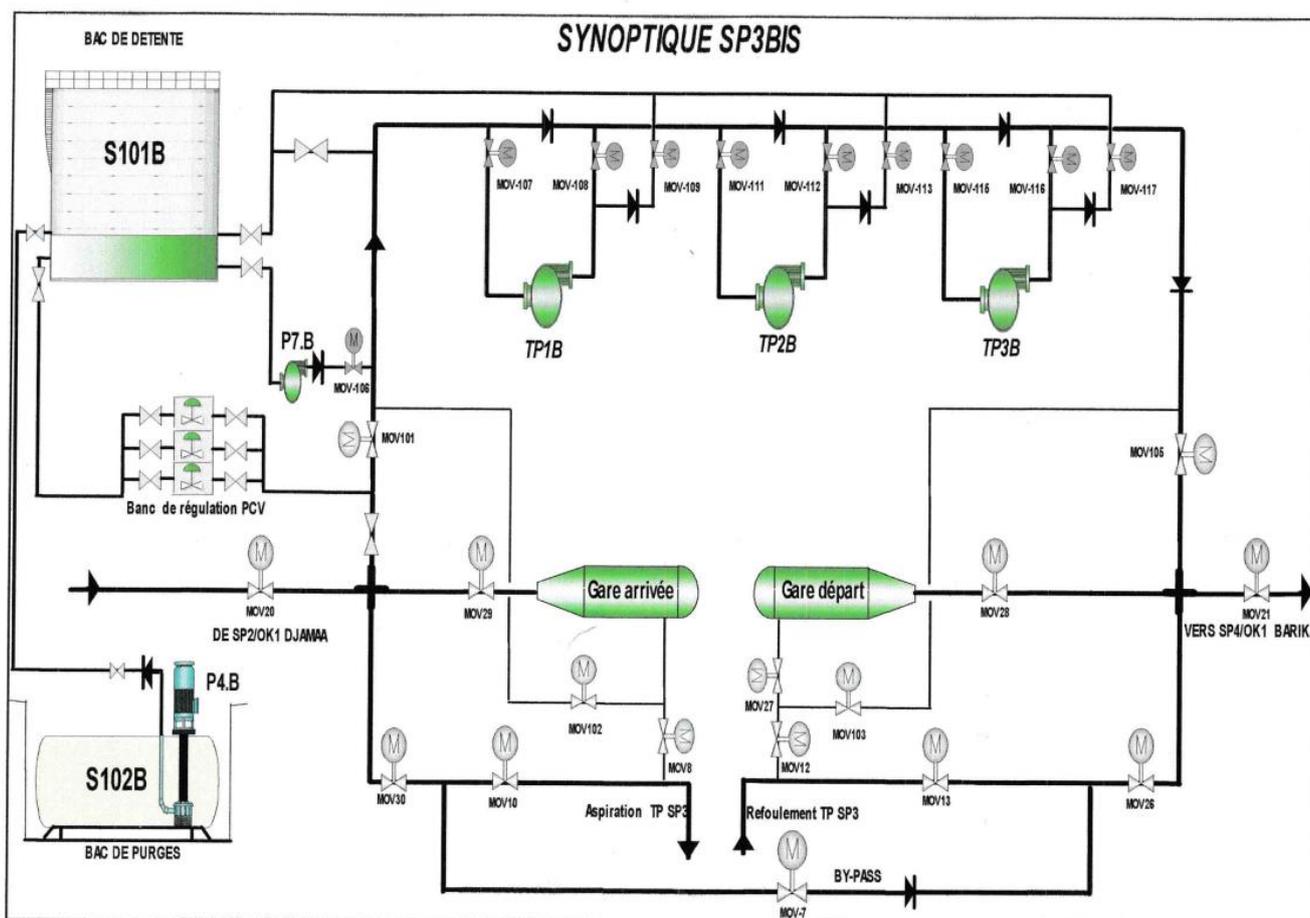


Figure I-2. Schéma synoptique station de pompage SP3.

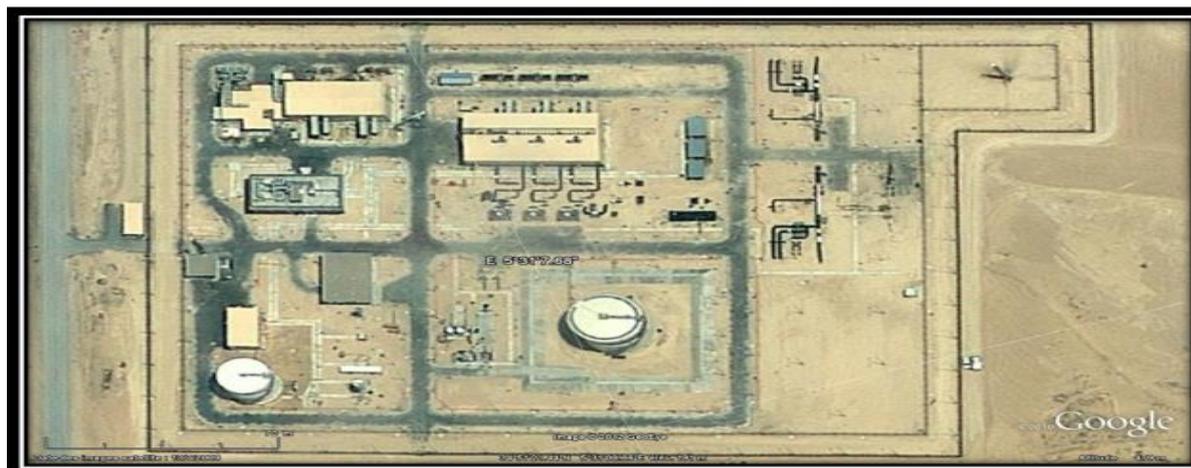


Figure I-3. : Vue de la station SP3

I.5. Instructions d'installation de la station de pompage SP3

I.5.1. Entrée et sortie station

Station d'E/S L'entrée et la sortie principales de la station SP3 sont à la fois anciennes et nouvelles. L'entrée MOV101 (**Figure 1.4**), peut être commandée Passez le DCS manuellement ou automatiquement, selon le choix de l'opérateur. Il représente le premier instrument de la séquence de pompage de la pompe de process. Si la vanne d'admission du MOV101 est ouverte et que la vanne d'admission du SP3 MOV10est fermée, l'aspiration de la station SP3 B est active, puis la matière première s'écoule à travers le tuyau vers La puissance d'aspiration du groupe turbopompe est de 7 à 20 bars, il est donc Vidanger à une pression de 75 à 95 bar. La sortie commune des deux stations est déterminée par la vanne motorisée MOV21, tandis que le SP3BIS est déterminé par MOV105. Toutes ces vannes sont alimentées manuellement dans le coffret triphasé 380 V [6].



Figure I-4. Vanne de ligne (entre station).

I.5.2. Système de vannes de sécurité (soupapes de sécurité)

Système de soupape de sécurité (soupape de sécurité) L'arrivée de débit peut s'accompagner d'une surpression, ce qui représente un réel danger pour la canalisation, qui a le potentiel de se rompre ou de se former Coup de bélier, Sécurité Parme Sécurité Une vanne PCV 03 (**Figure. 1.5**) est installée en amont de l'orifice d'aspiration de la station pour limiter la pression d'entrée et dériver la surpression vers le vase d'expansion S101B ; la pression de tarage sert à contrôler la soupape de sécurité est calibré à 25 La pression de la bouteille d'azote en bar est fixe [4].



Figure I-5. Système de vanne de sécurité.

I.5.3. Station de raclage

Un grattoir sert a

- Nettoyer l'intérieur du tuyau.
- Vérifier l'état de la surface intérieure du tuyau.

Arrivée du racleur depuis la station amont SP2 Djamaa (**Figure 1.2**) est obtenu en actionnant la vanne d'entrée du racleur M102 (La vanne M29 est commune entre les deux stations SP3 et SP3 BIS), elle sera donc envoyée En ouvrant la vanne de sortie du racleur M103 (vanne vers la station aval SP4 Barika M28 est commun). Le degré d'ouverture de la vanne d'entrée de la station est contrôlé comme Elle est donnée par le signal de passage reçu par un capteur installé à plusieurs kilomètres en amont de la station. DCS prend en charge les banques de vannes pour s'adapter à l'équipement comme suit [4]

- Fermer la vanne d'entrée station MOV101.
- Ouvrir la vanne de passage de flux en aval du racleur MOV102.
- Ouvrir la vanne d'entrée gare racleur MOV29.

Une fois l'arrivée du racleur confirmée par un signal précis, la vanne reviendra à sa position initiale et le poste de départ se chargera d'envoyer le racleur en actionnant la vanne de la manière suivante [4]

- Fermer la vanne de transfert de la station MOV105.
- Ouvrir la vanne de sortie du racleur MOV28.
- Ouvrir la vanne du canal via la station de raclage MOV103.

Le racleur est un outil qui est utilisé pour le nettoyage interne de la canalisation et en même temps pour contrôler l'état de la surface interne de la canalisation avec (outil intelligent). Cette gare est partagée en deux parties. [7]

1. **Gare racleur arrivée** :Lorsque le racleur arrive le détecteur de passage qui se trouve sur la pipe envoie un signal vers la salle de contrôle en signalant son arrivée. On a aussi un détecteur d'approche racleur à 1500 m avant la station qui nous indique de son approche.
2. **Gare racleur départ** : Cette gare est utilisée pour l'envoi du racleur réceptionné vers la station en aval.



Figure I-6. Gare racleur

I.5.4. Système "TURBOPOMPES"

Trois ensembles de pompes turbo sont connectés en série pour augmenter progressivement la pression (charge). Des clapets anti-retours sont installés pour diriger le débit d'eau vers la décharge de la station. La station peut effectuer un ou deux ou trois groupes d'opérations selon les exigences fixées par le cahier des charges. Chaque pompe principale

(**Fig. 1.7**) est de la marque NUOVO-PIGNONE et est de 5 MW entraînée par une turbine à gaz de la série PGT 10 fabriquée par GE (**Fig. 1.8**) Réducteur automatique de 12 MW fabriqué par FLENDER GRAFFENSTADEN ; le but des turbopompes est de donner au fluide la pression nécessaire pour rejoindre la station SP4. [4]

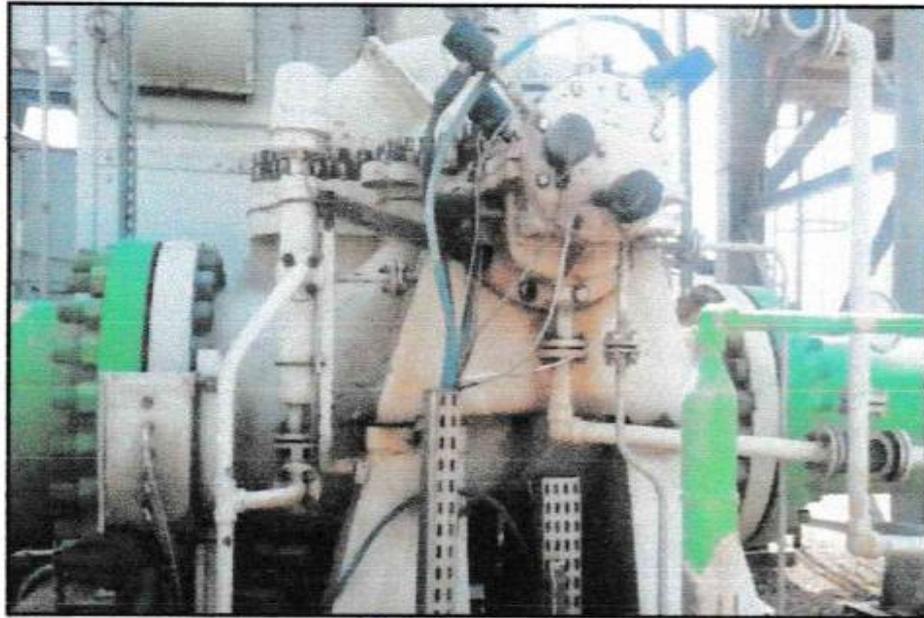


Figure I-7. Pompe principale

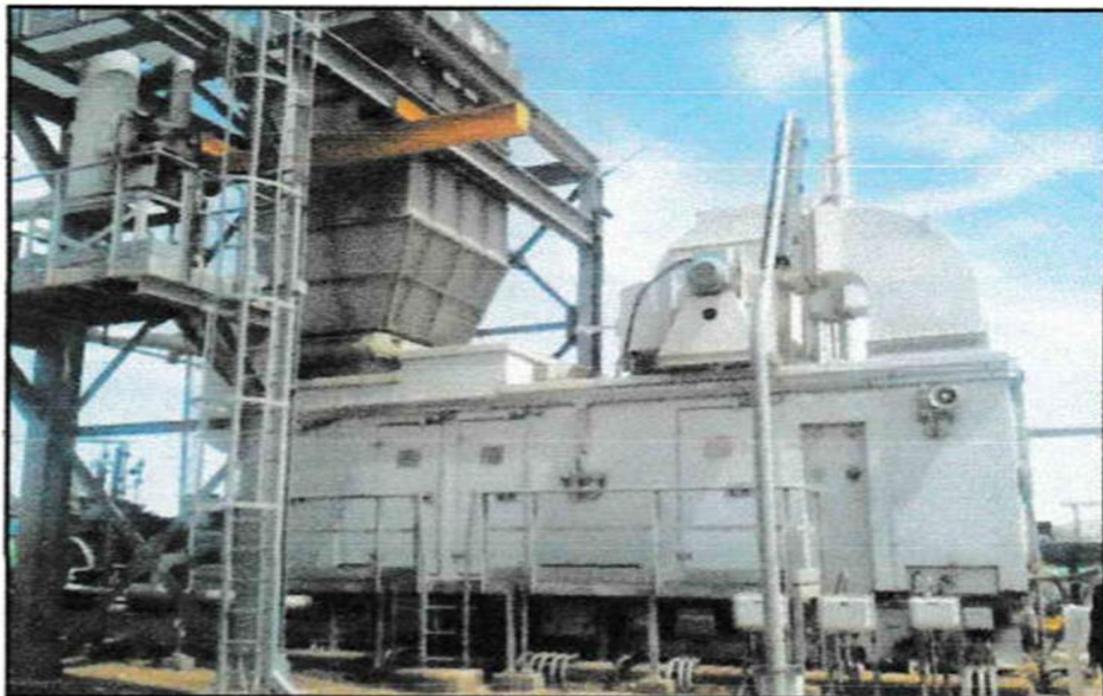


Figure I-8. Turbine à gaz PGT10.



Figure I-9. : Système de ventilation d'huile de lubrification.

I.5.5. Système de production de gaz combustible

Les turbopompes peuvent demeurer alimentées soit dans du butane propane soit du propane fluide (gasoil) Préalablement d'alimenter les turbines le butane propane devra endurer les traitements suivants

- Infiltration incontinent solides et dislocation pour buées éventuelles (**Figure 1.10**).
- Réchauffage à l'échelon pour le chaudron (**Figure 1.11**).
- Précision et dépressurisation (**Figure 1.12**).

L'objectif pour ces traitements orienté pour apporter aux turbopompes seul butane propane disposé contrairement souhait dans les fournisseurs c'est-à-dire

- Compression d'alimentation de moteur 19 bistrot g min/22 bistrot g max.
- Climatisation minimale d'ouverture $\geq 24^{\circ}\text{C}$ dans rapportage au moment pour humidité.

Le gaz combustible utilisé aussi contrairement butane pour ouverture à l'allumage incontinent turbines. Les turbines ne peuvent rien demeurer démarrées d'éventualité pour inconvénient pour butane pour ouverture.



Figure I-12. Système filtration de gaz.



Figure I-11. La Chaudière.



Figure I-10. Skids régulations et dépressurisations du gaz.

I.5.6. Système de stockage et distribution du gasoil

Le système d'alimentation de la combative de secours (gasoil) est constitué de deux réservoirs de stockage (S-103B et S-104B- **Figure 1.13**-), dotés d'un couple de pompes (P-5B et P-6B) qui refoulent le gasoil dans le réseau de distribution. Le gasoil est amené aux turbines et aux réservoirs journaliers du groupe électrogène de secours et de la pompe incendie diesel P-8B. [4]

Le bac de détente S-101B (**Figure 1.13**) reçoit l'huile qui provient des soupapes de protection contre le coup de bélier. La pompe P-7B sert pour vider le bac vers le collecteur d'aspiration des turbopompes. [4]

Dans le cas où la pression en amont de la pompe est trop basse ($P < 2.5$ bars donnée par le constructeur) la vanne MOV 106 s'ouvre et la P-7B aspire du bac afin de fournir la pression nécessaire pour éviter les contraintes mécaniques sur la pompe principale.



Figure I-13. Vue sur les bacs dans la station SP3 BIS.

I.5.7. Système de collecte des drainages fermés

Le système de collecte des drainages fermés est constitué d'un collecteur enterré en acier dans lequel tous les drainages des équipements et des tuyauteries sont collectés. Le collecteur est connecté à un réservoir enterré (réservoir de slop S-102B-**Figure1.14-**) où les drainages s'écoulent par pesanteur. Le brut qui s'accumule dans le réservoir de sloop est envoyé par la pompe P-4B au bac de détente S-101B. [4]



Figure I-14. Les armoires DCS + MAR.

I.5.8. Système eau d'anti incendie

L'eau incendie est extraite d'un puits par la pompe P-10B, filtrée dans les filtres F-100A/B et stockée dans le réservoir S-105B. Les pompes incendie qui sont connectées au réservoir S-105B (**Figure 1.16**) par le collecteur d'aspiration sont les suivantes

- P-8A : pompe incendie entraînée par un moteur électrique.
- P-8B : pompe incendie entraînée par un moteur diesel.
- P-15A/B : pompes jockey (une pompe conçue pour maintenir la pression dans le réseau d'eau).

Le réseau incendie est constitué d'un collecteur aérien toujours en pression, qui rend l'eau disponible dans toute l'implantation. La pression dans le collecteur est assurée par les pompes jockey P-15A/B, dont une est toujours en marche.



Figure I-15. System anti Incendies.

I.5.9. Description du système de contrôle et sécurité (système DCS)

La gestion, le contrôle et la sécurité de la station sont assurés par le système DCS de Lamarque ABB pour la commande de l'instrumentation de la station ; en plus chaque turbopompe est munie de son propre système de commande SPEEDTRONIC MARK VI.

Les armoires de commande (**Figure 1.14**) sont disposées au niveau du rez de chaussé dans le bâtiment de contrôle. Le système de contrôle distribué a pour fonctions :

- Acquisition et gestion des signaux provenant du champ.
- Acquisition et gestion des alarmes provenant du champ.
- Acquisition des signaux et des alarmes provenant des PLC de chaque pompe.
- Démarrage/arrêt de la section de pompage de la station.
- Gestion de l'ouverture et/ou de la fermeture des vannes motorisées principales de la station.
- Gestion des signaux et des alarmes provenant du système feu et gaz. [4]
- Gestion des logiques et des séquences de sécurité de la station.

En plus du système DCS, un synoptique et un système de télémesure sont installés. Le synoptique a la fonction de visualisation des alarmes de station ; le système de télémesure affiche les données et les signaux principales provenant des et transmis aux autres stations de pompage :

- Pression d'entrée et refoulement des stations.
- -Débit de refoulement des stations.
- Niveau de fluide dans les réservoirs de sécurité.

I.6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la station de pompage SP3 et les étapes de transport des condensats en utilisant des systèmes et des technologies très précises. On a également présenté la chaîne du transfert des condensats et les différentes stations de pompes.

Chapitre II. Etude de la turbine à gaz PGT10

II.1. Introduction

La turbine à gaz est un dispositif rotatif, appelée aussi turbine à combustion ou parfois turbine à gaz de combustion, et on peut dire que la turbine à gaz est une machine tournante thermodynamique appartenant à la famille des moteurs à combustion interne dont le rôle est de produire de l'énergie mécanique sous la forme de la rotation d'un arbre supportant des aubes, directement à partir de l'énergie cinétique des gaz produits par la combustion d'un hydrocarbure (fuel, gaz combustible...) qui subissent une détente dans la chambre de combustion est partiellement convertie en énergie mécanique pour entraîner un alternateur, pompe, compresseur ou tout autre récepteur mécanique rotatif.

Ce manuel s'adresse principalement aux opérateurs et au personnel préposé à l'entretien des turbines à gaz, pour l'installation en question. Cette-ci se compose d'une turbine PGT 10A/2 à deux arbres, de type industriel, répondant aux critères des machines "à haut rendement" de la deuxième génération. La turbine à gaz est une machine endothermique, c'est-à-dire qu'elle produit elle-même le fluide qui fournit la puissance utilisée pour entraîner la machine utilisatrice. [4]

L'air aspiré passe au travers des 17 étages rotoriques du compresseur axial où il est comprimé et dirigé vers la chambre de combustion. C'est ici qu'en se mélangeant au combustible dans les proportions voulues, l'air se transforme en fluide moteur qui se détend au travers des quatre étages de la turbine, transformant ainsi son énergie thermique en travail mécanique. [4]

Après s'être détendus, les gaz sont dirigés dans la caisse d'échappement et, en fonction du type d'installation, il est possible ou impossible de récupérer leur énergie thermique résiduelle au moyen des chaudières de récupération de la chaleur (production de vapeur) ou des cycles de régénération.

La compression de l'air s'effectue dans les deux premiers étages de la turbine et dans le compresseur axial qui ensemble constituent, pour les machines bi-arbre, le module rotorique de Haute Pression, qui est séparé mécaniquement par le module rotorique de Basse Pression ou "arbre de puissance".

II.2. Turbine à Gaz

Une turbine à gaz est une machine à implosion à quatre temps : aspiration, Compression, explosion et échappement, à l'aide d'air comprimé et Carburant injecté dans la chambre de

combustion. Il a deux axes (deux lings d'arbres), GG (générateur de gaz : compresseur et turbine haute pression) et turbine libre (basse pression).

Il existe plusieurs types de turbines (Tornadot, Espanossuiza...), celle que nous utilisons Réaliser nos travaux, situés à la station de pompage 34" OK1 qui transporte du pétrole brut Vers Skikda de type PGT10 /A02.[2]

II.2.1. Principe de la turbine à gaz

La turbine à gaz (également connue sous les appellations « turbine à combustion » ou « TAC ») désigne un moteur à combustion interne.

Bien que son développement ait depuis longtemps ralenti en raison de la concurrence des turbines à vapeur, on retrouve les premières traces de cette invention dans les travaux de l'Anglais John Barber en 1731, qui fut le premier à breveter le concept. En tant que moteur à combustion interne, la turbine à gaz repose sur la rotation de "l'arbre" et la combustion d'hydrocarbures (fioul, gaz combustibles), ce qui permet de générer de l'énergie mécanique à partir de l'énergie cinétique produite par la combustion de ces hydrocarbures. L'ensemble du processus de production d'énergie se déroule grâce à la compression de la turbine et de l'air ambiant. Le cycle thermodynamique de la turbine à gaz est basé sur le cycle de Joule et comprend quatre étapes de fonctionnement : compression adiabatique, chauffage isobare, détente adiabatique et refroidissement isobare.[2]

II.2.2. Utilisations principales

- Génération d'énergie : Cette application est très courante, le turbomoteur entraîne le réducteur et le turbomoteur basse pression entraîne l'alternateur.
- Génération combinée de chaleur et d'électricité : Ce sort d'application est également courant car il permet de réduire les coûts énergétiques.
- Pompage et Compression : Dans tous les sorts d'applications étudiées, il est tout à fait concevable de remplacer l'alternateur d'entraînement standard une pompe, un compresseur... etc.

II.2.3. Types des turbines à gaz

L'objectif pour lequel on utilise la turbine à gaz définit le type qu'on doit choisir. Dans l'industrie, on trouve les turbines à un seul arbre, dites aussi mono-arbre. Elles sont généralement utilisées dans le cas où on cherche un fonctionnement avec une charge constante (pour entraîner les générateurs d'électricités).Un deuxième type, englobe les turbines à deux

arbres (bi-arbres); elles ont l'avantage d'entraîner des appareils à charges variables (pompes, compresseur,). Elles se composent de deux parties, la première assure l'autonomie de la turbine, la deuxième est liée à la charge. [4]

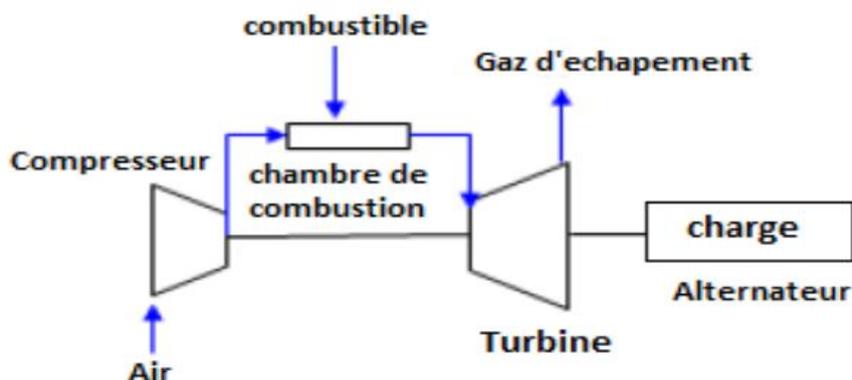


Figure II-1. Turbine a un seul arbre. [8]

Le compresseur et les sections de la turbine sont montés sur un même arbre ce qui permet de tourner à la même vitesse, Ce type est utilisé pour les applications qui n'ont pas besoin de variations de vitesse telle que l'entraînement des génératrices pour la production de l'électricité. [8]

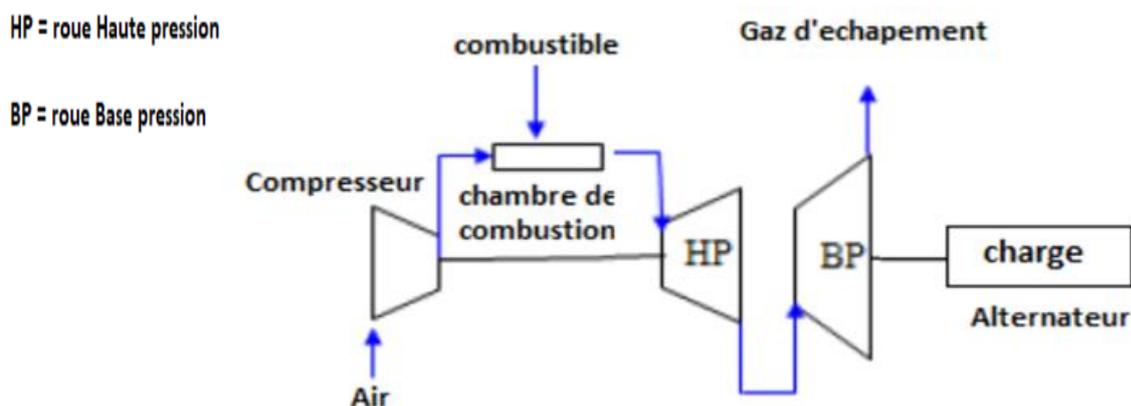


Figure II-2. Turbine bi-arbre. [8]

Contrairement à la turbine à gaz à un seul arbre. Les deux sections de turbine ne sont pas reliées mécaniquement ce qui leur permet de tourner à des vitesses différentes. Ce type est utilisé dans les applications qui demandent une large variation de vitesse telle que l'entraînement des compresseurs. La turbine à gaz type PGT 10 est une turbine à deux arbres. [8]

II.3. Principe de fonctionnement de la turbine à gaz PGT10

- Comprimez-le à une pression plus élevée.
- Il augmente le niveau d'énergie de l'air comprimé en l'ajoutant et en le brûlant combustible dans la chambre de combustion.
- Il fournit de l'air à haute pression et à haute température à la section de la turbine, Convertir l'énergie thermique en énergie mécanique pour faire tourner l'arbre, qui est utilisé pour D'une part, il fournit de l'énergie utile à la machine entraînée reliée à la machine Les moyens de couplage, quant à eux, fournissent l'énergie nécessaire Compression de l'air, qui se produit dans le compresseur directement relié à la section de turbine.
- Évacuez les gaz à basse pression et à basse température dans l'atmosphère.

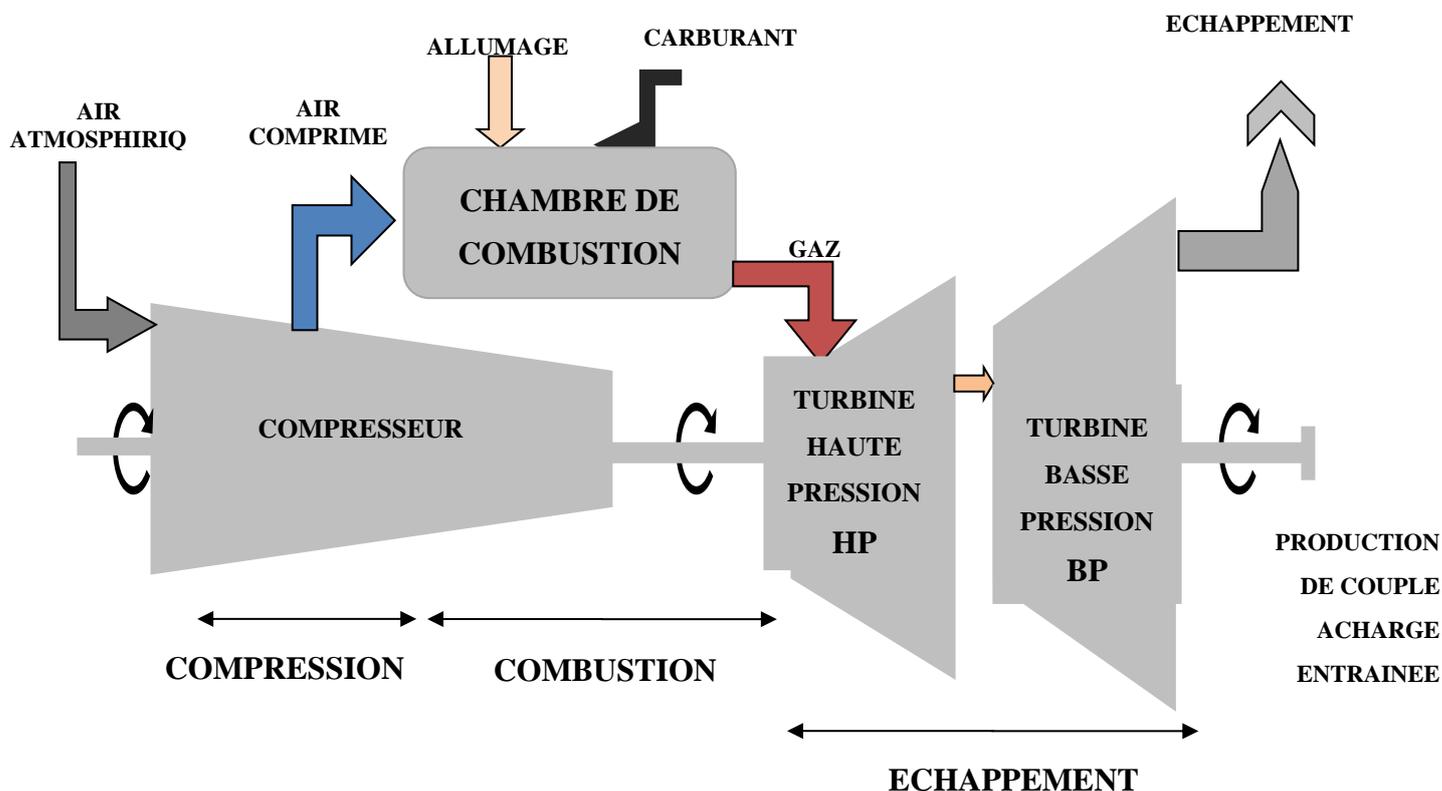


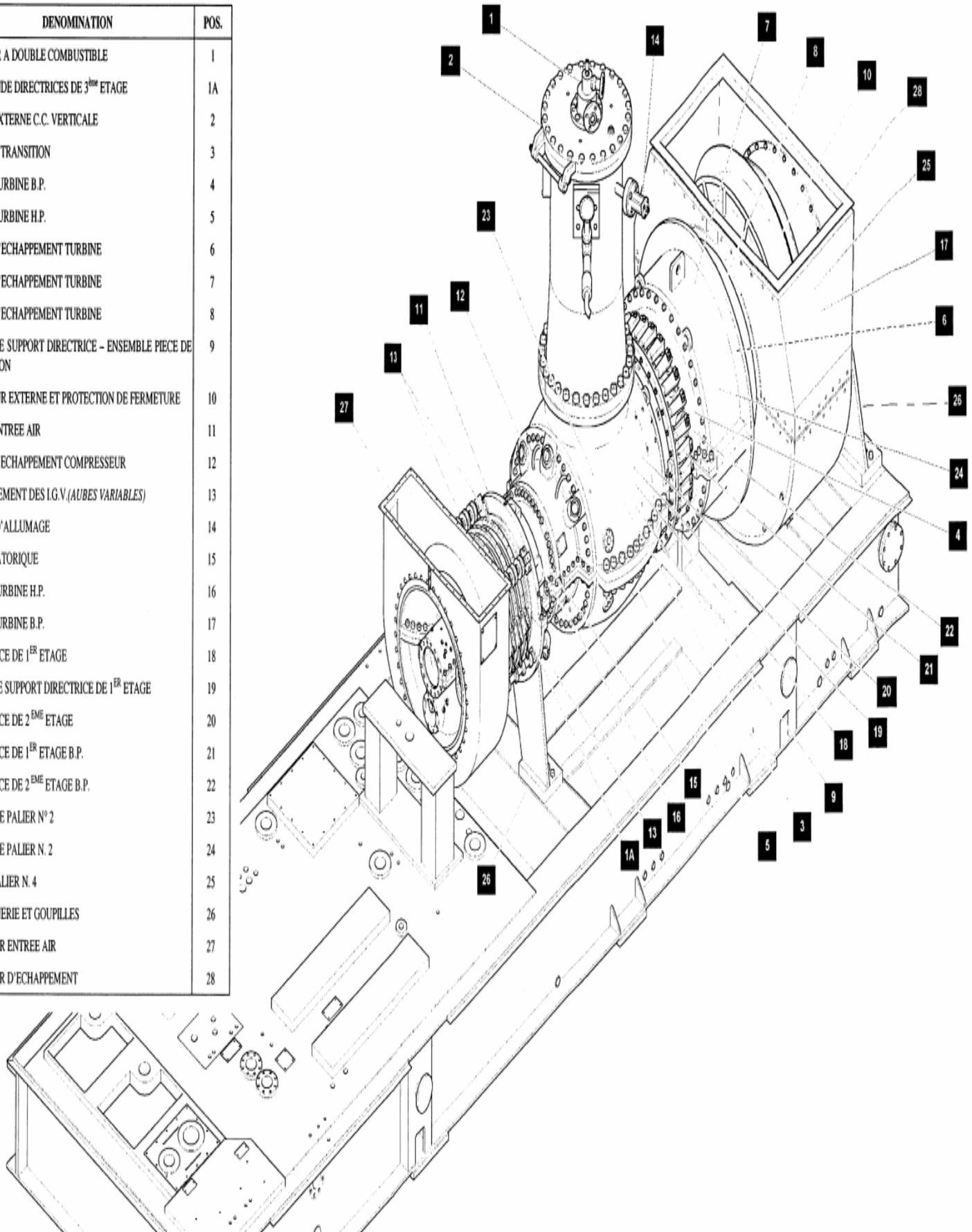
Figure II-3. Description fonctionnelle d'une turbine à gaz bi-arbre.

II.4. Données générales de projet

PUISSANCE FOURNIE A REGIME NORMAL (ISO cond.)	14300HP
ALTITUDE	0 m. au-dessus du niveau de la mer
COMPRESSEUR AXIAL	
-NOMBRE D'ETAGES ROTORIQUES	17
-VITESSE DE ROTATION	10,800 tr/min
SECTION TURBINE	
-NOMBRE D'ETAGES	4
-VITESSE DE ROTATION, 1 ^{er} et 2 ^{ème} Etage HP	10,800 tr/min
-VITESSE DE ROTATION, 3 ^{ème} et 4 ^{ème} Etage BP	7,900 tr/min
TEMPERATURE ADMISSION AIR	15°C
PRESSION ADMISSION AIR	1.033ATA
PRESSION D'ECHAPPEMENT	1.033 ATA
COMBUSTIBLE	GAZ NATUREL COMBUSTIBLE DIESEL
HUILE DE GRAISSAGE	HUILE MINERALE ISO VG32
SYSTEME DE LANCMENT	MOTEUR ELECTRIQUE
SYSTEME DE COMMANDE	MARK VI
SENS DE ROTATION ARBRE	Dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, en regardant la turbine de l'aspiration vers l' échappement

Tableau II-1. : Caractéristique de PGT 10A02. [6]

ARTICLE	DENOMINATION	POS.
0512	BRULEUR A DOUBLE COMBUSTIBLE	1
0547	COMMANDE DIRECTRICES DE 3 ^{ME} ETAGE	1A
0701	CAISSE EXTERNE C.C. VERTICALE	2
0702	PIECE DE TRANSITION	3
0704	CAISSE TURBINE B.P.	4
0705	CAISSE TURBINE H.P.	5
0706	CAISSE D'ECHAPPEMENT TURBINE	6
0708	CAISSE D'ECHAPPEMENT TURBINE	7
0709	CAISSE D'ECHAPPEMENT TURBINE	8
0717	BAGUE DE SUPPORT DIRECTRICE - ENSEMBLE PIECE DE TRANSITION	9
0731	DIFFUSEUR EXTERNE ET PROTECTION DE FERMETURE	10
0801	CAISSE ENTREE AIR	11
0805	CAISSE D'ECHAPPEMENT COMPRESSEUR	12
0806	AMENAGEMENT DES I.G.V.(AUBES VARIABLES)	13
1214	BOUGIE D'ALLUMAGE	14
1301	AUBE STATORIQUE	15
1302	ROTOR TURBINE H.P.	16
1308	ROTOR TURBINE B.P.	17
1400	DIRECTRICE DE 1 ^{ER} ETAGE	18
1403	BAGUE DE SUPPORT DIRECTRICE DE 1 ^{ER} ETAGE	19
1404	DIRECTRICE DE 2 ^{EME} ETAGE	20
1406	DIRECTRICE DE 1 ^{ER} ETAGE B.P.	21
1407	DIRECTRICE DE 2 ^{EME} ETAGE B.P.	22
1502	ENSEMBLE PALIER N° 2	23
1503	ENSEMBLE PALIER N. 2	24
1504	CAISSE PALIER N. 4	25
1604	BOULONNERIE ET GOUPILLES	26
1612	DIFFUSEUR ENTREE AIR	27
1625	DIFFUSEUR D'ECHAPPEMENT	28



II.5. Les éléments structuraux de la turbine à gaz

a. Compresseur axial

L'ensemble des aubages statoriques et rotoriques et des caisses d'admission et d'échappement du compresseur constituent le compresseur axial de la turbine.

Les aubes statoriques, installées dans la caisse d'admission de l'air et dans la caisse de décharge du compresseur, comprennent 19 étages au total.

Les cinq premiers étages se composent d'aubes variables IGV (inlet guide valve). Le dernier étage a pour fonction de redresser l'écoulement de l'air. Les aubages rotoriques se composent de 17 étages dont les trois premiers sont en alliage de titane.

La compression de l'air se produit à travers une série d'ouvertures dans les chambres annulaires dont les sections, déterminées par les dimensions des aubages rotoriques et statorique, décroissent au fur et à mesure qu'augmente le numéro progressif des étages.

Les performances sont caractérisées par un rapport élevé de compression et par un rendement quasiment constant dans la plage de débits d'air compris entre 70 et 100%.

Le compresseur comprend

- **Corps d'admission** : Son rôle est de diriger l'air du caisson d'aspiration vers le compresseur, Écoulement axial.
- **Corps compresseur** : Le carter du compresseur comprend des aubes d'admission. ce corps de L'extrémité arrière des gaz d'admission vers les gaz d'échappement compresseur.
 - **Rotor du compresseur** : Le rotor du compresseur est constitué d'un ensemble de disques portant des aubes et d'un L'extrémité de l'arbre comprend des logements de roulement, etc.

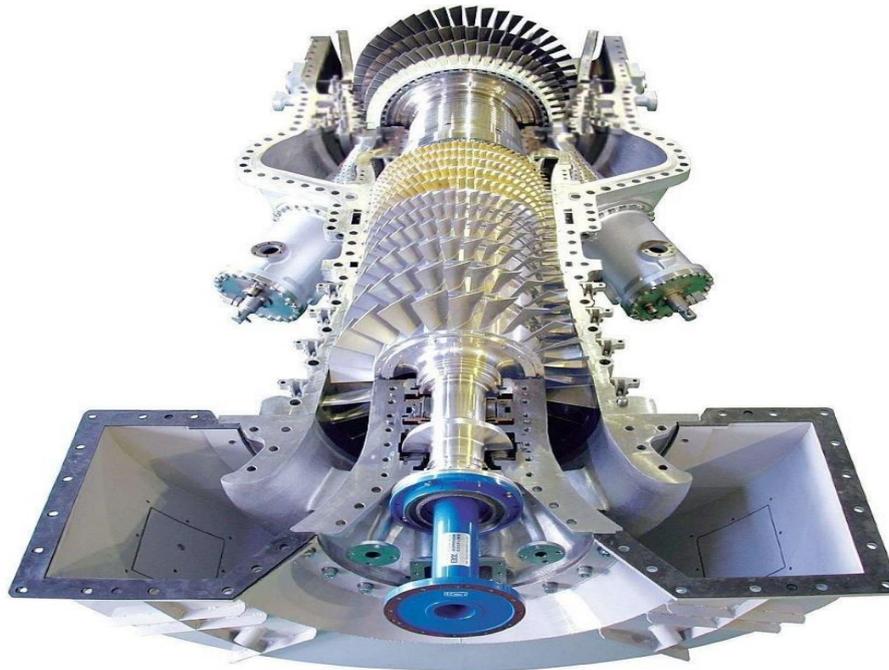


Figure II-4. Compresseur axial de la turbine à gaz. [15]

b. Chambre de combustion

La chambre de combustion est serrée sur le carter de turbine haute pression haute pression. Il comprend : le carter, le brûleur, la chemise où se produit la combustion et la bougie. La chemise est supportée par le carter d'un côté et fixée à la pièce de transition de l'autre côté, dirigeant les gaz de combustion vers les rails du premier étage.

L'air provenant du refoulement du compresseur axial pénètre dans l'espace annulaire défini par le carter et la chemise. Son flux est opposé au flux de gaz à travers la chemise et la pièce de transition de gaz. Tout l'air est utilisé pour assurer les trois fonctions de base suivantes

- Air comburant (air primaire)

Cette introduction d'air à travers l'orifice du générateur de vortex et l'orifice de combustion principal permet d'obtenir le bon rapport air/carburant et la turbulence nécessaire pour maintenir la stabilité de la flamme.

- Air de dilution (air secondaire)

Cet air est introduit en aval de la zone de combustion primaire et réduit la température de la flamme en la ramenant à une valeur compatible avec la durée de vie des composants frappés par le gaz.

- Air de refroidissement

Cet air vient lécher l'extérieur et l'intérieur de la paroi de revêtement. Il forme un film d'air continu qui maintient la température entre les métaux à des valeurs acceptables.

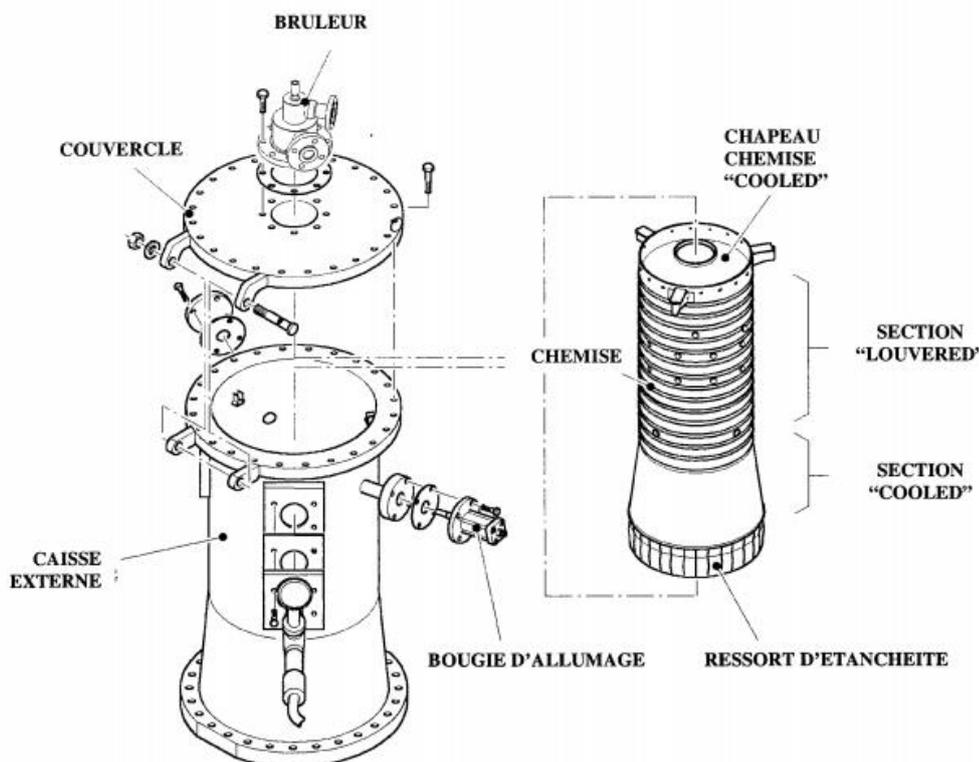


Figure II-5. Ensemble chambre de combustion. [6]

b. 1. Bougie d'allumage

Une bougie d'allumage qui s'enflamme lorsque le carburant atteint le conduit de carburant s'enflamme dans la chambre de combustion. La bougie est poussée dans la chambre de combustion par un ressort agissant sur le piston du cylindre. Après l'allumage, l'augmentation de la pression dans la chambre de combustion (qui a un effet sur l'augmentation de la vitesse du compresseur axial) exerce une pression sur le piston qui pousse la bougie dans la chambre de combustion avec une force supérieure à la force du ressort. La bougie se positionne alors à l'extérieur de la chambre de combustion et n'est pas endommagée par la température élevée.

Lorsque la turbine à gaz s'arrête, la pression dans la chambre de combustion diminue et la bougie est poussée dans la chambre de combustion par le ressort, prête à s'allumer à nouveau.

b. 2 - Détecteurs de flamme

Le détecteur de flamme a pour fonction d'arrêter d'allumer la bougie une fois qu'une flamme s'est développée et d'éteindre la turbine si la flamme s'éteint.



Figure II-6. Détecteur de flamme.

c. Section turbine

➤ Corps de la turbine :

C'est l'élément structurel principal de la turbine car il contient tous les organes qui constituent la voie d'écoulement des gaz depuis les chambres de combustion à travers les roues jusqu'à l'échappement.

➤ Les roues de la turbine HP (Directrices haute pression de 1er et de 2ème étage) :

Ces aubes sont directement frappées par les gaz à leur sortie de la pièce de transition.

De toutes les sections (hautes et basse pression) de la turbine, elles constituent par conséquent, la zone la plus fortement soumise aux contraintes thermiques. En effet, à cet endroit, les gaz qui sortent de la pièce de transition atteignent leur température maximale. [9]

➤ Les roues de la turbine BP :

Les roues turbine du 3 et 4ème étage et la bague entretoise sont fixées sur le rotor BP par une série de tirants qui assurent la stabilité structurelle du module rotorique de basse pression. Les aubes de 3ème étage sont variables (constituent la directrice variable), ils permettent de modifier la section d'écoulement des gaz. Ils sont commandés par le système de commande pour gérer l'établi de vitesse. [4]



Figure II-7. Parties turbine. [15]

II.6. Les systèmes principaux de la turbopompe

II.6.1. Turbine de lancement

Avant que la turbine à gaz puisse être allumée et démarrée, elle doit être lancée via un équipement de lancement auxiliaire. Le but principal du démarrage du système est d'accélérer la turbine à la vitesse autonome minimale. Le lancement de la turbine à gaz PGT10 nécessite un équipement auxiliaire constitué de petites turbines montées sur le châssis. La turbine entraîne le rotor du générateur de gaz (turbine HP et ensemble compresseur), qui est alimenté à une pression d'environ 28 bars par un gaz dit "gaz de démarrage" (orifice de refoulement) issu de la ligne d'aspiration de la station. Ce gaz se détend dans les roues de la turbine, l'amenant à la pression atmosphérique. [4]

II.6.2. Réducteur des auxiliaires

Il est entraîné par le compresseur axial de la turbine par l'intermédiaire d'un accouplement denté à graissage continu.

Ce réducteur a pour objet d'entraîner les auxiliaires :

- .Pompe principale d'huile de graissage.
- .Pompe hydraulique d'huile haute pression.

Les accouplements utilisés sur cette turbine sont destinés à accoupler le réducteur des auxiliaires à l'arbre de la turbine et l'arbre de la turbine à l'équipement de puissance [4].

II.6.3. Système d'huile de lubrification :

Les exigences de lubrification des paliers et des roues la turbine sont satisfaites par un circuit de graissage, qui est conçu pour assurer une alimentation en lubrifiant filtré à une pression et une température appropriée pour le fonctionnement de la turbine et de ses équipements associés.

Le système d'huile de lubrification est équipé de 3 pompes dont ses sections d'aspiration sont émergées dans le réservoir d'huile de lubrification

a. Pompe principale 88QA-2

Dite la pompe mécanique Elle a pour rôle d'assurer la pression d'huile de lubrification durant le fonctionnement cyclique de la turbine.

b. Pompe auxiliaire 88QA-1(moteur C.A)

Cette pompe est entraînée par un moteur électrique à courant alternatif (C.A), elle est utilisée pour assurer le graissage pendant le démarrage et l'arrêt de la turbine.

Pendant la séquence de démarrage, la pompe démarre lorsque le signal de démarrage est reçu. La commande est lancée par les contacts normaux fermés du pressostat 63QA-1.

La pompe fonctionne jusqu'au moment où la vitesse de fonctionnement de la turbine est atteinte. Pendant la séquence d'arrêt, un transmetteur de pression actionne la pompe lorsque la pression du collecteur descend jusqu'à la valeur correspondante à la fermeture des contacts du pressostat. Après l'arrêt du groupe turbopompe, la pompe effectue un cycle de huit heures pour assurer le refroidissement correct de la turbine, après qu'elle est arrêtée automatiquement par une minuterie de refroidissement.

c. Pompe de secours(88QE)

Cette pompe est entraînée par un moteur électrique à courant continu (C.C) qui est alimenté par le système des batteries. Elle est utilisée pour amener l'huile dans le collecteur principal des paliers pendant les arrêts d'urgence et lorsque la pompe auxiliaire est hors service suite à une panne de courant.

La pompe se met automatiquement en marche en cas de panne de courant alternatif par l'intermédiaire du transmetteur de pression, chaque fois que la pression d'huile du collecteur principal descend en dessous de la valeur d'étalonnage de pressostat. Le fonctionnement de la 88QA implique directement l'arrêt immédiat de la 88QE.

II.6.4. Réfrigérant de l'huile

L'huile de graissage doit être amenée à une température pouvant lui assurer une bonne viscosité. Il est nécessaire de refroidir l'huile d'une manière continue, afin de limiter la température et obtenir une lubrification correcte et un refroidissement adéquat des paliers et des arbres [6].

II.6.5. Filtres (FL-1A.FL-1B)

Le système d'huile de graissage est doté d'un filtre double capable d'éliminer toute forme d'impureté présente dans l'huile qui peut conduire à l'érosion du matériel.

II.6.6. Vannes de régulation

Le système d'huile de graissage est équipé de vannes assurant le débit d'huile désiré à la Pression voulue. La pression de l'huile de graissage dans le collecteur principal est maintenue vanne de régulation VPR-1. Cette vanne est installée sur la ligne de refoulement de l'huile de graissage en provenance du filtre [6].

II.6.7. Système d'huile hydraulique

Le système d'huile hydraulique a pour fonction de fournir l'huile, à la pression et au degré de filtrage désirés. L'huile nécessaire pour l'actionnement des aubes variables du compresseur axial et des vannes de gaz prévues sur les directrices de 3ème étage.

Le système d'huile hydraulique est pourvu de deux pompes (principales et auxiliaire). La pompe principale est du type volumétrique et elle est entraînée par le réducteur auxiliaire. La pompe est commandée par un moteur à C.A (88HQ). L'huile est prélevée dans le collecteur d'huile à la pression de 1.75 bar.

II.6.8. Système de gaz combustible

La PGT10 peut être mise en service avec deux types de combustible. En effet, elle est équipée d'une installation de gaz et d'une installation de combustible liquide. Ces deux installations sont pourvues de composants de commande électrique et électronique et d'une buse capable de brûler les deux types de combustibles.

On s'intéresse dans les parties qui suivent par l'étude du système de gaz combustible. Le système à combustible gazeux de la turbine est conçu pour délivrer le gaz à la chambre de combustion au débit requis pour répondre à chaque instant aux besoins du régime du fonctionnement : démarrage, accélération et prise en charge.

Les composantes de ce système sont [5]

- Vannes d'arrêt gaz combustible (VS-1.VS-2) ;
- Electrovanne de commande vanne d'arrêt gaz combustible (20FG-2& 20FG-4) ;
- Vanne de régulation gaz combustible (GCV-1) ;
- Actionneur analogique de commande soupape de dosage gaz combustible(90GC-1) ;
- Electrovanne d'évent inter-valve gaz combustible (20VG-1.20VG-2) ;
- Transmetteur de position soupape de dosage combustible (96GC-1).

- **Principe de fonctionnement**

A la sortie de la conduite d'alimentation, le gaz combustible passe à travers un filtre où il est nettoyé avant de passer via la vanne de gaz et dans la conduite du collecteur de gaz.

Le gaz doit arriver à la turbine sous pression à travers trois vannes situées en série : deux vanne arrêt (20FG-2& 20FG-4) et la vanne de control de gaz (GCV1).

Par mesure de sécurité les deux vannes d'arrêt de gaz sont disposées en amont de la vanne GCV (pour une fermeture instantanée et immédiate en cas d'arrêt d'urgence).

Le débit de gaz est mesuré et contrôlé par la vanne de contrôle de gaz, celle-ci est commandée par son pilote GS10 qui récite le signal de commande venant du système de contrôle MARK VI qu'on va détailler dans le chapitre suivant. Ce signal variant de 4 à 20mA est transmis par le driver en une position d'ouverture pour la vanne qui correspond au débit de gaz nécessaire et exigé par la boucle de régulation à la sortie de la porte à valeur minimale déterminant la valeur du FSR adéquate. [4]

II.6.9. Système d'air de refroidissement et d'étanchéité

Des paramètres qui déterminent l'augmentation du rendement thermique, le plus important est celui de la température de feu, définit comme étant la température déterminée par les gaz lorsqu'ils passent en aval des aubes fixes de la turbine HP. Le refroidissement des pièces de la turbine est assuré par une circulation énergique d'air provenant du refoulement du compresseur axial. Plus de refroidissement, l'air provenant de compresseur axial forme également un barrage en amont et en aval de chaque palier de la machine évitant ainsi les fuites de vapeur d'huile de graissage de ces mêmes paliers et les fuites vers les espaces internes de la machine [10].

II.6.10. Système de ventilation

Le système de ventilation a pour rôle d'évacuer les calories dissipées par la turbine pendant le fonctionnement de celle-ci, le compartiment des auxiliaires doit être maintenu à une température adéquate pour le matériel. Le système de ventilation est incorporé dans les compartiments des auxiliaires et de la turbine. [4]

II.7. Mise en fonctionnement de la turbine à gaz PGT10

La turbine à gaz ne peut pas être démarrée par elle-même. Elle doit donc être entraînée par un dispositif de lancement. Pour la PGT10 c'est une turbine de détente (ou lancement), elle entraîne la turbine jusqu'à 60% de sa vitesse nominale (c'est la vitesse à laquelle la turbine délivre une puissance dépassant celle de la turbine de lancement) ; puis la vitesse turbine continue à accélérer le rotor jusqu'à ce qu'elle maintienne la vitesse d'autonomie (50% pour l'arbre BP).

Dès que la ligne de l'arbre est mise en mouvement par la turbine de lancement, l'air atmosphérique est aspiré, filtré et dirigé vers la caisse d'admission à l'entrée du compresseur axial.

A la sortie du compresseur, l'air pénètre dans la chambre de combustion ; l'injecteur de gaz introduit le combustible qui est mélangé avec l'air de combustion venant du compresseur axial. La mise à feu est réalisée par une bougie d'allumage.

La combustion est homogène lorsque la flamme se propage dans toute la chambre. Les gaz chauds comprimés venant de la chambre de combustion se dirigent vers le chemin le plus facile (l'échappement) en passant par la roue HP pour céder une grande partie de leur énergie emmagasinée, ils sont conduits à travers la pièce de transition placée à l'arrière du tube à flamme pour traverser ensuite les étages de la turbine.

La détente des gaz dans la roue HP sert à faire tourner le compresseur axial. Les gaz sortant de la roue HP traversent la directrice de troisième étage (de la turbine BP) ou une deuxième détente aura lieu. Les gaz quittant la roue BP sont envoyés dans l'atmosphère et le couple résultant sert à faire tourner la charge (la pompe principale).

Lorsque la vitesse de la turbine HP atteint 92% de sa vitesse maximale la vanne d'anti pompage est fermée automatiquement et les IGV à l'entrée du compresseur sont ouvertes à une position prédéterminée.

L'ordre d'arrêt normal est donné en tournant le commutateur START/STOP ; il en résulte un signal d'arrêt et les vannes d'arrêt de gaz se ferment et la turbine ralentit, dès qu'elle arrive à sa vitesse minimale, le système de refroidissement des paliers par la pompe de secours est lancé, cette opération dure environ 8 heures.

On peut interrompre la séquence d'arrêt normal s'il y a lieu de remettre la turbine en service, on parle donc de démarrage à chaud. [4]

II.8. Etude de l'instrumentation utilisée dans le système

L'appareil de mesure offre la possibilité d'agir sur le procédé pour obtenir La qualité et la quantité du produit fini répondent à certaines spécifications Meilleures conditions de sécurité, de fiabilité et de performance. Dans cet article, nous étudierons le contrôle, la transmission et Mesure des quatre paramètres physiques industriels les plus importants des systèmes. A savoir la pression, le débit, le niveau et la température [11].

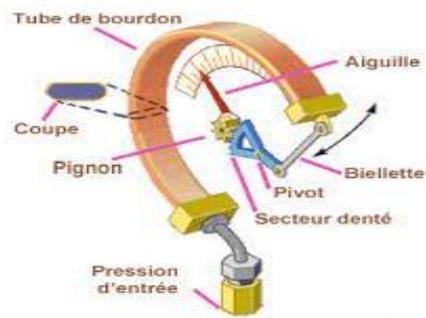
II.8.1. Instruments de mesure

II.8.1.1. Mesure de pression

La pression est une grandeur dérivée du système international. Elle est définie comme le quotient d'une force par une surface. La pression s'exerce perpendiculairement à la surface considérée.

$$P(pa) = \frac{F(N)}{S(m^2)}$$

Le tube de Bourdon est brasé, soudé ou vissé avec le booster de tube qui forme généralement une pièce complète avec le raccord. Standard l'intermédiaire d'un trou dans le raccord, le fluide à mesurer ancienne à l'intérieur du tube. La partie portable finale du tube se déplace lors de changement de pression (effet Bourdon). Ce déplacement qui est proportionnel à la pression à mesurer, est transmis standard l'intermédiaire du mouvement à l'aiguille et affiché sur le cadran en tant que valeur de pression. Le système de mesure, le cadran et l'aiguille sont montés dans un boîtier. [11]



II.8.1.2. Mesure de niveau

➤ **Mesure de niveau à base d'un capteur de pression**

Un capteur de pression mesure la pression relative au fond du réservoir. Cette pression est l'image du niveau L du liquide. [12]

$$L(m) = \frac{P(pa)}{\rho(kg/m^3) \times g(m/s^2)}$$

Figure II-8. Vue interne d'un corps d'un Manomètre à tube de Bourdon.

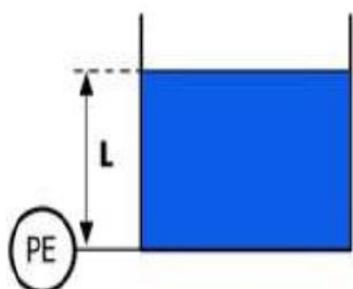


Figure II-10. Principe mesure de niveau par capteur de pression. [11]

Figure II-9. Capteur de pression. [11]

➤ **Mesure de niveau à base d'un Plongeur**

Le plongeur est un cylindre immergé (**Figure II.13**) dont la hauteur est au moins égale à la hauteur maximale du liquide dans le réservoir. Il est suspendu à un capteur dynamométrique qui se trouve soumis à une force F (le poids apparent), fonction de l'hauteur L du liquide

$$F = P - g * \rho * s * l$$

P : Le poids du plongeur.

ρ : La masse volumique du liquide.

S: Sa section.

g: accélération de la pesanteur

L : La hauteur du liquide.

$\rho * g * s * L$: La poussée d'Archimède s'exerçant sur le volume immergé du plongeur

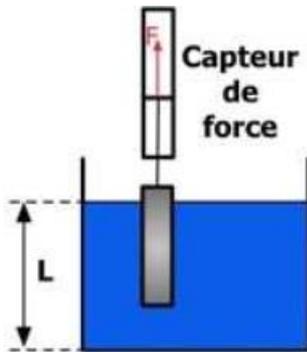


Figure II-11. Principe mesure de niveau par plongeur. [11]



Figure II-12. Plongeur. [11]

II.8.1.3. Mesure de la température à base d'un capteur à résistance

Le conducteur est un élément métallique. On peut établir une relation bijective entre la résistance R et la température θ et ainsi mesurer θ en mesurant R .

Cette relation est de la forme

$$R = R_0 (1 + a\theta + b\theta^2 + c\theta^3)$$

θ : La température en °C.

R_0 : La résistance à 0°C.

a, b et c: Des coefficients positifs, spécifiques au métal.

Le platine qui est le matériau le plus utilisé. Un exemple d'élément sensible est donné pour une sonde de platine.

La sonde Pt100 est une sonde platine qui a une résistance de 100Ω pour une température de $0 \text{ }^\circ\text{C}$. ($138,5 \Omega$ pour $100 \text{ }^\circ\text{C}$).[12]

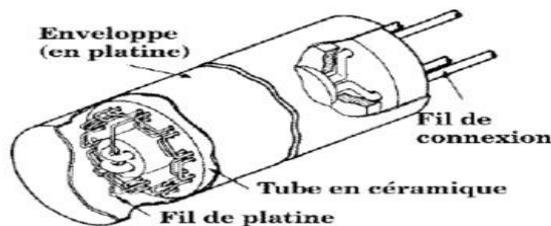


Figure II-13. Sonde PT100. [11]

II.9. Les vannes

II.9.1. Vanne Tout Ou Rien

Une vanne « Tout Ou Rien » utilisée pour contrôle de débit des fluides en tout ou rien, c'est à dire elle exécute une action discontinue qui prend deux positions ou deux états 0 et 1 (ou 0 et 100%), donc soit ouverte ou fermée. [8]

Les vannes tout ou rien est utilisées pour la commande des systèmes ayant une grande inertie où la précision de régulation n'est pas importante.[12]

II.9.2. Vanne de régulation

Une vanne de régulation est un dispositif conçu pour contrôler le débit de toutes sortes de fluides (liquide ou gaz) dans un système de commande de processus.

La vanne est commandée par un régulateur qui utilise l'action de l'air comme fluide d'asservissement. Ainsi l'ouverture, la fermeture ou l'action modulée de la vanne est produites par les variations de pression de sortie d'un instrument de mesure et de contrôle.

La vanne est actionnée mécaniquement. Elle est reliée à un actionneur capable de faire varier la position d'un organe de fermeture dans la vanne. L'actionneur peut être mû par une énergie pneumatique, électrique, hydraulique ou toute combinaison de ces énergies.

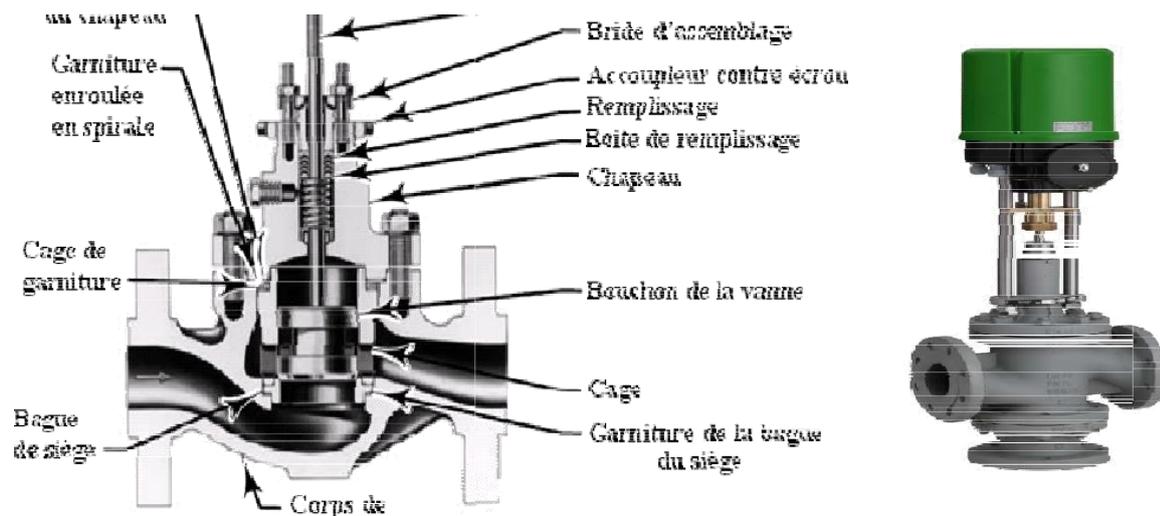


Figure II-14. vue interne d'un corps d'une vanne régulatrice[12]

Une électrovanne ou électrovalve est un dispositif commandé électriquement permettant d'autoriser ou d'interrompre par une action mécanique la circulation d'un fluide. Il existe deux types d'électrovannes : "Tout Ou Rien" et "Proportionnelle". [8]

- Les électrovannes dites de " Tout Ou Rien " sont des électrovannes qui ne peuvent s'ouvrir qu'en entier ou pas du tout. L'état change suivant qu'elle soit alimentée électriquement ou non.

- Les électrovannes proportionnelles sont celles qui peuvent être ouvertes avec plus ou moins d'amplitude en fonction du besoin [12]

II.9.4. Régulateurs

La régulation ou asservissement consiste à agir de façon à ce qu'une mesure soit égale à une consigne. Si l'on cherche à atteindre une consigne (de position ou de température), on parlera de poursuite ou asservissement ; si l'on cherche à éliminer des perturbations pour qu'une valeur reste constante (ex : garder la température intérieure de la voiture constante quelle que soit la température extérieure), on parlera de régulation.[12]

L'industrie utilise à foison des systèmes d'asservissement ou de régulation : que ce soit pour gérer le débit d'un fluide dans une conduite, la température d'un produit, la hauteur d'un niveau de cuve... Historiquement, les régulateurs n'étaient pas intégrés dans l'unité centrale des Automates Programmables Industriels, mais se présentaient sous forme de modules autonomes gérant leur environnement propre (acquisition, calcul, commande...).

De plus en plus, les automates intègrent les régulateurs au sein de l'unité centrale. Soit sous la forme de module autonome émulant un régulateur externe au sein de l'UC (évitant ainsi

la redondance de câblage qu'imposait l'utilisation de régulateur externe), soit sous la forme de blocs primitifs intégrables au sein du code au même titre qu'un bloc temporisateur.

Les régulateurs permettent ainsi de lier plus simplement les parties séquentielles et continue du procédé. La régulation fait partie intégrante de la qualité de production : c'est donc un point non négligeable de la chaîne de valeurs d'une installation. [8]

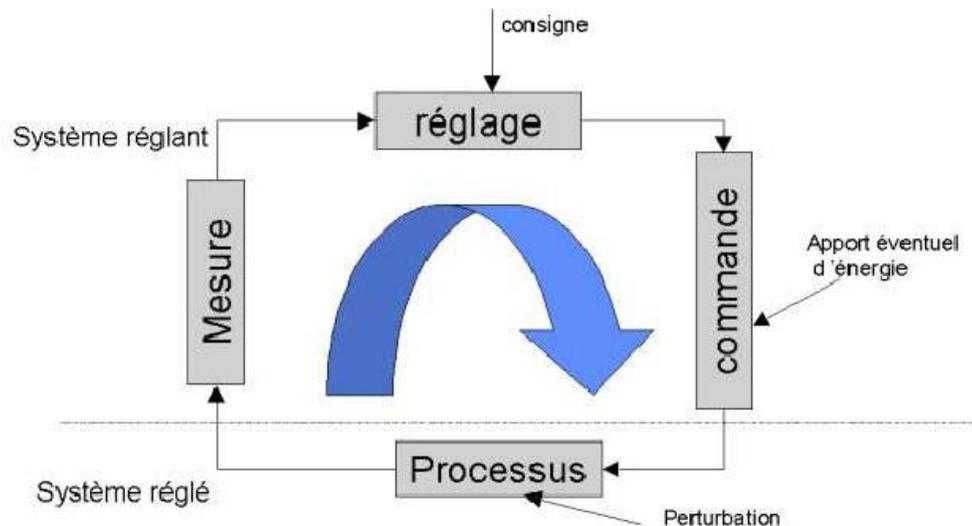


Figure II-15. Principe de régulation.[12]

Le contrôle de procédé met en œuvre une chaîne d'outils à plusieurs niveaux. Schématiquement, le lien entre le capteur et l'actionneur peut se représenter comme ci-dessus.

Le but étant de maîtriser le procédé et, soit de le piloter, soit de l'empêcher d'évoluer en raison de perturbations.

II.10. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons discuté des turbines et de leurs utilisations dans l'industrie, puis nous avons spécifié les turbines à gaz en mettant l'accent sur leurs types, leurs différentes pièces et le fonctionnement des machines. PGT 10 est une turbine électrique à usage général dont le contrôle est Indépendant du système DCS. Il a son propre automate et son propre système MARK VI est une nouvelle technologie de SPEEDTRONIC qui prend en charge Contrôle de charge de tous les équipements de la machine via le signal d'entrée (veine) capteurs) et sorties (pour représenter les actionneurs de l'appareil ordre).

Dans le chapitre suivant, nous présenterons la méthodologie du système MARK VI. (Matériel) et boîte à outils boîte à outils (logiciel) pour le développement Configuré (matériel

et logiciel) et implémenté dans le contrôleur de turbine. Dans cette partie, nous présenterons comment le système est utilisé et expliquerons Composants liés au démarrage, au fonctionnement du cycle, à l'arrêt à froid ou à chaud, à la protection de la machine.

**Chapitre III. Système de
commande MARK VI de
la station SP3**

III.1. Introduction

Le système de commande SPEEDTRONIC Mark VI est prévu pour assurer la commande et la protection de turbine à gaz et à vapeur construites par General Electric, grâce aux diversités d'applications, et les différences dans les exigences de charge imposées à la turbine. [13]

L'SPEEDTRONIC Mark VI se dispose par des capteurs pour surveiller les paramètres, qui sont variables en cours de fonctionnement. De ce fait le système de contrôle SPEEDTRONIC réalise la souplesse nécessaire pour que la turbine à gaz puisse répondre aux différents types de charges qui lui sont imposées.

A cet effet, Le présent chapitre a pour but de donner une présentation générale de système de commande de la turbine. [13]



Figure III-1. Vue extérieur SPEEDTRONIC Mark VI.

III.2. Représentation générale de Mark VI SPEEDTRONIC

Le Mark VI est un système de commande triple redondant modulaire (TMR) avec des tiroirs simples ou multiples et des E/S locales ou à distance. Les fonctions principales du système de commande de la turbine Mark VI sont les suivantes [14]

- La commande de la vitesse pendant le démarrage et l'arrêt de la turbine.
- La synchronisation automatique du générateur (cas d'un turbogénérateur).
- La commande de la charge de la turbine pendant le fonctionnement normal.

- La surveillance et la protection contre survitesse, réchauffement, vibration et perte de flamme.

Le système MARK VI fonctionne avec deux configurations différentes

III.2.1. Configuration simplexe

C'est la configuration la plus simple, le système est constitué d'un seul module de commande <R>, <S> ou <T> et un module de protection <P>. Il est moins coûteux et employé pour des applications où seulement une fiabilité moyenne est requise (ce type de configuration est implanté au sein de la station SP3).[15]

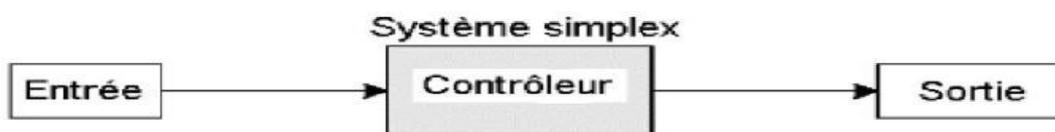


Figure III-2. Armoire de commande simplexe sp3. [13]

III.2.2. Configuration TMR (triples modulaires Redondants)

L'architecture de commande TMR comporte trois modules de commande du matériel <R>, <S> et <T> complètement séparés et indépendants plus le module de protection <P>. Ce type est utilisé pour les applications de commande et protection des turbines exigeantes où la fiabilité de haut niveau est requise. [13]

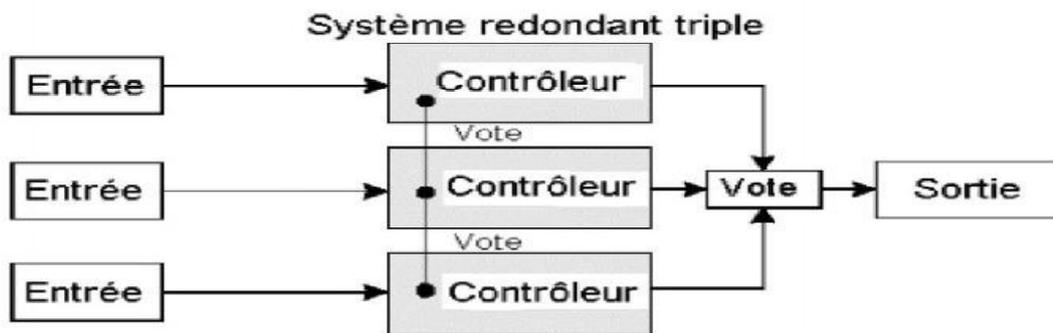


Figure III-3. Le système triple redondant. [13]

III.3. Composants du système

Le système de commande Mark VI se compose des sous-systèmes suivants

III.3.1. Armoire de commande

La cabine de commande contient soit un module de commande simple Mark VI (simplex) ou bien trois modules de commande TMR. Ceux-ci sont connectés à leur E/S à distance, par un réseau d'E/S simple ou triple à haute vitesse, appelé I/O Net et sont connectés à l'UDH par leur port Ethernet du contrôleur. La cabine de commande nécessite une alimentation de 120/240 V ça et/ou 125 Vcc.[14]

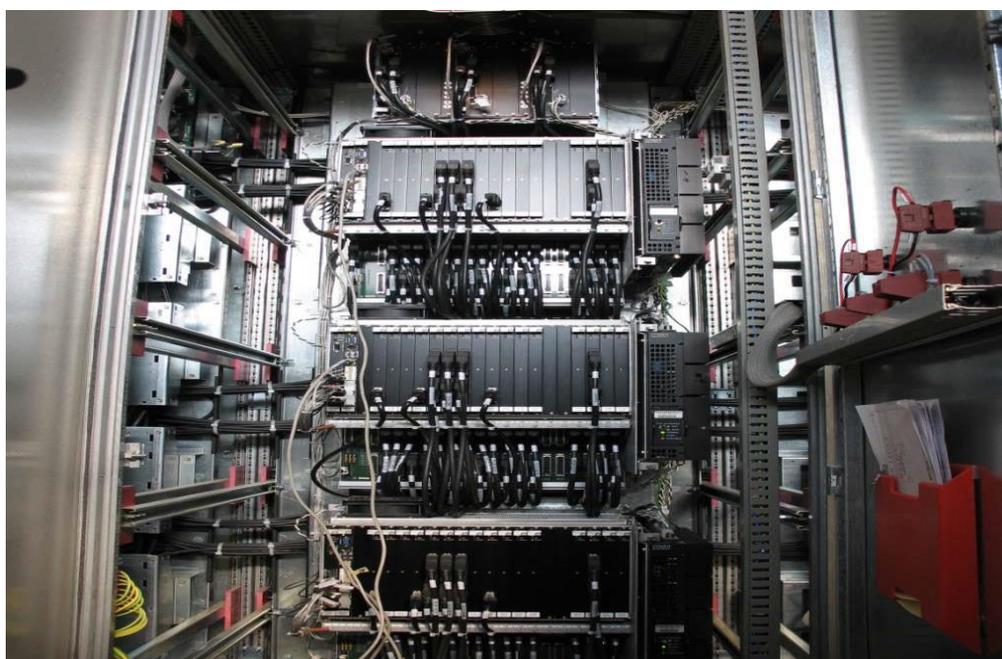


Figure III-4. Armoire de commande simplex sp3.

III.3.2. Armoire de module E/S :

Le compartiment d'E/S contient des modules d'interface simples ou triple. Ceux-ci sont connectés aux contrôleurs par le réseau I/ONet et aux plaques à bornes par les câbles dédiés. Les plaques à bornes se trouvent dans le compartiment d'E/S situé dans la proximité des modules d'interface. Les besoins en alimentation sont de 120/240 V ça et/ou 125 V cc .[14]

III.3.3. Plaques à bornes

La plaque à bornes fournit le point de connexion du câblage du client et répartit les signaux vers trois connecteurs D séparés à 37 goupilles pour les câbles vers les cartes E/S dans le module <R>. Chaque type de carte E/S comporte sa propre carte à bornes spéciale. [13]

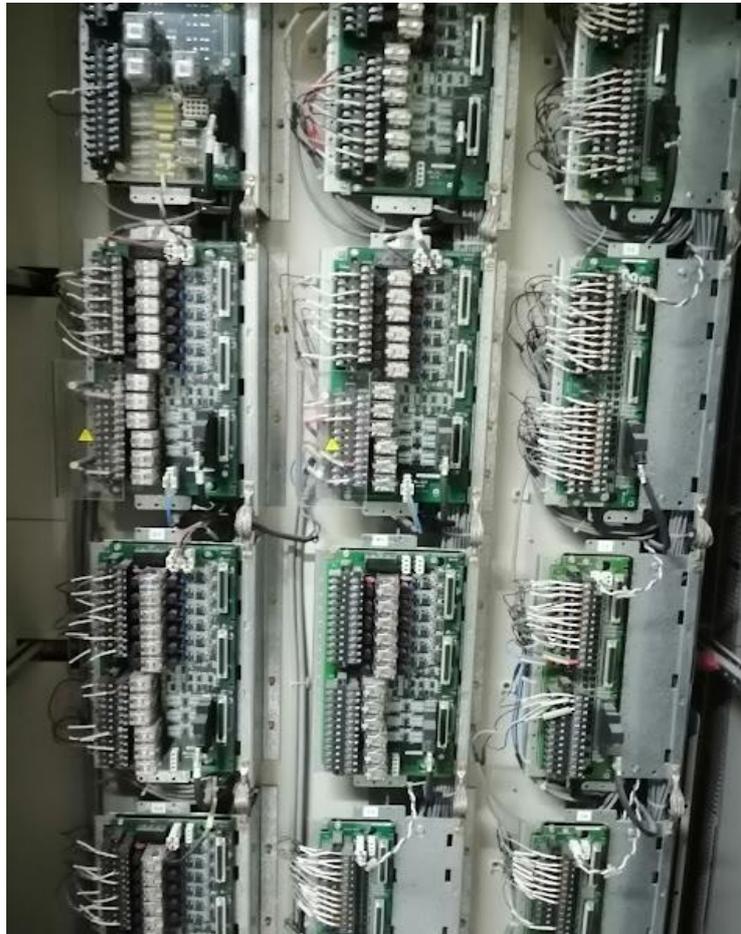


Figure III-5. Armoire de plaques à bornes. [13]

III.3.4. Module de commande :

Le module de commande est disponible comme un dispositif de commande intégré. Le dispositif de commande intégré et le tiroir I/O peuvent comporter soit 21 fentes ou 13 fentes VME. [13]

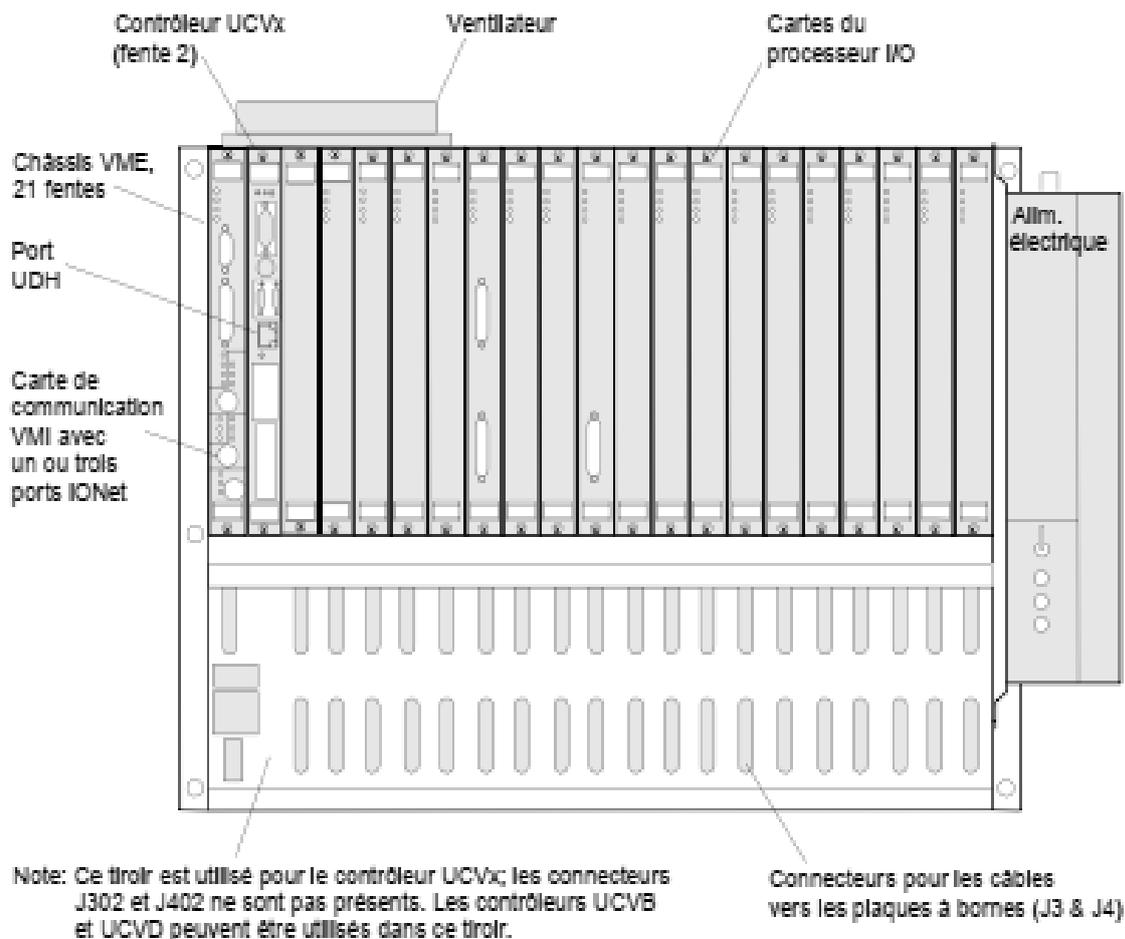


Figure III-6. Module de commande avec cartes de commande, de communication et I/O. [13]

III.3.5. Contrôleur

Le contrôleur UCvF est une carte VME à une seule fente, qui abrite un seul processeur à grande vitesse, un DRAM, une mémoire flash, un port Ethernet et deux ports sériels RS-232C. Il doit être toujours inséré dans la fente 2 d'un tiroir E/S désigné à recevoir. [4]

III.3.6. Carte de communication VCMi

La carte VCMi du module de commande et d'interface communique avec les cartes I/O du tiroir et avec les autres cartes VCMi par I/O net.

➤ Carte d'entrée analogique VAIC

La carte d'entrée analogique VAIC accepte 20 entrées analogiques et commande quatre sorties analogiques. Chaque plaque à bornes accepte dix entrées et deux sorties.

➤ Carte servocommande VSVO

Cette carte commande quatre servo distributeurs électrohydrauliques qui actionnent les valves

➤ **Carte d'entrée RTD VRTD**

La carte de processeur VRTD du dispositif de résistance de température RTD, accepte 16 entrées de RTD à trois fils.

➤ **Carte de déclenchement primaire spécifique de la turbine VTUR**

La plaque de commande de la turbine VTUR, a un nombre de fonctions comme, il suit

- Elle mesure la vitesse de la turbine avec quatre dispositifs passifs du taux d'impulsions et elle passe le signal au contrôleur.
- Elle surveille le détecteur de flamme sur les applications de turbine à gaz.

➤ **Carte d' E/S discret VCRC**

Cette carte d'entrée de contact et de sortie du relais VCRC avec ses plaques filles associées accepte 48 entrées discrètes et commande 24 sorties du relais.

➤ **Carte de surveillance des vibrations VVIB :**

Le système MARK VI utilise des détecteurs Bently Nevada pour la surveillance des vibrations de l'arbre. La carte VVIB traite les signaux du détecteur de vibrations, qui proviennent de la plaque à bornes TVIB.

➤ **Carte entrée thermocouple VTCC**

C'est une carte processeur accepte 24 entrées thermocouple de type E, J, K, S où T. Ces entrées sont câblées sur la plaque à bornes TBTC. [13]

III.4. Les réseaux de communication

Le système Mark VI s'appuie sur une hiérarchie des réseaux utilisés pour interconnecter les différents nœuds. Ces réseaux séparent le trafic des diverses communications dans les niveaux, suivant leurs fonctions individuelles. [12]

III.4.1. Magistrale de données (Data Highway)

➤ **Plant Data Highway (PDH)**

Le PDH est le réseau en option connecte le serveur de données HMI SIMPLICITY avec les postes opérateurs distants, les imprimantes, les historiens et autres ordinateurs client. Elle ne se connecte pas directement à la commande Mark VI. [13]

➤ **Unit Data Highway (UDH)**

Le réseau UDH connecte les panneaux de commande Mark VI avec l'HMI. [12]

III.4.2. Ethernet Global Data (EGD)

L'EGD permet de partager des informations entre les composants du contrôleur dans un environnement de réseau. [12]

III.4.3. Réseaux I/O Net

I/ONet est un réseau Ethernet utilisé pour communiquer les données entre la carte de communication VCMI du module de commande, les cartes I/O et le module de protection < P >.

III.5. Connexion au système de commande distribué (DCS)

Les connexions de communication externe sont disponibles pour communiquer avec le système de commande distribuée ABB de l'installation. Une connexion de communication sérielle, utilisant le protocole Modbus peut être fournie depuis une HMI. Cela permet à l'opérateur DCS l'accès en temps réel aux données relatives au Mark VI et fournit des commandes discrètes et analogiques. [4]

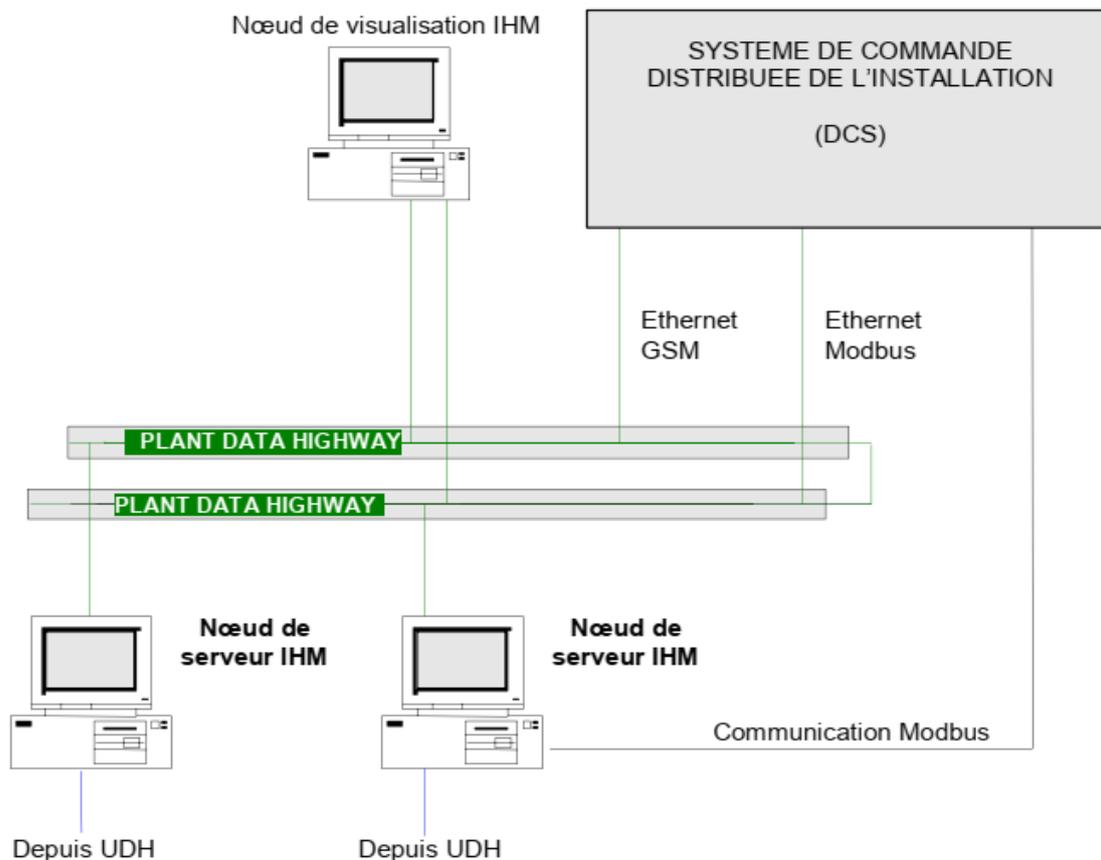


Figure III-7. Communication avec DCS depuis l'HMI, utilisant l'option Modbus ou Ethernet. [13]

III.6. Interface Homme Machine (HMI)

Les HMI typiques sont des PC sur lesquels est installé un système d'exploitation Windows, avec pilotes de communication pour les magistrales de données (Data Highway) et le logiciel d'affichage de l'opérateur CIMPLICITY. [8]

L'opérateur initie les commandes depuis les affichages graphiques en temps réel et peut visualiser les données et les alarmes de la turbine en temps réel sur les affichages CIMPLICITY. Les diagnostics détaillés E/S et la configuration du système sont disponibles à l'aide du logiciel TOOLBOX. [4]

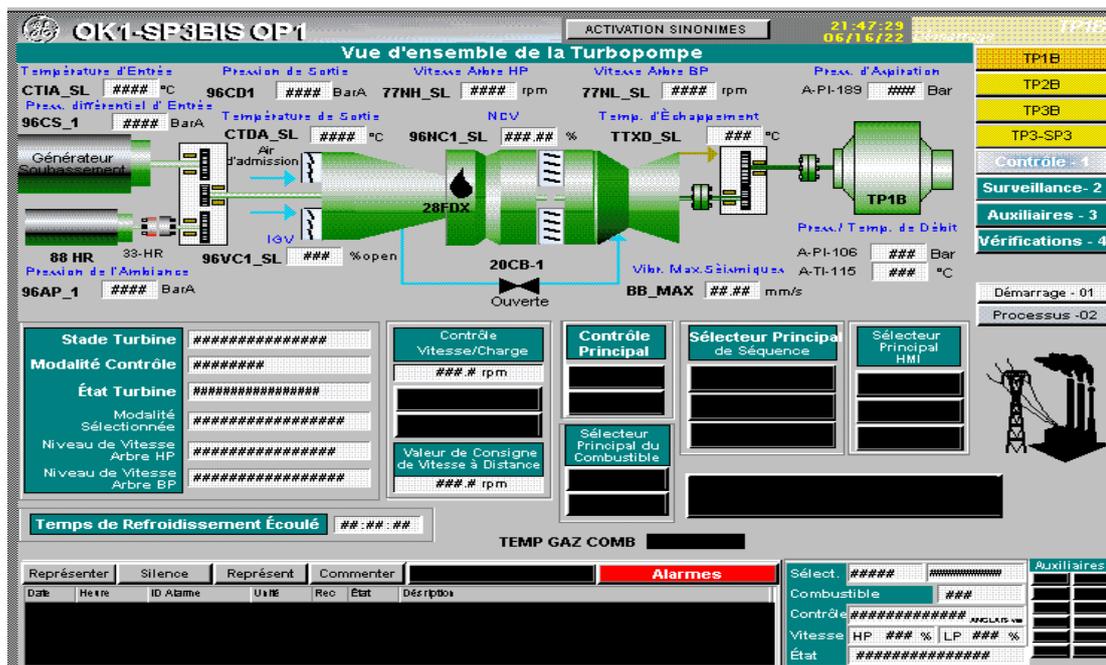


Figure III-8. Interface de l'opérateur de la turbopompe n°1 au niveau de l'HMI.

III.7. Boîte à outils ToolBox

La boîte à outil Toolbox du système de régulation est un produit de « GE Control system solutions », c'est un logiciel basé sur microprocesseur, utilisé pour configurer et entretenir l'équipement de régulation. [13]

Ses fonctions primaires incluses sont :

- L'éditeur à base graphique pour configurer le code d'applications.
- La prise en charge de bibliothèque de module, de blocs et de macros.
- Les organigrammes de données en directe.
- Les changements de code d'application en ligne.
- Les fichiers d'aide en ligne.
- La surveillance et la configuration d'E/S.
- La gestion des signaux et les tendances des signaux.
- Le mode de fonctionnement séquentiel.

Le logiciel de boîte à outils configure différents équipements de régulation, par conséquent, chaque ensemble de produit peut se composer de la boîte à outils, des fichiers produits pour le contrôleur ou le pilote, l'historique des données et des fichiers produits pour la base de données système (SDB).[14]

III.7.1. Espace de travail

L'écran suivant représente un format de base de l'espace de travail de la boîte à outils. Les commandes des menus, les boutons des barres d'outils et les articles de la vue général (outline view) peuvent varier avec le produit installé.

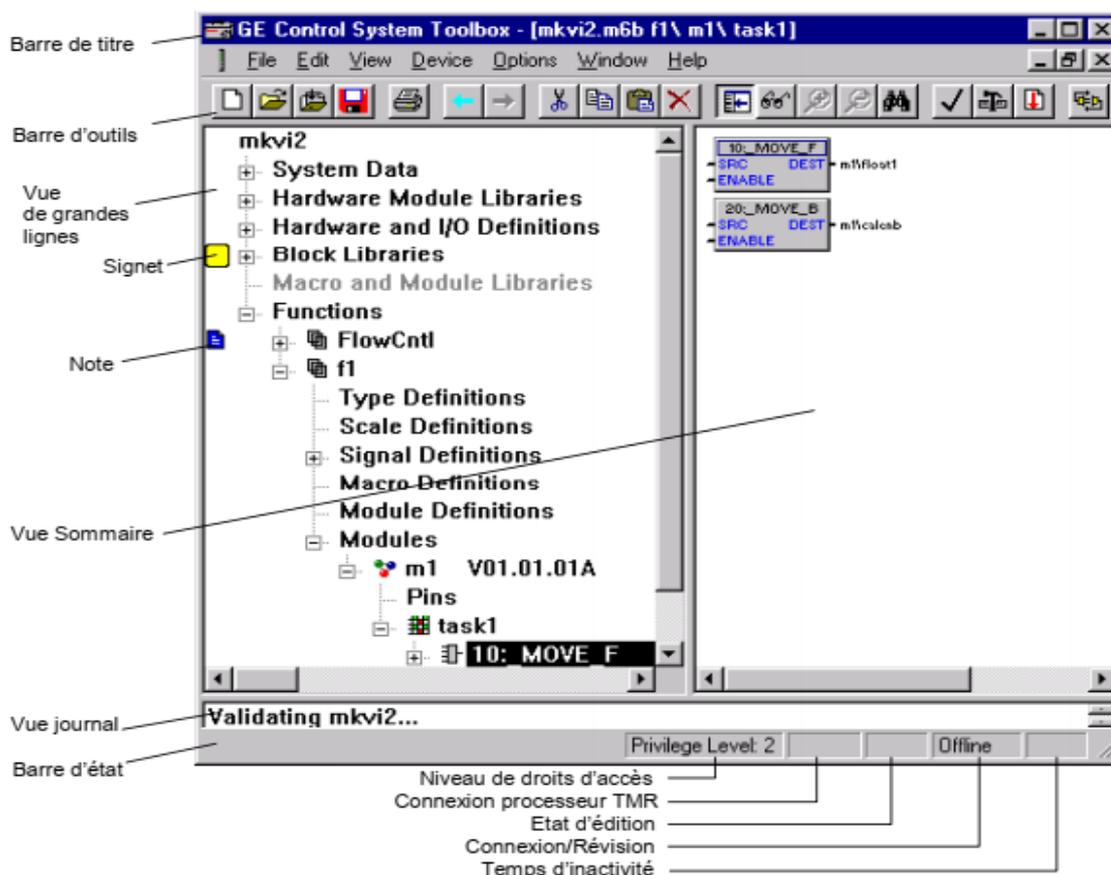


Figure III-9. Espace de travail. [13]

III.7.2. Code d'application

Le logiciel du contrôleur est composé de blocs qui exécutent une logique de commande. Le logiciel est dénommé block ware. Ces blocs correspondent à un bloc de fonction qui existe dans le code du produit. Les définitions de bloc sont importées comme fichiers (.tré) dans les bibliothèques de bloc. Ces blocs sont utilisés pour composer les macros.

Les blocs et les macros composent les tâches. Une ou plusieurs tâches peuvent entrer dans un module et n'importe quel nombre de modules compose une fonction. [13]

Il y a deux niveaux du groupe de blocs qui peuvent être réutilisés et instanciés un nombre quelconque de fois

- Macro(s) contiennent une collection standard de blocs.
- Module(s) sont une collection plus complexe de tâches qui ont une relation de planification définie.

➤ **Blocs**

Les blocs sont l'élément de programmation le plus élémentaire. Ils peuvent exécuter des fonctions telles que des fonctions mathématiques, ils peuvent résoudre un RLD (Diagramme LADDER du relais) et effectuer une filtration. Ils peuvent résoudre aussi une équation booléenne.

➤ **Macros**

Une macro représente une collection de blocs et d'autres macros qui contiennent des entrées et des sorties bien définies. Une fois que la macro est définie, elle peut être insérée dans une tâche ou dans une autre macro. Les blocs internes et les connexions de la macro insérée ne peuvent pas être changés.

➤ **Tâches**

Elle contient des blocs et /ou des macros qui représentent une séquence de programmation, les tâches sont planifiées sur la base de l'ordre dans lequel elles sont affichées sur l'espace de travail. Dans l'exemple suivant, Task A précède Task B et Task B précède Task C.



➤ **Pins**

Dans la boîte à outils, les paramètres de blocs macros et modules sont appelés des pins (broche). Toutes les broches ont un nom unique en fonction de leur bloc, macro ou module.

Les broches sont connectées par des signaux qui sont l'unité de base pour des informations variables.

➤ **Modules**

Le module est un ensemble de tâches programmées, qui peut être réutilisé autant que blocs.

➤ Fonctions

Les fonctions sont au niveau le plus haut de la hiérarchie qui représente la programmation d'une fonction de commande, et sont principalement utilisées pour grouper des modules inter reliés. Les signaux les définitions de module, les définitions macro et les instances d'une fonction donnée, peuvent être associés indépendamment à une fonction. [4]

III.8. Conclusion

Dans ce présent chapitre, on a posé la lumière sur le système de commande MARK VI, en donnant une présentation générale sur le système, avec son architecture interne, sa boîte à outils TOOLBOX ainsi que son interface graphique, qui permet aux opérateurs de visualiser et de contrôler à distance, la mise en marche de système.

La bonne maîtrise de système de commande et ces opérations, est nécessaire afin d'étudier, comprendre et interpréter le programme de séquence de démarrage qu'on va le détailler dans le chapitre qui suit.

Chapitre IV. Commande automatique de la turbine à gaz PGT 10 avec API Siemens (s7-300) et supervision HMI

IV.1. Introduction

Avant que la turbine à gaz puisse se mettre à tourner à sa vitesse nominale elle nécessite pour être lancée tout un ensemble des accessoires qui servent à amener l'arbre basse pression de la turbine à un niveau de vitesse d'autonomie. [10]

La séquence de démarrage de turbine se fait en quatre étapes avant qu'elle ne devienne prête à la mise en charge. Ces étapes sont : démarrage, allumage, accélération et enfin sa mise en charge. Dans ce présent chapitre on va travailler sur la phase de démarrage a CRANK (Manivelle), mais avant cette dernière il faut s'assurer que les conditions de contrôle sont vérifiées et que la turbine-est prête pour le lancement. [10]

IV.2. Description de la séquence de démarrage de l'PGT10

Pour la PGT10 le dispositif de démarrage est une turbine de lancement, son rôle consiste à faire tourner l'arbre HP jusqu'à 60% de sa vitesse maximale puis se découpler automatiquement. Les pompes auxiliaires servent au refroidissement et au graissage des paliers pour les deux pompes de lubrification et à la commande des différents dispositifs de contrôle tels que la vanne de contrôle de gaz combustible et l'étage de la directrice variable pour le contrôle de la vitesse HP. [4]

IV.2.1. Vérification des conditions de contrôle du démarrage

Le démarrage de la turbine à gaz implique une séquence correcte des signaux de commande vers les accessoires (les pompes auxiliaires), le dispositif de lancement et le système de commande du combustible (la vanne de contrôle GCV). [4]

Comme la sécurité et la réussite du démarrage dépendent du fonctionnement correct tous les appareillages de la turbine, il est important de vérifier l'état de tous les dispositifs. Il faut vérifier l'absence de toutes les conditions de la mise hors service (défaillance). [4]

IV.2.2. Séquence de démarrage a CRANK [5]

- 1- Avant d'initier la séquence de démarrage a manivelle de test, l'opérateur doit vérifier l'absence des conditions de hors service. Si cette condition n'est pas vérifiée, l'opérateur va remettre à l'état initial les causes de hors service en actionnant le bouton poussoir REINITIALISATION de HMI ou DCS. Ensuite, toutes les conditions qui permettent le démarrage à manivelle de test doivent être vérifiées
- 2- Si le SELECTEUR PRINCIPAL DE SECUENCES est sur la position MANIVELLE DE TEST, les indications “ SEQUENCE DU DEMARRAGE A MANIVELLE DE TEST ACTIVEE” et “UNITE PRETE POUR DEMARRAGE” seront activées. Suivant cette condition, la séquence de démarrage à manivelle de teste est activée en appuyant sur le bouton DEMARRAGE.
- 3- Quand DEMARRAGE est initiée, les mécanismes auxiliaires d'urgence, vitaux à la machine, sont testés La pompe en cc de réserve d'huile de lubrification est commandée à démarrer pour une période fixe et puis arrêtée
 - Indication “UNITE PRETE POUR DEMARRAGE” désactivée.
 - Indication “DEMARRAGE” active.
 - Démarrer pompe en cc. De réserve d'huile de lubrification (88QE).

Si le teste au point 3. Est valide, l'action suivante sera exécutée :

- Démarrer la pompe d'huile de lubrification avant/après (88QA).
 - Démarrer TEMPORISATEUR HUILE MINERAL DE LUBRIFICATION ADEQUAT (10 sec)
- 4- Avant l'expiration du TEMPORISATEUR HUILE MINERAL DE LUBRIFICATIONADEQUAT, les conditions suivantes doivent être satisfaites
 - PAS Pression distributeur huile de lubrification basse (PAL-300)

- En cas contraire, l'arrêt rapide "Echec de vérification correcte d'huile minéral de lubrification" (MLOCHKFLT) sera activé.

5- Les signaux d'alarme et d'arrêt rapides suivants seront actifs 10 sec. Après la commande de démarrage de la pompe d'huile de lubrification avant/après (88QA)

- Pression distributeur huile de lubrification basse (PAL-300)
- Pression distributeur huile de lubrification inférieure basse (PSLL-303 & PSLL-313).
- Pression pompe distributeur huile de lubrification inférieure basse (PSLL-001).

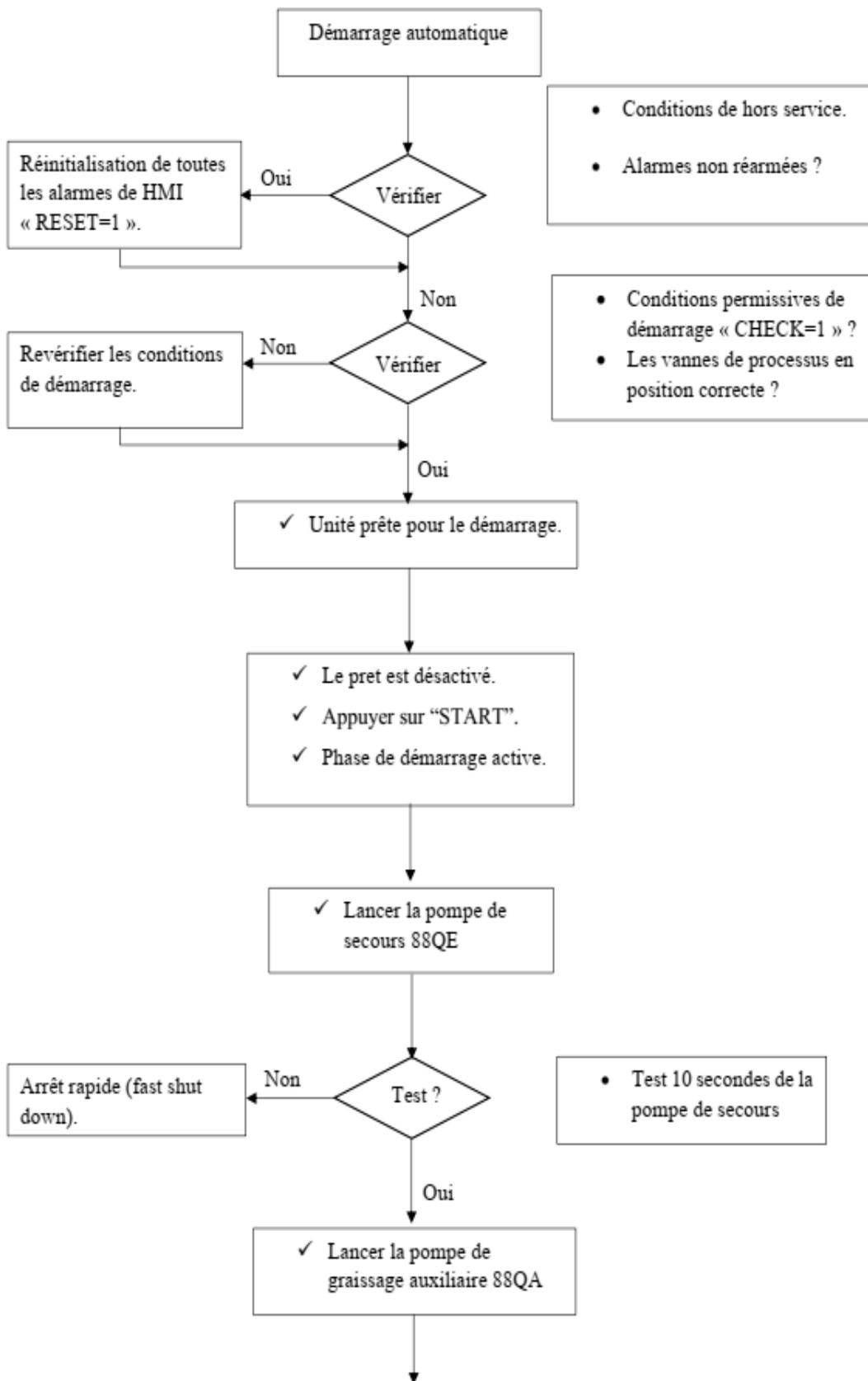
6- Les suivants arrêt rapides et signaux d'alarme seront activés 10 sec. Après la commande de démarrage de la pompe d'huile hydraulique (88HQ)

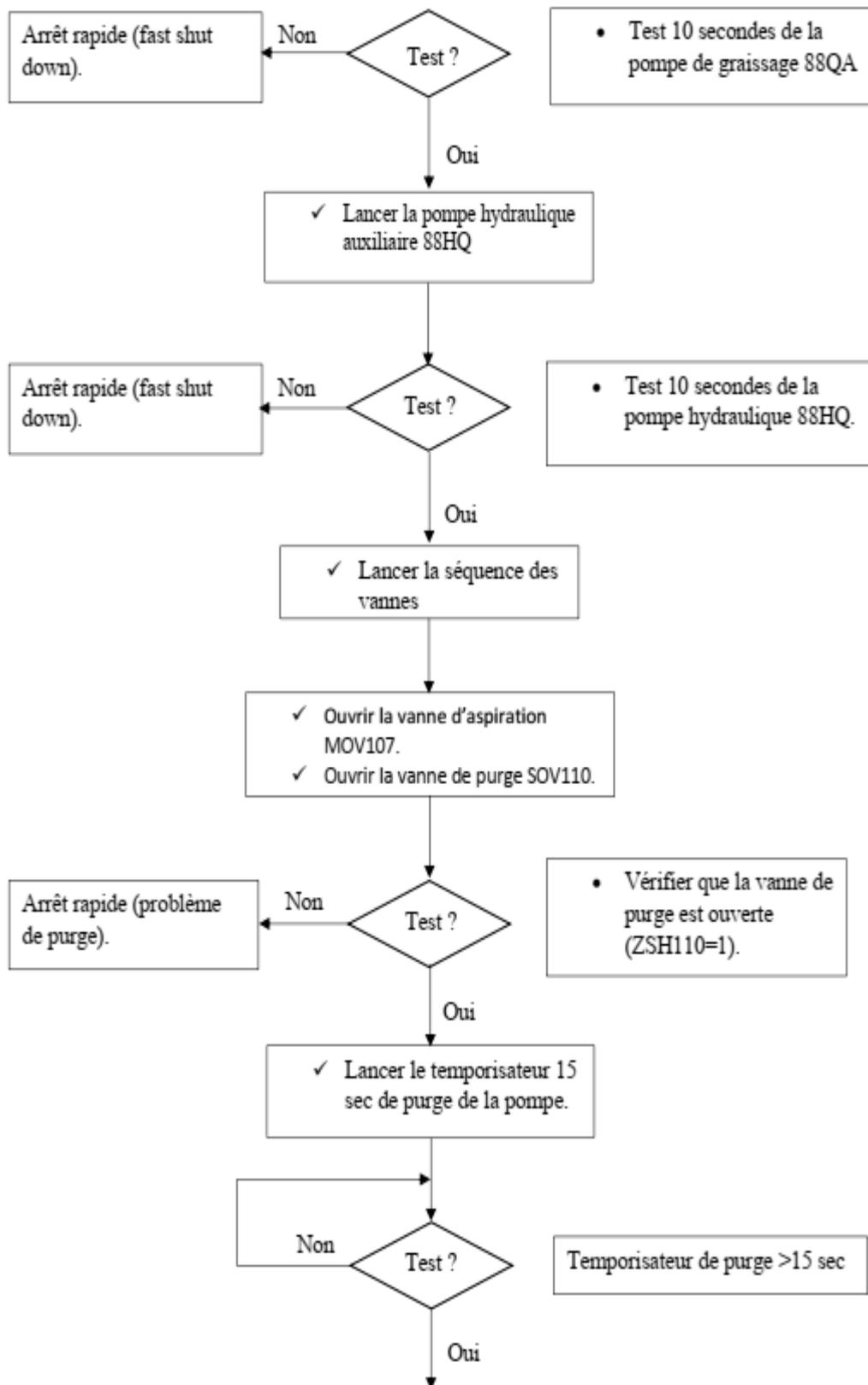
- Pression basse distributeur huile hydraulique (PAL-308).

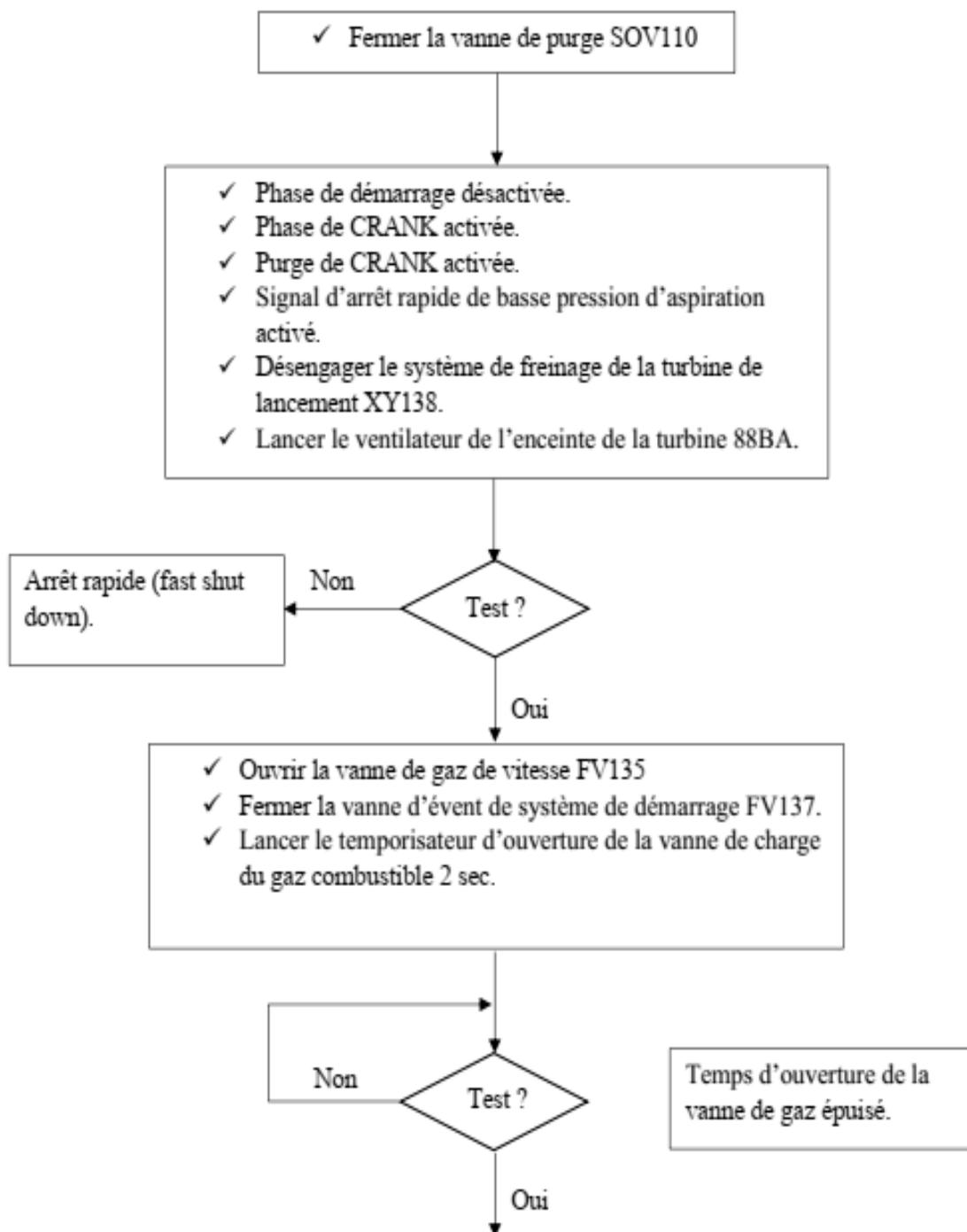
7- La VERIFICATION HUILE MINERAL DE LUBRIFICATION ADEQUAT sera activée, SYSTEM DE DEMARRAGE PERMISSIF POUR DEMARRER sera activé, et les actions suivantes seront exécutées

- Démarrer PHASE MANIVELLE.
- Indication "DEMARRAGE" désactivée.
- Indication "PURGE MANIVELLE" active.
- Démarrer le moteur démarreur électrique (88CR).
- Démarrer TEMPORISATEUR REPRISE DU MOTEUR DEMARREUR ELECTRIQUE (10 sec).
- Démarrer TEMPORISATEUR DECOLLAGE DE NGG (25 sec).
- Démarrer TEMPORISATEUR PURGE A TEMPSSUPPLEMENTAIRE DU COMPRESSEUR AXIAL DU MOTEUR (10 min).

IV.2.3. Programmes de commande de la séquence de démarrage a CRANK de PGT10







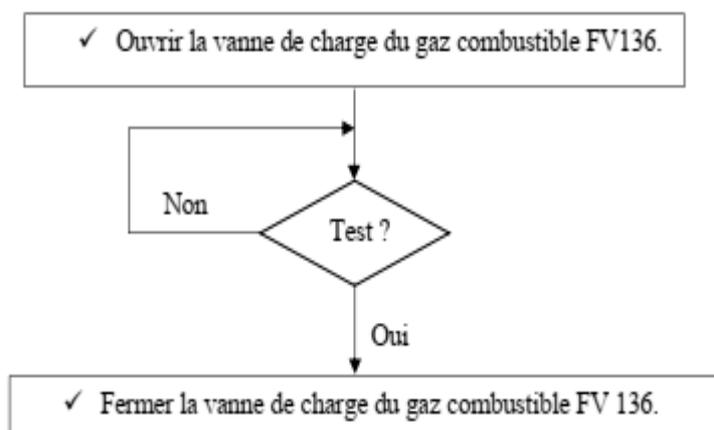


Figure IV-1. Organigramme de démarrage CRANK de la turbine à gaz PGT10.

IV.3. Modélisation de processus par grafcet

Pour comprendre plus précisément le fonctionnement du processus c'est-à-dire l'interaction entre la partie commande et la partie opérative et pour développer une solution de conduite programmable, la modélisation de ce cycle en Grafcet s'avère nécessaire. Le modèle de conduite que nous allons développer doit reprendre aussi fidèlement que possible le fonctionnement de la machine, de plus des contraintes matérielles par la société viennent s'ajouter à la modélisation. [14]

IV.3.1. Outil de modélisation GRAFCET

Le GRAFCET est un outil graphique de définition pour l'automatisme séquentiel, il est également utilisé dans beaucoup de cas combinatoire. Il utilise une représentation graphique. C'est un langage clair, stricte mais sans ambiguïté, permettant par exemple aux réalisateurs de montrer aux donneurs dans l'ordre comment il a compris le cahier des charges. Langage universel, indépendant de la réalisation pratique, peut se câbler par séquenceur, être programmé sur automate, voir sur ordinateur. [14]

IV.3.2. Symbolisation du GRAFCET

La symbolisation du Grafcet est représentée par la figure suivante

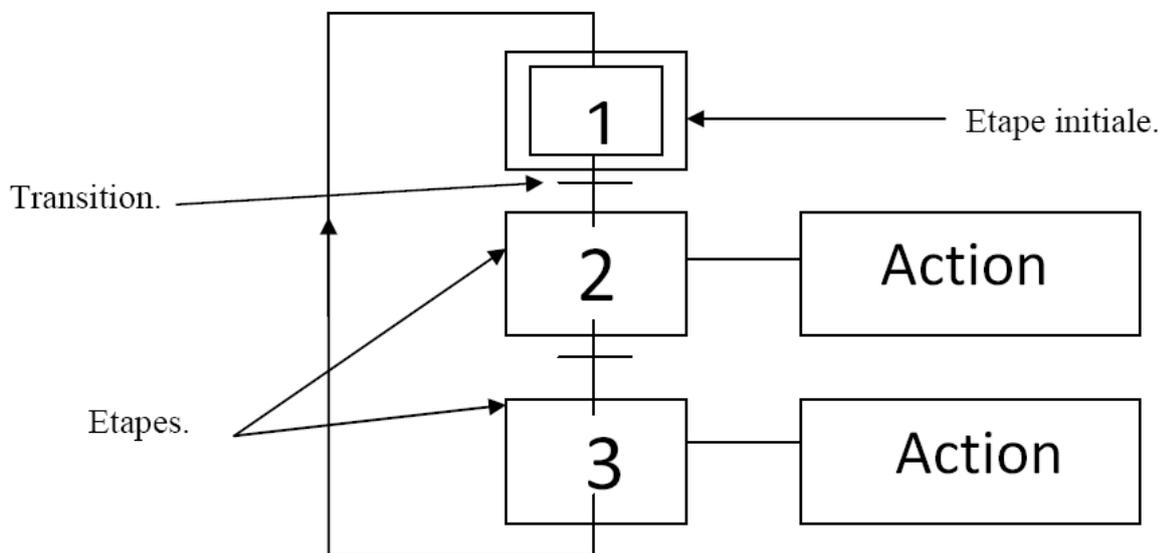


Figure IV-2. Symbolisation du Grafset. [14]

Symbol	Entrées	Symbol	Sorties
m1	START	88QE	Pompe de secours
k1	Contact de moteur QE	88QA	Pompe de graissage
k2	Contact de moteur QA	88HQ	Pompe de hydraulique
k3	Contact de moteur HQ	88BA	Ventilateur de l'enceinte
k4	Contact de moteur BA	XY138	Electrovanne

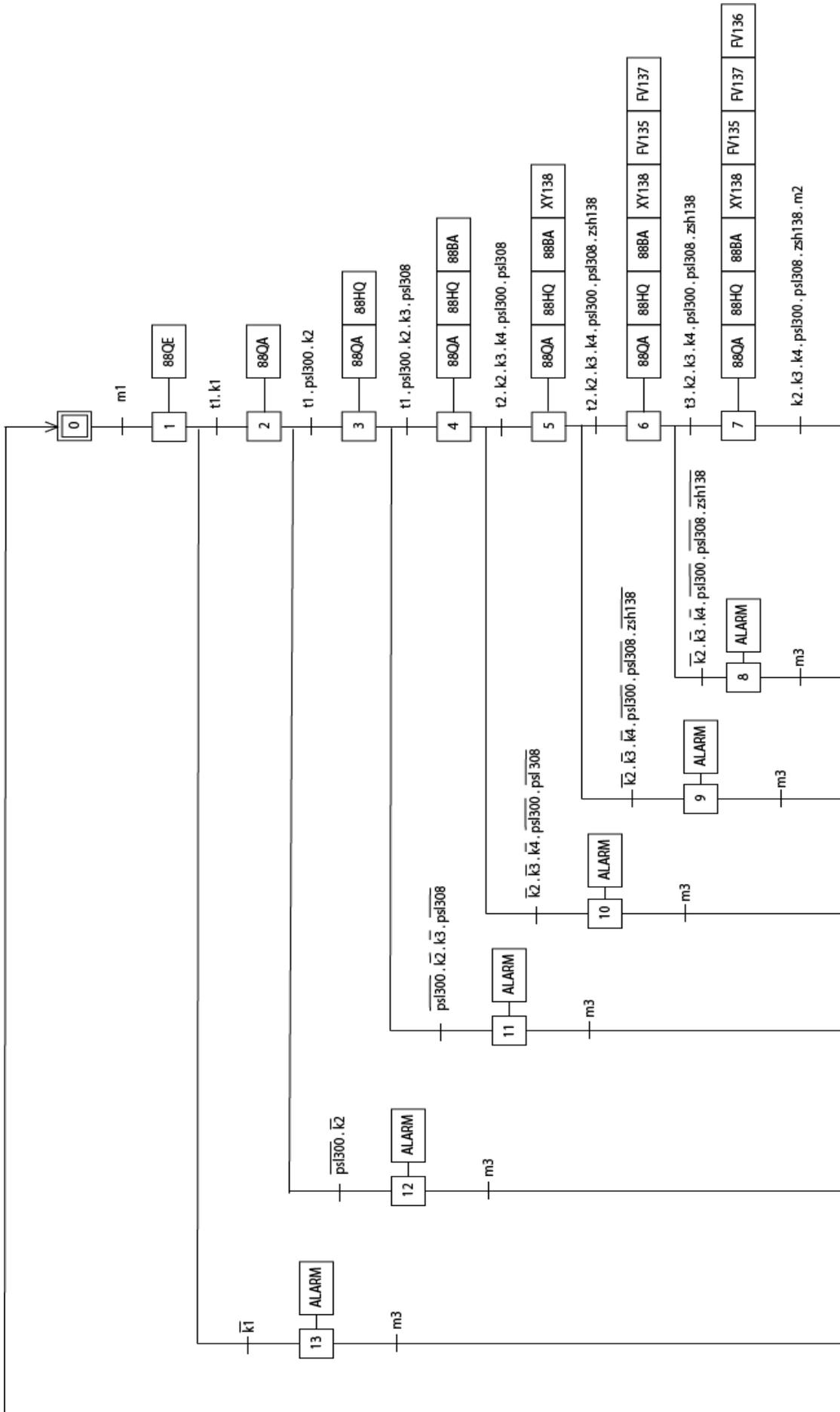
psl300	Capteur de électrovanne	FV135	Electrovanne de gaz de Vitesse
psl308	Capteur de électrovanne	FV137	Electrovanne d'évent de système de démarrage
zsh138	Capteur de électrovanne	FV136	Electrovanne de charge du gaz combustible
m2	Arrêt	ALARM	alarme
m3	Reset	/	/
t1	Temporisateur 10 sec	/	/
t2	Temporisateur 15 sec	/	/
t3	Temporisateur 2 sec	/	/

Tableau IV-1. : de les entrés et les sorties.

- **Les alarmes**

Les alarmes peuvent être utiles pour diagnostiquer les erreurs et les pannes matériels. On distingue deux type alarmes TOR et alarmes analogiques pour notre cas on a utilisé seulement des alarmes analogiques.

IV.3.3. Grafct correspondant au cahier de charge.



IV.4. Logiciel de programmation API SIEMENS TIA PORTAL

IV.4.1. Présentation du logiciel

La plateforme Totally Integrated Automation Portal est le nouvel environnement de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d’automatisation avec un système d’ingénierie intégré comprenant les logiciels SIMATIC STEP 7 V13 et SIMATIC WinCC V13. Le logiciel optimise l’ensemble des procédures au niveau planification, machine et processus. Son interface utilisateur intuitive, ses fonctions simples et sa transparence totale des données le rendent extrêmes convivial. Des données et projet déjà existants peuvent être intégrés aisément, ce qui garantit la sécurité de l’investissement. Ce qui nous a poussés à travailler avec le TIA PORTAL c’est l’intégration de WinCC à son interface qui rend la programmation plus simple. [8]

IV.4.2. Création du projet

Afin de créer un projet, il faut bien sélectionner l’action « *Create a new project* ». On peut donner un nom au projet, choisir un chemin où il sera enregistré, indiquer un commentaire ou encore définir l’auteur du projet.

Une fois que ces informations sont entrées, il suffit de cliquer sur le bouton « *Create* ». (Figure IV 2)

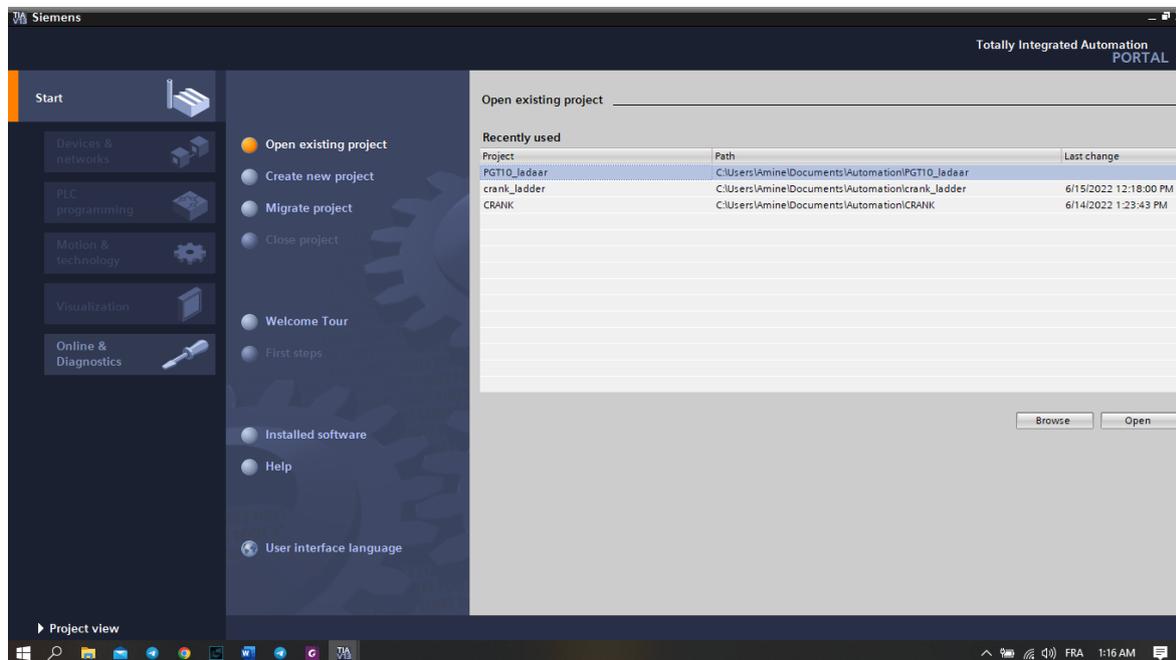


Figure IV-3. Création de Project.

IV.4.3. Configuration de la station de travail

Une fois le projet créé, on peut configurer la station de travail (figure IV 3).

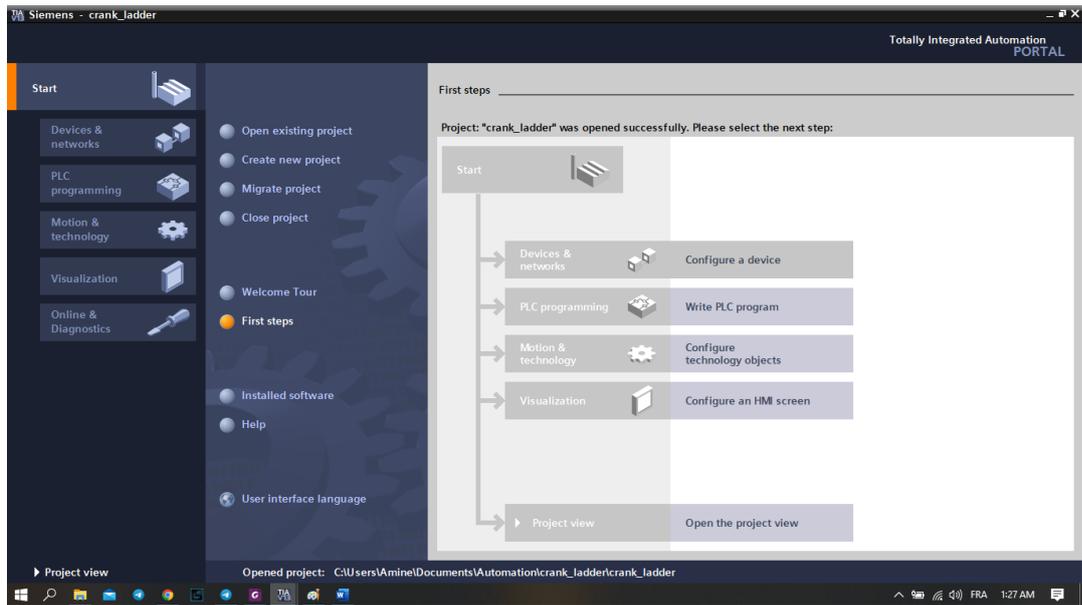


Figure IV-4. Configuration d'un Project.

La première étape consiste à définir le matériel existant. Pour cela, on peut passer par configurer un appareil et cliquer sur « *add a new device* » dans le navigateur du Project. La liste des éléments que l'on peut ajouter apparait (API, HMI, système PC). On commencera par faire le choix de notre CPU (Figure IV 4).

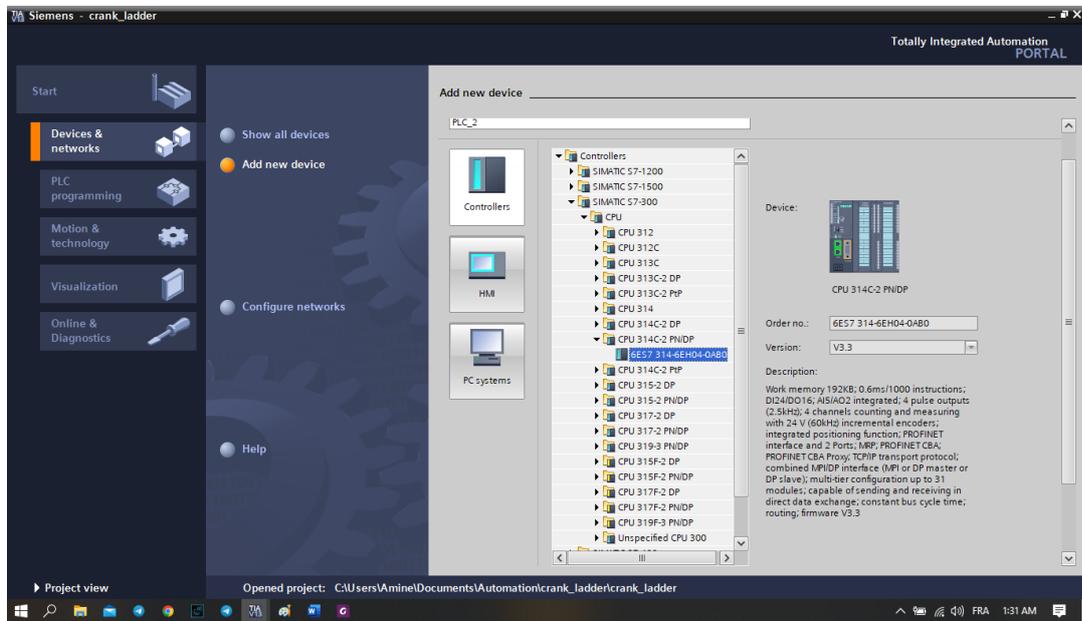


Figure IV-5. Le choix de CPU

Lorsque l'on sélectionne un élément à insérer dans le projet, une description est proposée dans l'onglet information en cliquant sur catalogue de matériel (**Figure IV 5**). Pour ensuite venir ajouter les modules complémentaires (châssis, E/S TOR ou analogiques, module de communication,.....).

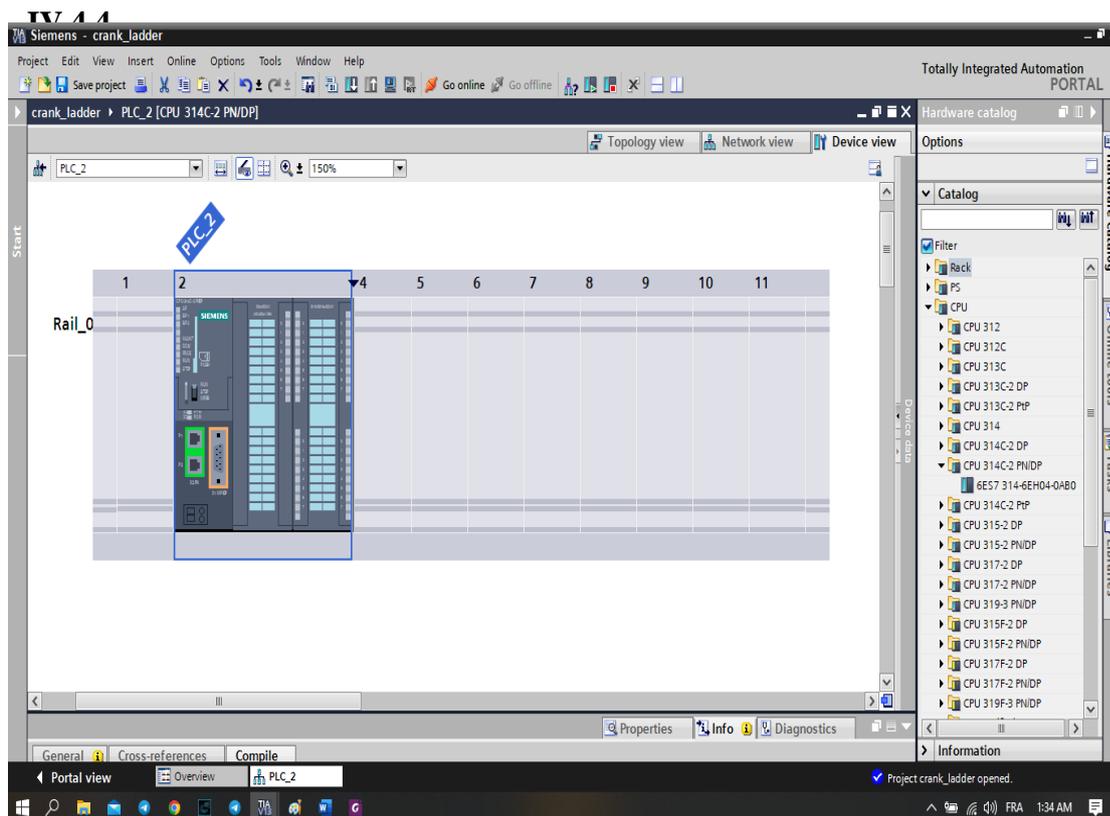


Figure IV-6. Fenêtre du Configuration des appareils.

Table des variables API

C'est dans la table des variables API que l'on va pouvoir déclarer toutes les variables et les constantes utilisées dans le programme (Figure IV 6).

Lorsque l'on définit une variable API, il faut définir :

- Un nom : c'est l'adressage symbolique de la variable.
- Le type de donnée : BOOL, INT, ...
- L'adresse absolue : par exemple Q0.5.

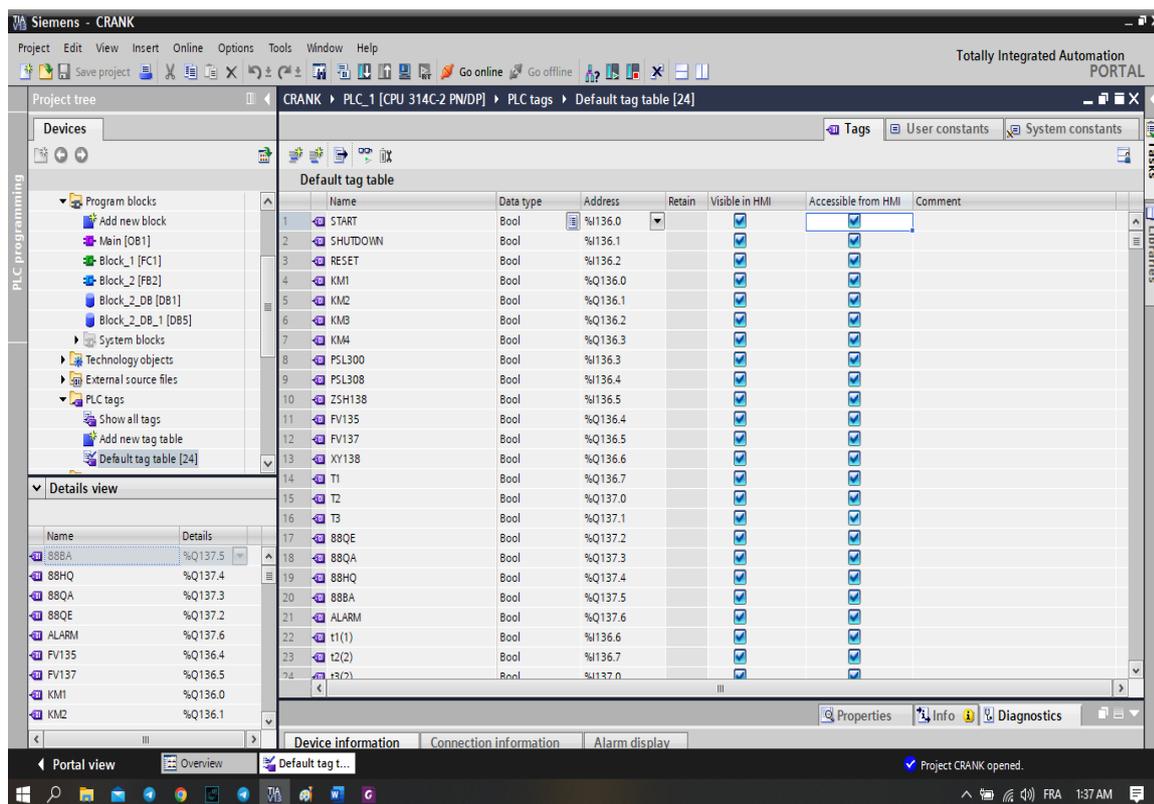


Figure IV-7. Table de variable.

IV.4.5. Langages de programmation

La programmation en TIA PORTAL a trois modes de représentation :

- Mode liste (LIST) : image textuelle proche du comportement interne de l'automate.
- Mode logigramme (LOG) : langage graphique, utilisant les symboles de l'électronique numérique (portes logiques).
- Mode contact (CONT) : suite de réseaux parcourus séquentiellement dont les entrées sont représentées par des interrupteurs et les sorties par des bobines. [8]

IV.4.6. Blocs du programme utilisateur

Le logiciel TIA PORTAL dans ces différents langages de programmation possède un nombre important de bloc utilisateur, destinés à structurer le programme utilisateur dont on peut citer les réseaux suivants

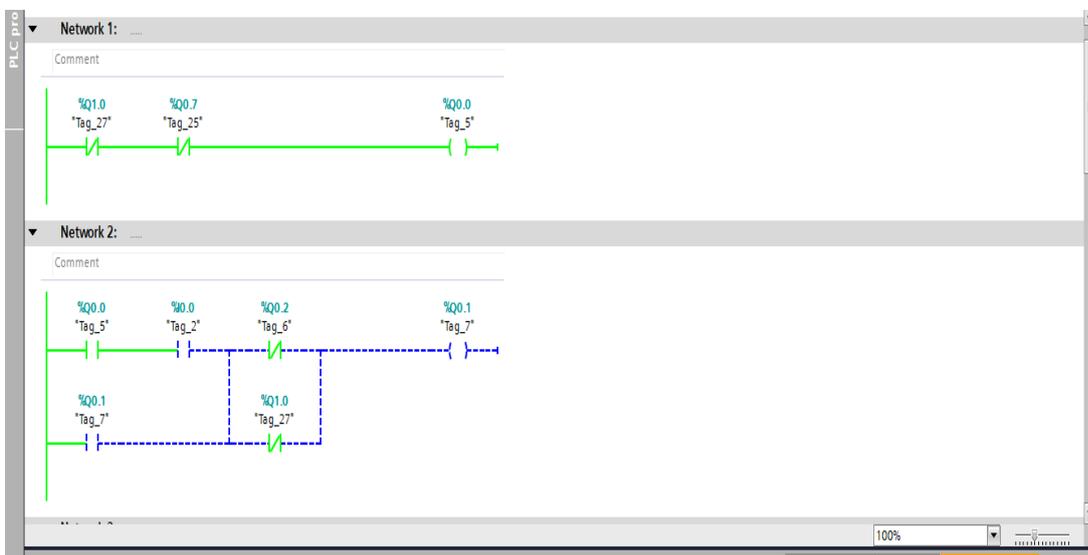
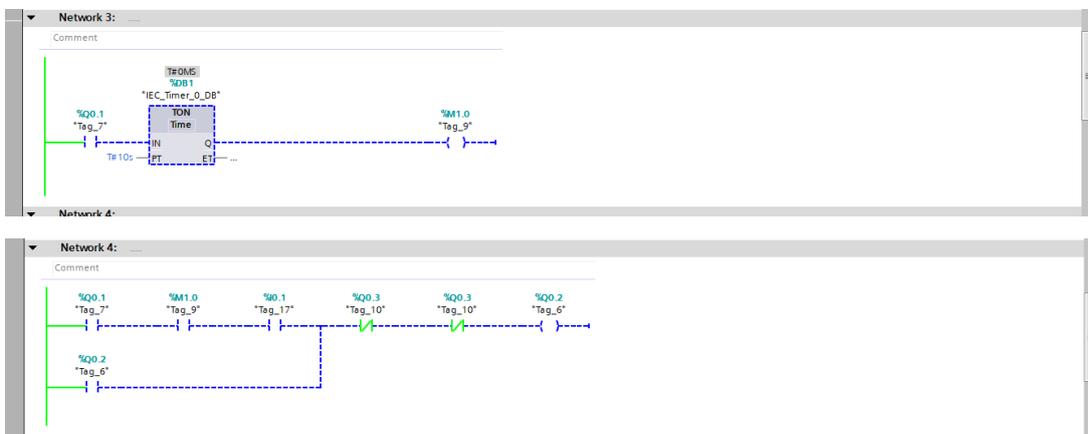


Figure IV-8. Conditions permissives pour le démarrage



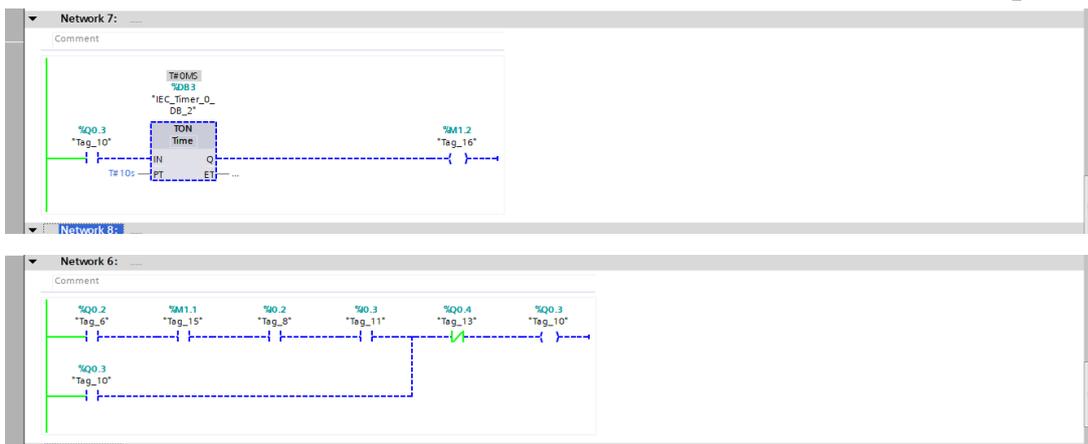


Figure IV-9. démarrer temporisateur huile minéral de lubrification adéquat .

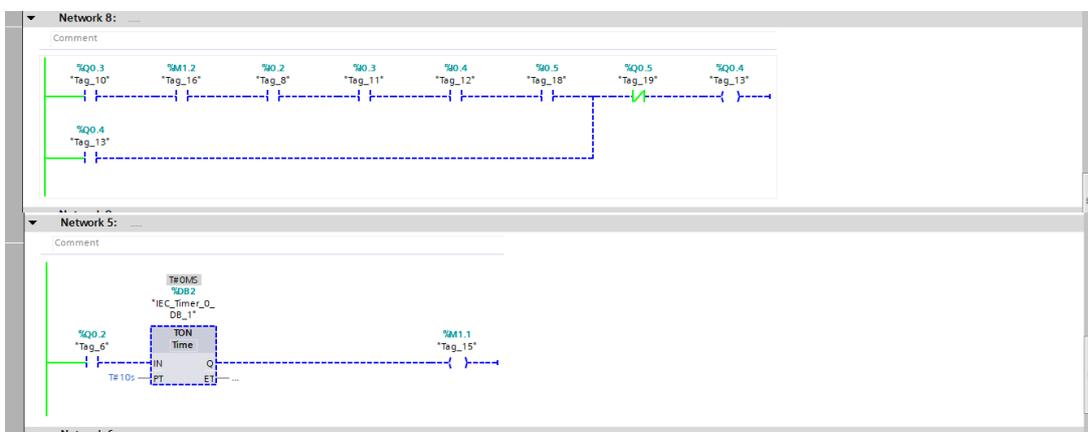


Figure IV-10. Démarrer système ventilation 88BA

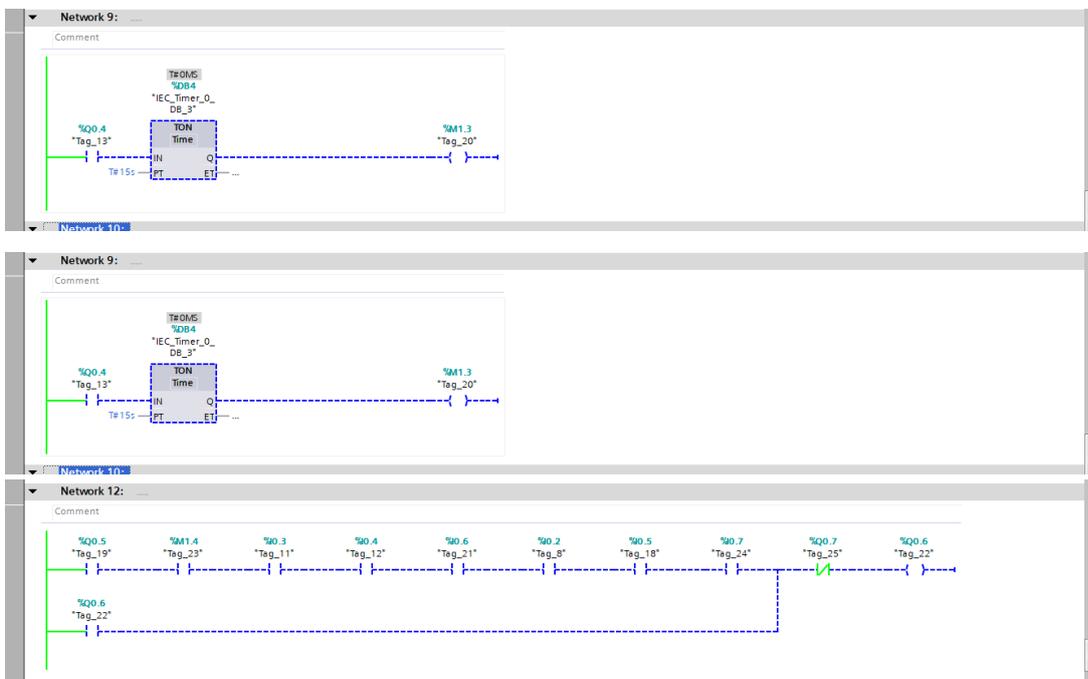


Figure IV-11. Commande des vannes de lubrification.

IV.4.7. Le simulateur des programmes PLCSIM

L'application de simulation de modules S7-PLCSIM permet d'exécuter et de tester le programme dans un Automate Programmable (API) qu'on simule dans un ordinateur. [8]

S7-PLCSIM dispose d'une interface simple permettant de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme (comme, par exemple, d'activer ou de désactiver des entrées), tout en exécutant le programme dans l'API

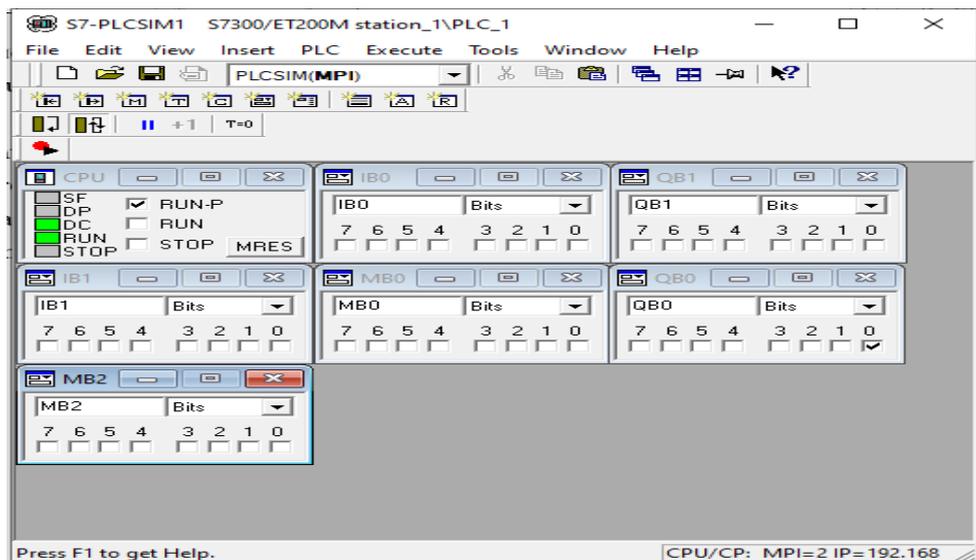


Figure IV-12. Simulateur S7-PLCSIM en état d'exécution du programme de démarrage.

IV.5. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté l'étude descriptive de notre système (système de démarrage de TEST CRANK de PGT10). On a également présenté le principe du fonctionnement du système et les éléments de l'installation de ce dernier.

Ce chapitre nous permet de programmer, simuler la commande du notre système en utilisant l'automate s7-300 par le logiciel de programmation step7 manager et Wincc. Nous avons testé le fonctionnement de notre système par simulation. Nous avons montré également les performances de la commande programmée. On a également présenté une étude de la commande par MARKVI de la station sp3. Les résultats obtenus montrent clairement que de bonnes performances sont obtenues avec la commande par MARK VI.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le but de ce travail est d'établir le contrôle de la séquence de démarrage et sa visualisation de la turbine à gaz PGT10 à l'aide du système de contrôle MARK VI et de sa boîte à outils. Bien que les conditions de stage aient été bonnes, nous avons rencontré quelques difficultés quant à savoir si le simulateur pouvait simuler les programmes construits sous TOOLBOX. A cet effet, une solution est proposée pour atteindre les objectifs fixés par le plan de travail. La simulation a lieu dans STEP 7.

En réalisant ce travail, nous avons pu assimiler les points suivants :

- Le contrôle de la turbine à gaz PGT10 ne nécessite pas un haut niveau de redondance, il est réalisé par un système simplex.
- Nous avons pu utiliser une partie du code de l'application TOOLBOX ; le langage utilisé par l'automate programmable MARK VI qui nous intéressait pour contrôler la séquence de démarrage de la turbine à gaz PGT10 installée sur le SP3.
- Le problème de simulation du programme de contrôle sous TOOLBOX nous a obligés à développer l'application sous un autre logiciel STEP7 standard.
- Simulation du contrôle de la turbine à gaz jusqu'à son stade CRANK sous STEP 7 sur la base de l'analyse fonctionnelle conçue pour la boîte à outils.

Bibliographie

[1]	a. ramdan, "présentation d'un system de contrôle et de sécurité DSC/ESD d'un station de pompage SP3 NK1," MEMOIRE DE MASTER, BISKRA, 2017/2018.
[2]	d.-s. e. kneppert, "gestion des fonctionnement de la sécurité par automate programmable industriel dédiée à la sécurité," les notes scientifiques et techniques de L.I.N.R.S, 2002.
[3]	a. hamza, "analyse des risque ,incendie au niveau de la station de pompage n2," rapport de stage, 2008/2009.
[4]	M. KHAOULA, "Elaboration de la commande de la sequence de demarage de la turbine a gaz PGT10 par TOOLBOX et STEP 7-Station de pompage SP3 Biskra-," MEMOIRE DE MASTER, BOUMERDES, 2014/2015.
[5]	"ABB LUMMUS GLOBAL SPA OK1 34"," <i>OLEODUC HEH-SKIKDA STATIONS DE POMPAGE,MANUEL D'EXPLOITATION STATION DE POMPAGE SP3 BIS</i> , no. 10630-0350-P25-OM-00001.
[6]	N. PIGNONE, "NUOVO PIGNONE FLORENCE," <i>NOTICE DE MATERIEL DE TURBOPOMPE (SP3BIS) STATIONS DE POMPAGE</i> , vol. I, no. identicatif de document 10630-5431-0P0-SP-35001.
[7]	S. Soufiane, "Etude d'une station de pompage sp2 : Commande par automate programmable S7-300," MEMOIRE DE MASTER, BISKRA, 2019.
[8]	C. M. BENDALI Manel, "système de commande de démarrage d'une turbine à gaz à l'aide d'API et visualisation sur un HMI," MEMOIRE DE MASTER, 2016-2017.
[9]	D. B. e. R.Wesorick, "GE Gaz Turbine Design Philosophy," NY.
[10]	B. Oussama, "Commande et supervision de la turbine a gaz "PGT10" a base de l'automate programmable "MARK VI"SPEEDTRONIC de," MEMOIRE DE MASTER, 2008.
[11]	M. Nacer, "Commande et supervision à base d'un API S7 300 d'un système gas-oil d'une turbine à gaz," MEMOIRE DE MASTER, Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou, 2009.

[12]	H. R. HADJLOUM YASSINA, "Etude et programmation des sequences de demarage de la turbine a gaz MS3002 sous MARK VI," MEMOIRE DE MASTER, TIZI-OUZOU, 2009/2010.
[13]	<i>GE industriel Systems-SPEEDTRONIC Mark VI TMR: heavy duty gaz turbine control.</i>
[14]	M. K. Z. e. M. K. LYES, "Modélisation séquentiel et conception d'une solution de supervision de la séquence de lancement du turbocompresseur de la station Boosting de SONATRACH à HASSI R'MEL," MEMOIRE DE MASTER, BOUMERDES, 2012/2013.
[15]	M. H. Y. M. H. RAZIKA, "Étude et programmation des séquences de démarrage de la turbine à gaz MS3002 sous Mark VI," MEMOIRE DE MASTER, TIZI-OUZOU, 2009-2010.