



LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES
Génie Electrique



RAPPORT DE FIN D'ETUDES

**Etude du système. Numériques de contrôle
commande (SNCC) à la centrale thermique
&
Automatisation et Supervision
Des pompes de secours de circuit d'huile du
groupe turbo alternateur (GTA)**

Réalisé Par :
Djazi Mehdi

Encadré par :

Pr T.Lamhamdi (FST FES)

Mr M.Hmama (OCP)

Soutenu le 16 Juin 2015 devant le jury

Pr T. LMHAMDI (FST FES)

Pr H. EL MOUSSAOUI (FST FES)

Pr F. ABDI (FST FES)

Remerciement

Je tiens à exprimer mon gratitude et mes remerciements au **membre de jury**. Veuillez accepter dans ce travail mon sincère respect et ma profonde reconnaissance.

Je tiens également à remercier infiniment mon encadrant de l'école **Mr T. LAMHAMDI** pour m'avoir guidé dans l'élaboration de ce travail et contribuer largement à sa réalisation avec la patience et le dynamisme qui le caractérise et aussi son soutien tout au long de mon projet.

Je présente mes remerciements à Mr le Directeur de **L'OFFICE CHERIFIEN DE OHOSPATE DE EL JADIDA** de m'avoir accordé ce stage.

Mes remerciements s'adressent également à **Mr S. Benzakour** pour tous les efforts qu'il est fourni à fin de me permettre les meilleures conditions de compréhension d'apprentissage.

A mon encadrant de stage **Mr M. HAMAMA** pour ses conseils, ses encadrements et sa disponibilité durant toute la période du stage.

Je remercie l'ensemble des personnels au sein du département Exploitation, et maintenance et tout particulièrement **Mr Danoun. Mr Chihan. Mr Bouzid**

Mr Samir.

Que tout le corps professoral et administratif de **LA FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES**, trouvent ici mes vifs remerciements pour tout le travail effectué durant ma formation à la faculté.

Dédicace

*Que ce travail témoigne de mes respects : **A** mes parents :*

Grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études.

Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux.

Je prie le bon Dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils seront toujours fiers de nous.

***A** mes sœurs et à mes frères.*

***A** ma famille.*

Ils vont trouver ici l'expression de mes sentiments de respect et de reconnaissance pour le soutien qu'ils n'ont cessé de nous porter.

***A** tous mes professeurs :*

Leur générosité et leur soutien m'oblige de leurs témoigner mon profond respect et ma loyale considération.

***A** tous mes amis et mes collègues :*

Ils vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie.

Résumé

Une qualité optimale, des coûts réduits et une accélération de la mise sur le marché constituent des défis majeurs pour l'industrie du phosphate.

A cet effet **L'OCP** ne cesse d'améliorer ses technologies. Particulièrement, elle veille à éviter les ruptures des travaux et assurer par la suite une continuité de productivité, car les arrêts non programmés ne peuvent qu'influencer négativement sur la crédibilité de la société et lui engendrer des pertes considérables.

La société a décidé de renouveler son installation de circuit d'huile du groupe turbo-alternateur à technologie techniquement dépassée, celle de relayage par une nouvelle installation à travers un Système Numérique de Control et de Commande SIMATIC PCS7 de marque Siemens basé sur les automates S7-400 dans le but d'éviter toutes les pertes considérables.

Liste des figures :

Figure 1:CARTE DES PRINCIPAUX SITES D'IMPLANTATION DU GROUPE OCP.	13
Figure 2:FICHE SIGNALÉTIQUE DU GROUPE OCP	14
Figure 3:SITE DE JORF LASFAR.....	15
Figure 4:LES ENTEES ET LES SORTIES DU COMPLEXE MAROC PHOSPHORE DE JORF LASFAR.	17
Figure 5:DIAGRAMME DE BLOC DE MAROC PHOSPHORE III ET IV	19
Figure 6:Organigramme de PCJ	19
Figure 7:LA CENTRALE THERMOELECTRIQUE.....	22
Figure 8:Schéma synoptique du circuit vapeur HP-MP.....	24
Figure 9:STRUCTURE D'UN SNCC.....	26
Figure 11:Groupe turbo alternateur de centrale thermique.....	35
Figure 12:SYNOPTIQUE DU GTA.	36
Figure 13: Système s7_400H	43
Figure 14:ARCHITECTURE DE CONSTRUCTION D'UN S7 400.	44
Figure 15: ARCHITECTURE DE CONSTRUCTION D'UN S7 400.	45
Figure 16:CREATION D'UN NOUVEAU PROJET.....	48
Figure 17: CONFIGURATION MATERILE	49
Figure 18:CONFIGURATION DE LA STATION SIMATIC 417 H.	49
Figure 19:LA configuration des composantes dans HW config.	51
Figure 20:TABLE DE MNEMONIQUE.	52
Figure 21:EXEMPLE DU PROGRAMME LADDER.	53
Figure 22:LE SIMULATEUR DE STEP 7	53
Figure 23:CHARGEMENT DU PROGRAMME.	54
Figure 24:vue principale du système à superviser	55

Liste des Tableaux:

Tableau 1:les caractéristiques de la turbine	22
Tableau 2 : les caractéristiques de l'alternateur	23
Tableau 3:CARACTERISTIQUES DE LA CPU 417 4H.....	31
Tableau 4: les inconvénients et les avantages de la technologie de relais	34
Tableau 5:les inconvénients et les avantages de la technologie d'API.....	34
Tableau 6:les caractéristiques de Poste d'huile.....	38
Tableau 7: les caractéristiques de la pompe 1ere secours 20AP03.....	39
Tableau 8:les caractéristiques de la 2eme pompe de secours 20AP04.....	40
Tableau 9:Les caractéristiques de la 3eme pompe de secours 20AP05.....	40

Table des matières

<i>Remerciement</i>	3
---------------------------	---

<i>Dédicace</i>	4
<i>Résumé</i>	5
<i>Introduction générale</i>	10
Chapitre 1 Présntation de l'organisme d'accueil	11
1. Présentation du groupe OCP.	12
1.1 Présentation générale.	12
1.2 Historique.	12
1.3 Implantations	13
1.4 Fiche Signalétique du groupe OCP	14
1.5 Statut Juridique	14
2. Complexe industriel de l'OCP JORF LASFR.	15
2.1 Présentation générale.	15
2.2 Présentation de Maroc phosphore III & IV.....	17
2.3 Organigramme.....	19
Chapitre 2 Contexte générale du projet	20
1. Cahier des charges.	21
2. Présentation de la centrale thermique	21
2.1 Production et Distribution de l'énergie électrique	21
2.2 Production et Gestion de la vapeur	23
2.2.1 Production de la vapeur haute pression	23
2.2.2 Gestion vapeur de procédé	23
2.3 Production, Distribution de l'eau alimentaire et condensats	25
3. Etude des systèmes numérique de contrôle commande	25
3.1 Introduction.....	25
3.2 Structure du système numérique de contrôle commande.....	25
3.3 Fonctionnalités d'un système numérique de contrôle commande.....	27
3.4 Domaine d'utilisation des systèmes de contrôle commande numériques.....	28
3.5 Avantages et inconvénients d'un système numérique de contrôle commande.....	28

4..... Etude du système numérique de contrôle commande de la centrale thermoélectrique.	29
4.1 Description des entités pilotées par le SNCC de la centrale.	29
4.2 Avantages et limites du SNCC de la centrale : SIMATIC PCS7	32
Chapitre 3 Automatisation des pompes a huile	33
1. Introduction :	34
2. Le groupe turbo alternateur de la centrale thermoélectrique	35
2.1 Principe de fonctionnement :.....	35
2.2 Le rôle circuit d'huile du groupe turbo alternateur.	37
2.3 Les pompes de secours de circuit d'huile de GTA	39
Chapitre 4 Dimensionnement de la solution et la mise en œuvre des application	42
1. Introduction.	43
2.6 Choix et outils du système d'automatisation.	43
2.7 Outils de programmation STEP 7.....	44
2. Elaboration de la solution technique.	47
2.1 Programmation de l'automatisme des pompes de secours de circuit d'huile du GTA.	47
2.2 La supervision :.....	55
3. Conclusion :	56
<i>Conclusion générale :</i>	57

Introduction générale

Il est bien entendu qu'une formation ne pourrait être complète qu'après avoir effectué un exercice pratique. C'est dans ce cadre que nous sommes sollicités à effectuer un stage de formation visant à consolider les acquis par une confrontation avec la réalité du terrain. Ceci constitue une occasion de formation et d'apprentissage qui sert à enrichir les connaissances cumulées au cours de l'année au sein de Faculté des Sciences Techniques.

Pour faire face aux évolutions accélérées d'un marché de plus en plus concurrentiel et aux nouveaux enjeux en termes de gestion, les entreprises ne cessent de chercher les moyens d'augmenter leur productivité.

Sur le plan industriel, les technologies numériques et les systèmes automatisés et supervisés jouent un rôle primordial dans l'amélioration de la productivité, en effet, la maîtrise de tels systèmes permet, aux entreprises, le pilotage des processus de production pour répondre aux attentes des clients et aux besoins du marché.

Dans le cadre d'une vision stratégique, le groupe OCP a opté pour l'automatisation, et la supervision de l'ensemble des unités de Maroc Phosphore en implantant des systèmes numériques de contrôle commande afin de garantir un fonctionnement fiable et rentable des unités de production.

De nos jours, le développement des technologies des systèmes numériques entraîne une remise en cause des concepts classiques de commande liés à l'utilisation de relais.

Alors l'objectif de mon projet consiste, d'une part en l'étude et l'analyse des différents systèmes de contrôle commande existants au sein du centrale thermique , et d'autre part , en la proposition d'une solution d'automatisation des pompes de secours de circuit d'huile du groupe turbo alternateur (GTA) , puis en la réalisation d' une application de supervision qui assure le contrôle commande des pompes.

Il sera question de présenter tout d'abord l'organisme d'accueil ainsi qu'une vue globale sur le contexte général de ce projet.

Chapitre 1

Présentation de l'organisme d'accueil

1. Présentation du groupe OCP.

1.1 Présentation générale.

Le groupe Office Chérifien des Phosphates est un établissement public à vocation industrielle et commerciale, il a le monopole de l'exploitation et de la valorisation des phosphates du royaume depuis la prospection minière jusqu'à la commercialisation du minerai et de ses dérivés transformés localement.

Le phosphate provenant des sites d'exploitation minière limités à Khouribga, Benguerir, Youssoufia et Boucraâ (Laâyoune) subit plusieurs opérations de traitement. Le phosphate ainsi traité peut suivre deux orientations :

- Exportation comme matière première à une quarantaine de pays à travers le monde.
- Livraison aux industries chimiques du Groupe localisées à Safi et à JorfLasfar pour être transformé en produits dérivés comme l'acide phosphorique de base, l'acide phosphorique purifié et les engrais solides.

Pour mieux satisfaire les clients, le groupe OCP compte sur quatre points forts : le capital humain, le savoir-faire, l'écoute de ses clients et la qualité de ses produits.

1.2 Historique.

Les phosphates marocains sont exploités dans le cadre d'un monopole d'État confié à un établissement public créé en août 1920, l'Office Chérifien des Phosphates, devenu Groupe OCP en 1975. Mais c'est le 1er mars 1921 que l'activité d'extraction et de traitement démarre à Boujniba, dans la région de Khouribga.

En 1965, avec la mise en service de Maroc Chimie à Safi, le Groupe devient également exportateur de produits dérivés. En 1998, il franchit une nouvelle étape en lançant la fabrication et l'exportation d'acide phosphorique purifié.

Le 28 février 2008, l'Office Chérifien des Phosphates, établissement public régi par le dahir n° 1-60-178 du 4 Safar 1380 (29 juillet 1960), est transformé en une société anonyme à conseil d'administration, dénommée « OCP SA », régie par les dispositions de la loi n° 17-95 relative aux sociétés anonymes.

Parallèlement, de nombreux partenariats sont développés avec des opérateurs industriels du secteur, au Maroc et l'étranger.

1.3 Implantations

L'activité Mines a pour principale mission l'extraction, le traitement, l'enrichissement et la livraison du phosphate aussi bien aux Industries Chimiques (Safi et JorfLasfar) qu'à l'exportation via les ports de Casablanca, JorfLasfar, Safi et Laâyoune.

Les bassins phosphatés marocains sont répartis comme suit :

- Bassin des OuladAbdoun dans la région de Khouribga .
- Bassin de Gantour dans la région de Youssoufia.
- Bassin de Oued Eddahab dans le Sahara marocain.
- Bassin de Meskala dans la région d'Essaouira.

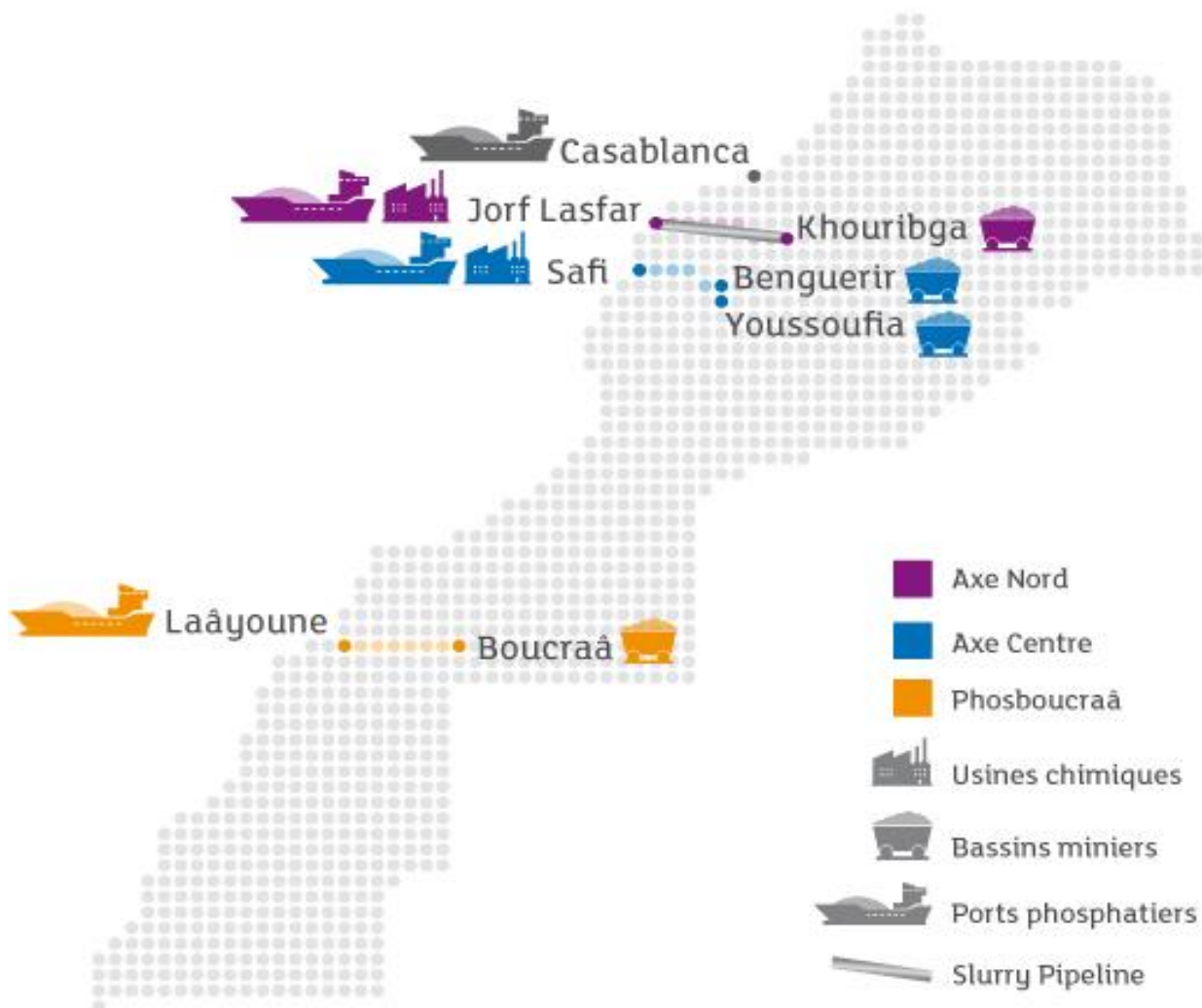


Figure 1: CARTE DES PRINCIPAUX SITES D'IMPLANTATION DU GROUPE OCP.

1.4 Fiche Signalétique du groupe OCP

Dénomination	Groupe Office Chérifien des Phosphates (OCP)
Raison Sociale	Office Chérifien des Phosphates SA
Statut Juridique	<i>Établissement publique relevant du droit privé</i>
Date de constitution	7 août 1920
Mise en place de la structure	juillet 1975
Président de la Direction Générale	M. Mustapha TERRAB
Centres de Production	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 4 centres d'exploitation minière : Khouribga, Benguéir, Youssoufia, Bouchraa. ▶ 2 centres de production : Safi , Jorfssfar
Secteur d'activité	<i>Extraction, valorisation et commercialisation des phosphates et produits divers.</i>
Produits	<i>Phosphates, acides phosphoriques, engrais</i>
Effectif	18 000 dont 6 % ingénieurs et équivalents
Capital social	8 287 500 000 Dhs
Siège Social	2, Rue Al Abtal, Hay Erraha, Casablanca
Téléphone	05.22.23.00.25
Fax	05.22.22.17.53

Figure 2: FICHE SIGNALÉTIQUE DU GROUPE OCP

1.5 Statut Juridique

Le groupe OCP a été constitué sous la forme d'un organisme d'État avec une gestion autonome. Mais étant donné le caractère de ses activités commerciales et industrielles, il est doté d'une organisation lui permettant d'agir avec les mêmes mécanismes privés.

L'OCP fonctionne ainsi comme une société dont le seul actionnaire est l'État il est dirigé par une Direction Général nommé par Dahir. Le conseil d'administration est présidé par le premier Ministre. En ce qui concerne la gestion financière, elle est entièrement séparée de celle de l'État.

Chaque année, L'OCP établit son bilan, son compte d'exploitation et ses prix de revient comme les entreprises privées. L'OCP est inscrit aussi au registre du commerce et soumis sur le plan fiscal aux mêmes obligations que n'importe quelle entreprise privée (patente, droits de douane, taxes à l'exploitation, impôts sur les salaires, impôts sur les bénéfices, ... etc.).

Toutefois, cet organisme connaît ces dernières années, une certaine tendance vers des partenariats étrangers (IMACID, EMAPHOS et PAKPHOS).

2. Complexe industriel de l'OCP JORF LASFR.

2.1 Présentation générale.

Le complexe des industries chimiques de JorfLasfar a été mis en exploitation en 1986. Il est situé à 24 Km au sud de la ville d'El Jadida avec une superficie globale de 1 835 ha dont environ 80% non encore occupés. Le site a l'avantage de la proximité de l'un des plus importants ports du Royaume.

Les produits commercialisés par le site sont :

- L'acide phosphorique purifié qualité alimentaire.
- Les engrais.

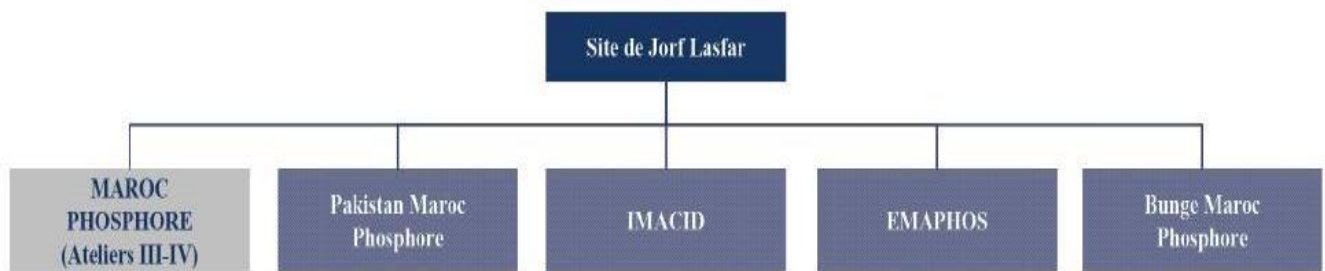


Figure 3:SITE DE JORF LASFAR.

Le Groupe OCP a noué avec ses clients des partenariats durables, parmi Lesquels on peut citer :

➤ **IMACID :**

Indo Maroc Phosphore S.A (IMACID) est une société indo-marocaine créée en 1997 sur le site de JorfLasfar. Son capital social de 619,998 millions de dirhams.

IMACID produit et commercialise de l'acide phosphorique. Sa capacité de production est de 430 000 tonnes par an. La société a produit 298 340 tonnes de P2O5 clarifié et en a commercialisé 275 854 tonnes.

➤ **EMAPHOS :**

EMAPHOS S.A, créé en 1996 à JorfLasfar est doté d'un capital de 180 millions de dirhams détenu à égalité par trois actionnaires : OCPSA, Société chimique Prayon Rupel et ChemischeFabrikBudenheim.

Son activité principale est la fabrication et la commercialisation d'acide phosphorique purifié avec une capacité de production de 150 000 tonnes P2O5.

Les ventes ont baissé de 128 545 tonnes en 2007 à 102 048 tonnes en 2008. Le chiffre d'affaires a doublé (+ 199%), passant de 1,06 milliard de dirhams en 2007 à 2,11 milliards en 2008.

➤ **PAKISTAN MAROC PHOSPHORE :**

Installé à JorfLasfar, Pakistan Maroc Phosphore a été créé en 2004 avec un capital de 800 millions de DH partagé à égalité entre OCP SA et le groupe pakistanais Fauji. Avec une capacité de 375 000 tonnes en P2O5, Pakistan Maroc Phosphore a pour activité la production et la commercialisation de l'acide phosphorique marchand. Les usines ont été inaugurées par Sa Majesté le Roi Mohammed VI le 30 octobre 2008. Cette même année, la société a produit 188 896 tonnes dont 166 346 tonnes ont été vendues.

➤ **BUNGE MAROC PHOSPHORE :**

Société anonyme au capital de 900 millions de DH, Bunge Maroc Phosphore a été créé le 15 avril 2008 à JorfLasfar et a débuté ses activités en mars 2009.

Le capital est détenu à parts égales par OCP et le brésilien Bunge. Bunge a pour activité la fabrication et la commercialisation d'acide phosphorique, d'engrais phosphatés et azotés et d'autres produits dérivés. Les capacités de production installées sont les suivantes :

- Acide phosphorique : 375 000 tonnes de P2O5 par an.
- Engrais (MAP/DAP) : 340 000 tonnes équivalent MAP par an.
- Engrais (TSP/MAP) : 270 000 tonnes équivalent TSP par an.

2.2 Présentation de Maroc phosphore III & IV.

Il contient quatre unités de production

- ✓ Unité de production d'acide sulfurique constitué de 6 lignes
- ✓ Unité de production d'acide phosphorique constitué de 8 lignes de production.
- ✓ Unité de production d'engrais à quatre lignes de production
- ✓ Unité de production de l'énergie électrique et des utilités

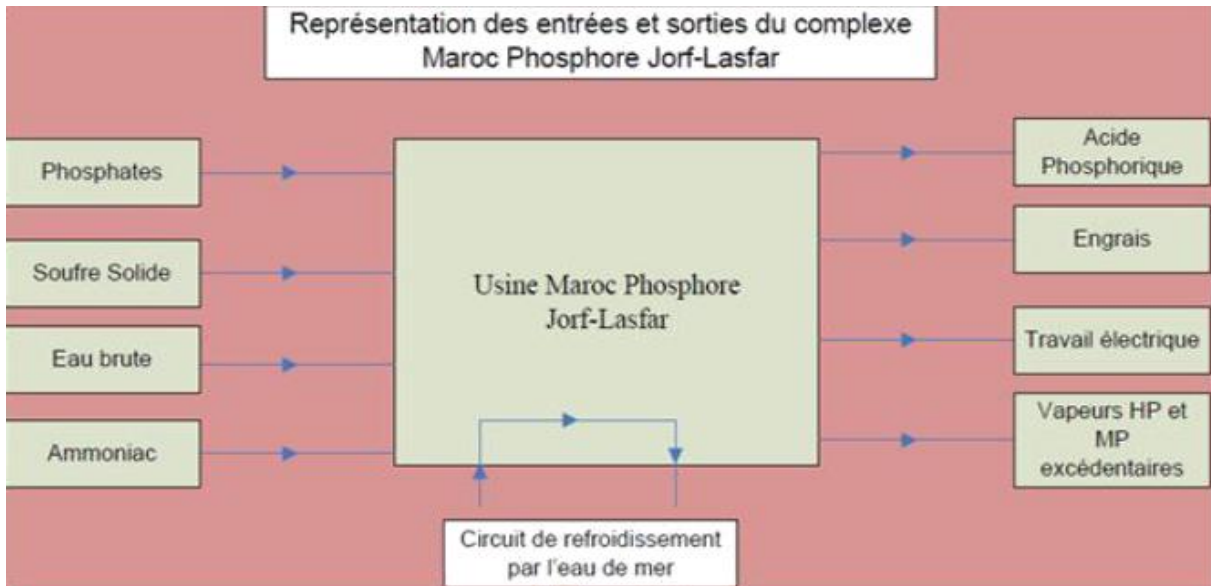


Figure 4: LES ENTEES ET LES SORTIES DU COMPLEXE MAROC PHOSPHORE DE JORF LASFAR.

➤ L'atelier sulfurique :

L'atelier de production d'acide sulfurique de MAROC PHOSPHORE JorfLasfar est composé de :

- ✓ six lignes de production identiques, de capacité unitaire 2650 TMH/j.
- ✓ 2 bacs de stockage de soufre liquide, et 6 bacs de stockage d'acide sulfurique.
- ✓ Une unité de stockage et de transfert d'acide sulfurique (12 bacs).

L'acide sulfurique produit est destiné aux clients internes (IDJ/PA pour la production de l'acide phosphorique, IDJ/ PE pour la production des engrais, EMAPHOS, IMACID) et aux clients externes au pôle chimie JorfLasfar.

➤ L'atelier phosphorique :

L'atelier de production de l'acide phosphorique de Maroc Phosphore JorfLasfar est composé de 8 lignes de production dont :

- ✓ 5 lignes de capacité 750 tonnes/j par ligne.
- ✓ lignes de capacité 500 tonnes/j par ligne.
- ✓ Fabrication de l'acide phosphorique.

20 échelons pour la concentration de l'acide 29% à 54%. Dont quatre peuvent produire de l'acide concentré.

Le phosphate venant de Khouribga passe dans des broyeurs d'où il sort à une granulation bien déterminée. Du phosphate broyé, de l'acide sulfurique, de l'eau et de l'acide phosphorique recyclé sont introduit dans une cuve d'attaque.

La bouillie obtenue passe sur un filtre rotatif sous vide, l'acide phosphorique à 29% en P2O5 est aspiré vers l'intérieur, le gypse retenu est lavé essoré puis dilué dans une grande quantité d'eau avant son évacuation vers la mer.

➤ **L'atelier des engrais :**

Il comprend 4 unités de production dans lesquels sont produits les 4 types d'engrais suivants :

- ✓ Di-ammonium phosphate (DAP)
- ✓ Triple superphosphate (TSP)
- ✓ Ammonium sulfo-phosphate (ASP)
- ✓ mono-ammonium phosphate (MAP)
- ✓ engrais complexes (NPK)

➤ **L'atelier des utilités :**

Il comprend toutes les unités alimentant les ateliers de production en énergie et fluides (électricité, vapeur, eau, air comprimé, combustible,...) afin de produire les produits intermédiaires et finis. Il est composé de :

- ✓ Une centrale électrique avec trois groupes turbo-alternateurs de 37MWh chacun.
- ✓ Une station de réception, de traitement et de distribution de l'eau douce.
- ✓ Une station d'air comprimé.

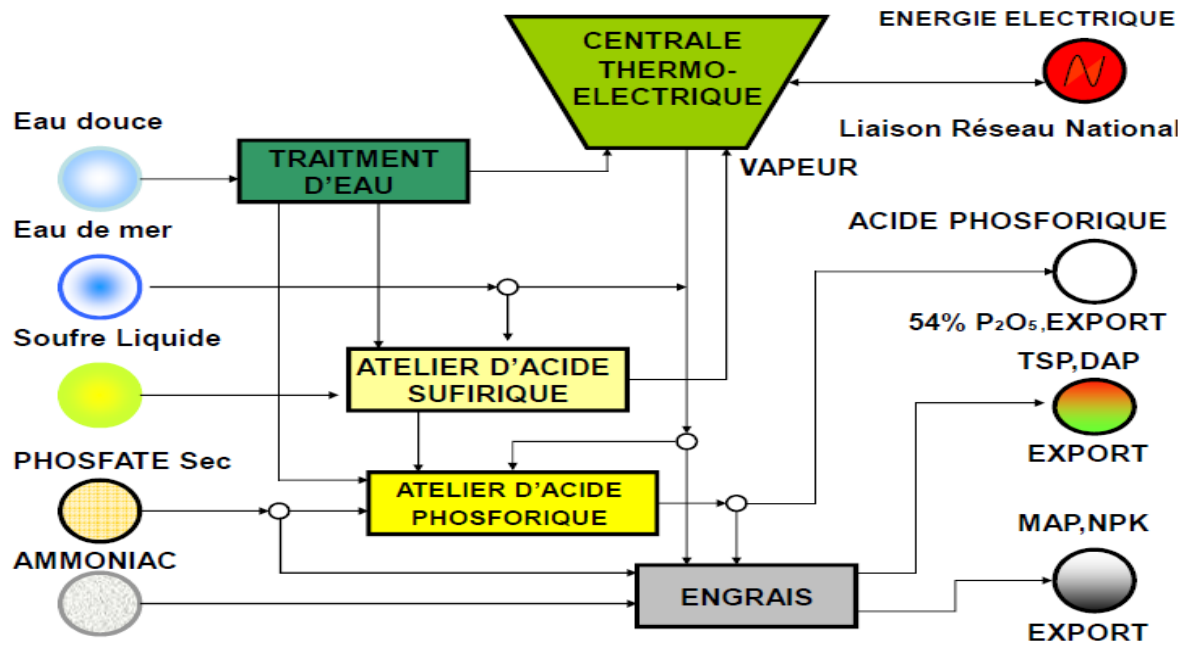


Figure 5:DIAGRAMME DE BLOC DE MAROC PHOSPHORE III ET IV

2.3 Organigramme

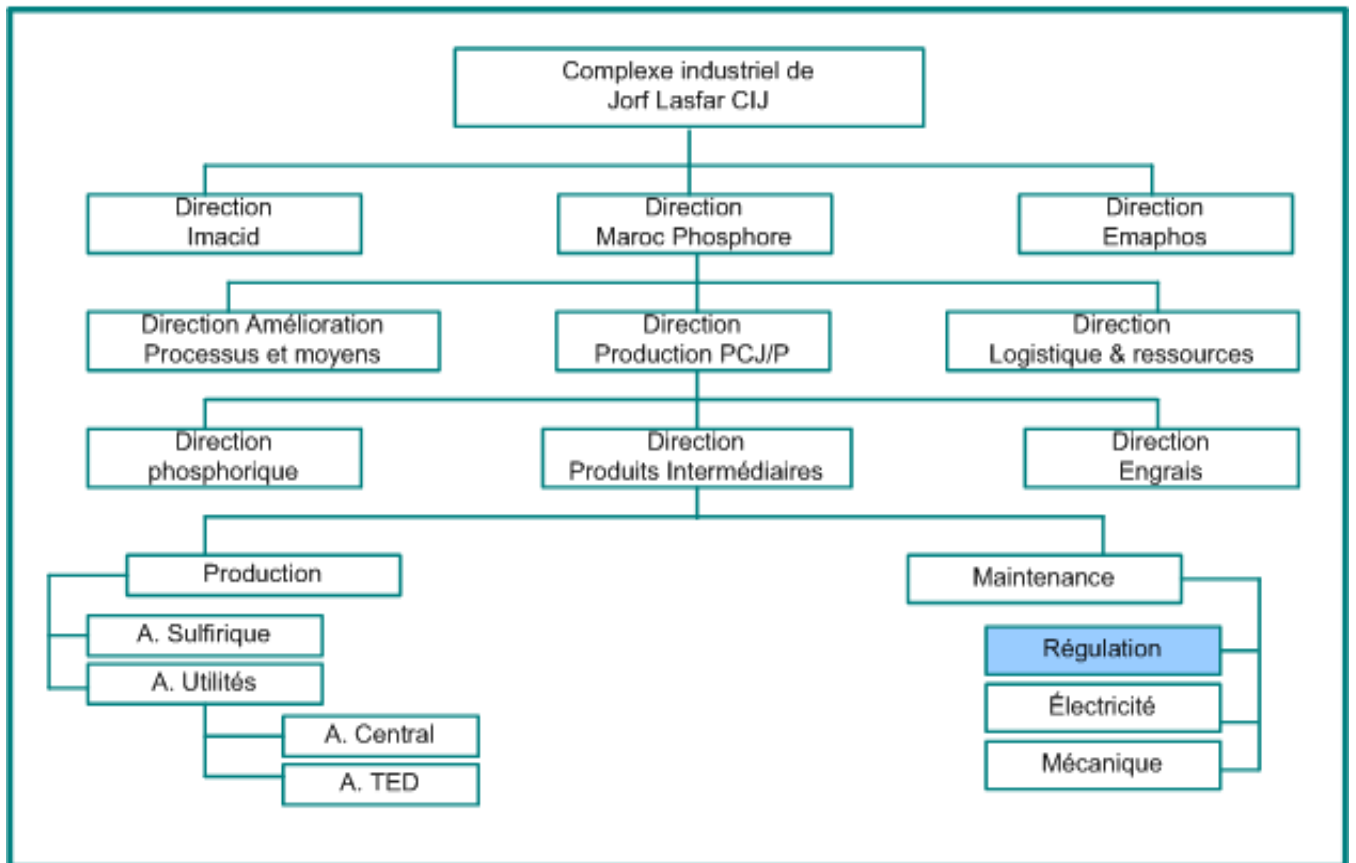


Figure 6:Organigramme de PCJ

Chapitre 2

Contexte générale du projet

1. Cahier des charges.

La centrale thermique est gérée par un Système Numérique de contrôle de Commande (SNCC) SIEMENS.

Le circuit d'huile joue un rôle primordial dans le fonctionnement d'un groupe turbo-alternateur, étant alimenté par une pompe attelé, turbopompe motopompe, il vous est demandé de faire :

- Etude détaillée du système SNCC à la centrale thermique.
- Elaborer un programme pour l'automatisation des pompes à huile de ce circuit pour GTA1.
- Proposer une vue détaillée de la commande et la supervision de ces pompes.

2. Présentation de la centrale thermique

La centrale thermoélectrique est conçue pour assurer les fonctions suivantes :

- ✓ La production et la distribution de l'énergie électrique
- ✓ La production et la gestion de la vapeur
- ✓ La production et la distribution de l'eau alimentaire et condensats

2.1 Production et Distribution de l'énergie électrique

Dans la centrale en dispose de 3 groupes turboalternateurs de capacité 37Mw chacun utilisant la vapeur haute pression.

Chaque Groupe turboalternateur comprend :

- ✓ Une turbine multicellulaire à condensation et soutirage.
- ✓ Un Alternateur avec accouplement rigide.
- ✓ Une centrale d'Huile pour la régulation et le graissage.
- ✓ Un condenseur principal muni d'un système de création du vide.

Les groupes turboalternateurs dont la capacité 47 MVA assurent la production de l'Energie électrique à une tension de 11Kv.

Les groupes turboalternateurs liés au poste 60Kv (PJ5), situé à la centrale, à travers des transformateurs élévateurs 11/60Kv. Ce poste est lui aussi lié à la boucle électrique 60Kv par deux liaisons aériennes.

Le poste PJ5 alimente les divers consommateurs à l'intérieur de l'usine à travers des transformateurs abaisseurs 60/10Kv, alors que les postes de la boucle, PJ1, PJ2, et PJ3 alimentent les infrastructures, le port et la station de pompage d'eau de mer.

La boucle électrique est connectée à l'ONE au poste PJ0 par trois lignes aériennes, lesquelles assurent un échange électrique dans deux sens.

En effet l'ONE fournit l'énergie nécessaire pour le démarrage du complexe et en cas de déficit de production locale. Par contre tout l'excédent d'énergie produite par les Groupes turboalternateurs est évacué sur le réseau de l'ONE.

La centrale thermique dispose aussi d'un groupe électrogène de capacité 1 MW à travers un réseau de 10 KV, autonome et à démarrage automatique rapide il est conçu pour secourir un certain nombre d'auxiliaires essentiellement l'Eclairage, les pompes d'huile de graissage, les vireurs de turbine et une pompe d'eau alimentaire.



Figure 7: LA CENTRALE THERMOELECTRIQUE.

Turbine de type multicellulaire à action, à détente directe et simple flux dont les caractéristiques sont :

Paramètre de marche	Garantie	Optimum
- Pression Vapeur admission	55 bars	55 bars
- Température vapeur admission	488°C	488°C
- Pression soutirage	9,5 bars	9,5 bars
- Température soutirage	276°C	283°C
- Pression vapeur échappement	0,068 bar	0,049 bar
- Température vapeur échappement	38°C	32°C
- Débit vapeur admission	190 t/h	165 t/h
- Débit vapeur soutirage	100 t/h	120 t/h
- Débit vapeur échappement	90 t/h	45 t/h
- Vitesse de rotation	3 000 tr/mn	3 000 tr/mn
- Vitesse de déclenchement (survitesse)	3 300 tr/mn	
- 1 ^{ière} Vitesse critique	1 850 tr/mn	
- Puissance	37 000 Kw	

Tableau 1: les caractéristiques de la turbine

Un Alternateur avec accouplement rigide destiné à la production de l'énergie électrique en transformant l'énergie mécanique transmise à partir de la turbine à vapeur et dont les caractéristiques sont :

- Puissance apparente	47 000 KVA
- Puissance en marche continue	37 600 Kw
- Tension \pm 5%	11 000 V
- Cos φ	0,8
- Fréquence	50 Hz
- Vitesse	3 000 trs/mn
- Entre fer	35 mn
- Débit air	17 m ³ /s
- Pertes à dissiper	700 Kw
- Nombre de sortie haute tension	3 phases et 1 neutre
- Nombre de phases	03
- Somme des pertes de charge	280 mm
- Couple de court – circuit en charge à la tension nominale à Un +5%	237 000

Tableau 2 : les caractéristiques de l'alternateur

2.2 Production et Gestion de la vapeur.

La centrale assure la gestion de la vapeur de procédé et la production de la vapeur haute pression pour le démarrage du complexe et l'Appoint.

2.2.1 Production de la vapeur haute pression

La Production de la vapeur HP est produite par les 02 chaudières auxiliaires qui Assurent le démarrage du complexe, dans certains cas rares assurent l'appoint en vapeur. Ce sont des chaudières à foyer à circulation naturelle et à démarrage rapide (10mn environ).

Les combustibles utilisés sont le gasoil pour le démarrage et le fuel-oil pour la marche normal. Les fluides pulvérisateurs sont l'air et la vapeur à 16 bars. L'injection des combustibles se fait par des brûleurs spéciaux à tubes parallèles et concentriques.

Chaque chaudière à une puissance de 17 500 T/h alimentée en 2200 Kg/h en fuel-oil (PCI 9660 Kcal/Kg) et en eau alimentaire à 80 bars et 115°C, elle produit de la vapeur surchauffée à 58 bars, 490°C, le débit vapeur étant 25t/h.

2.2.2 Gestion vapeur de procédé

➤ Réseau vapeur haute pression (58 bars / 490°C)

La vapeur provenant de la réaction exothermique de la combustion du soufre arrive dans deux barillets HP. Cette vapeur alimente les 03 groupes turboalternateurs, la turbo-pompe alimentaire et la conservation des chaudières auxiliaires.

Cette vapeur pourra être transformée en vapeur moyenne pression en cas de besoin ou en cas de montée de pression dans le réseau.

➤ Réseau vapeur moyenne pression (9,5 bars / 200°C)

La vapeur moyenne pression est obtenue des soutirages des 03 groupes turboalternateurs, des échappements des turbo-soufflantes et parfois des stations de détente. Cette vapeur est récupérée dans deux barillets MP et distribuée aux ateliers :

- Phosphorique
- Port
- Engrais
- Réchauffage Bâche Alimentaire

➤ Réseau vapeur basse pression (5,5 bars / 155°C)

La vapeur basse pression est obtenue par détente et désurchauffe de la vapeur MP, elle est utilisée pour le réchauffage des conduites, le stockage (fuel-oil, soufre liquide et la soude caustique en solution) et pour les besoins de réchauffage aux vestiaires et engrais.

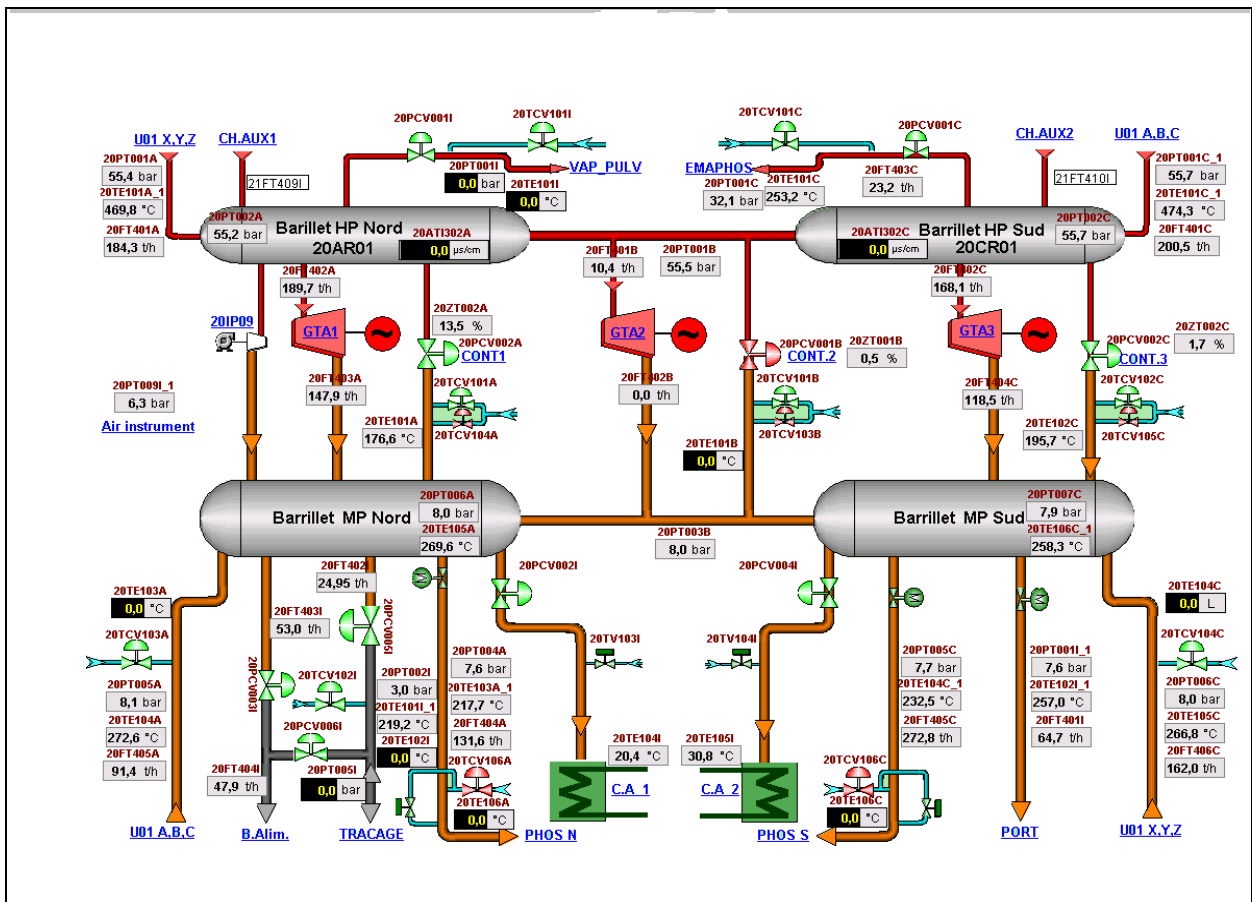


Figure 8:Schéma synoptique du circuit vapeur HP-MP

2.3 Production, Distribution de l'eau alimentaire et condensats

L'eau alimentaire est prise de la bache alimentaire, celle-ci est alimentée par des condensats à travers le dégazeur, afin d'éliminer l'oxygène.

Deux réseaux principaux et des annexes sont alimentées à partir de la bache, le premier alimente les chaudières de récupération, le second alimente les chaudières auxiliaires ceci à une température de 115°C et une pression de 80 bars, de cette même bache sont alimenté les désurchauffeurs HP (80bars) et les désurchauffeurs MP et BP (16 bars).

Tous les condensats viennent alimenter la bache à condensats sauf ceux de l'atelier phosphorique qui alimente le dégazeur. De la bache ils sont pompés vers le poste de polissage au TED à travers des refroidisseurs de condensats, et viennent sous forme d'eau traitée.

3. Etude des systèmes numérique de contrôle commande

3.1 Introduction

Un système numérique de contrôle commande c'est un système permettant le contrôle d'un procédé industriel, il est doté d'une interface homme machine pour la supervision, ainsi que d'un réseau de communication.

Il existe différents types de SNCC à savoir :

- a. Siemens
- b. Yokogawa
- c. Delta V
- d. Rockwell....

3.2 Structure du système numérique de contrôle commande.

En général, un système numérique de contrôle commande est constitué des éléments suivants :

- *Le contrôleur*
- *Les modules d'entrées/sorties*
- *Le poste ingénieur(ES)*
- *Les réseaux de communication*
- *L'interface homme machine*

La figure 9 représente en général la structure d'un SNCC :

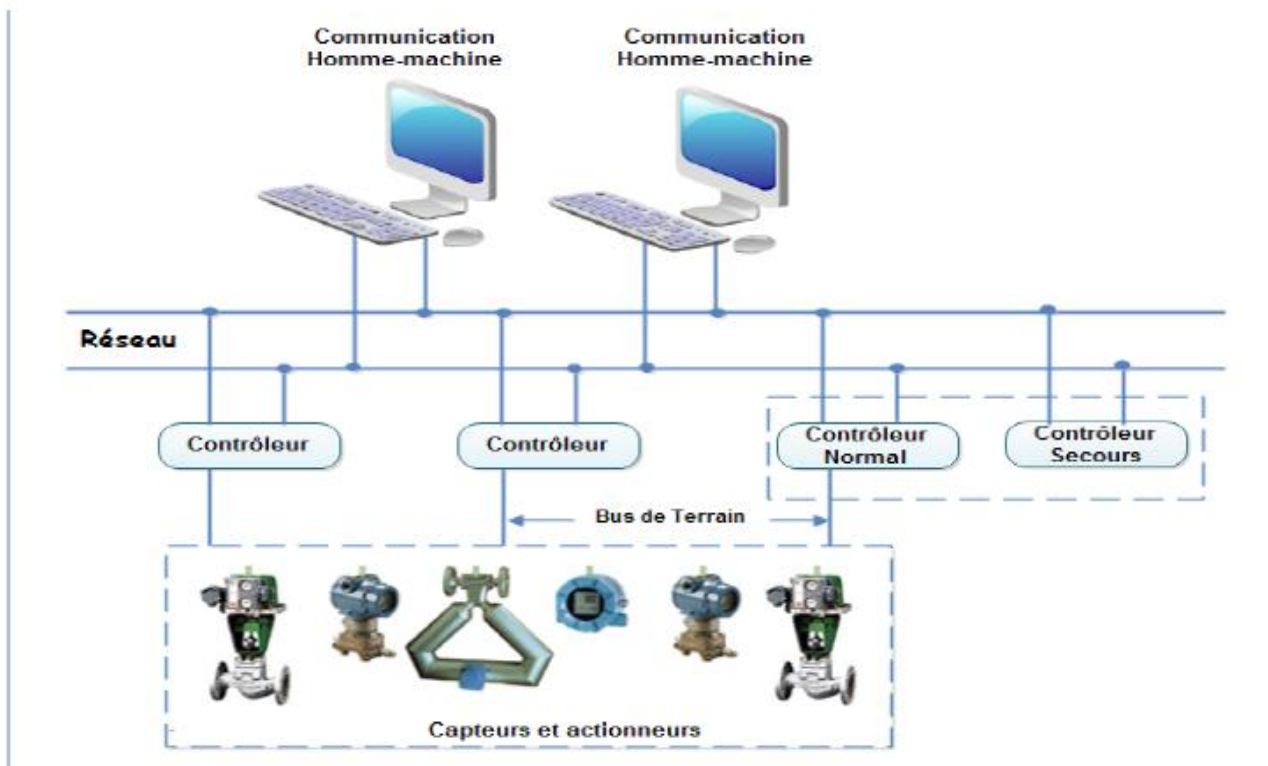


Figure 9:STRUCTURE D'UN SNCC.

➤ **Le contrôleur :**

Les principales fonctionnalités confiées au contrôleur du SNCC résident dans l'acquisition des données du chantier, le traitement analogique, logique ou séquentiel de ces données et l'élaboration des signaux de commande à émettre vers les sorties.

Sa structure matérielle doit présenter sous la forme suivante :

- ✓ Un bloc d'alimentation (PS) redondant qui fournit les tensions nécessaires au fonctionnement des autres circuits logiques et analogiques.
- ✓ Unité centrale de traitement (CPU) redondante : chaque unité est dotée d'un processeur qui assure le traitement de l'information, des mémoires RAM et EEPROM nécessaires pour stocker les données et des circuits périphériques de gestion des E/S.

➤ **Les modules d'entrées/sorties :**

Des modules d'entrées/ sorties qui sont en général sous forme de cartes logiques et analogiques qu'on peut intégrer dans des slots extensibles.

On trouve par exemple des modules de températures spéciaux tels que les PT100 et les thermocouples TC.

➤ **Le poste ingénieur :**

Le poste ingénieur est une station à partir duquel les responsables maintenance modifient les configurations du contrôle commande et de supervision, et hiérarchisent aussi les droits d'accès au contrôle commande du processus.

➤ **L'interface homme-machine :**

Cette interface, appelée aussi le poste opérateur (OS) remplit les fonctions suivantes :

- ✓ La surveillance ainsi que le pilotage du processus par l'intermédiaire des vues synoptiques créent au niveau de la supervision.
- ✓ L'archivage des données
- ✓ La gestion des alarmes et la génération des courbes.

➤ **Les réseaux de communication :**

Afin d'assurer la communication entre le contrôleur, les modules d'entrées/sorties, le poste ingénieur, et les poste opérateurs, ou autrement dit la communication entre le niveau de supervision, et le niveau de contrôle commande d'un SNCC, plusieurs réseaux de communication sont instaurés, et ces réseaux diffèrent d'un SNCC à un autre.

3.3 Fonctionnalités d'un système numérique de contrôle commande

Un système numérique de contrôle commande se caractérise par les différentes fonctions qu'il présente et qui lui rendent très sollicitée par les industries, parmi ces fonctionnalités on peut citer :

- **L'automatisation :** dans ces sens, le SNCC permet la gestion automatique et le traitement informatique des équipements.
- **La régulation :** le SNCC permet aussi le maintien des grandeurs physiques à une valeur constante.

Les systèmes de régulation sont des systèmes en boucle fermée prenant en considération le résultat de leurs actions.

- **La supervision :** Lorsque les systèmes sont fortement automatisés et gèrent un nombre important d'informations, il est nécessaire que les opérateurs aient une vue et un accès rapide à l'ensemble des équipements.

Ce besoin sera satisfait en utilisant des synoptiques : vue de groupe, vue de réglages, vue de synoptiques, vue d'historiques et vue d'alarmes.

C'est à partir de cette exigence, que des interfaces homme-machine IHM, s'avèrent indispensables pour assurer la bonne gestion.

➤ **Surveillance** : c'est le suivi permanent du procédé pour agir d'une manière plus efficace, précise et rapide aux problèmes survenus.

3.4 Domaine d'utilisation des systèmes de contrôle commande numériques

Les systèmes numériques de contrôle commande traitent à la fois, les fonctions logiques, les fonctions analogiques et les boucles de régulation.

Ainsi, ces systèmes sont plus adaptés aux industries à processus de production à événements continus, c'est-à-dire des procédés qui englobent plusieurs informations analogiques et des variables critiques à suivre de plus près.

Les installations qui nécessitent plus de sécurité, intègrent dans leurs architectures de contrôle commande des fonctionnalités de sécurité et de surveillance plus performantes.

Les systèmes de contrôle commande contiennent des blocs de fonction de régulation, qui utilisent un algorithme développé et présentent des performances meilleurs qu'un correcteur PID classique.

3.5 Avantages et inconvénients d'un système numérique de contrôle commande.

➤ **Avantage :**

Le système numérique de commande et de contrôle permet un contrôle fiable grâce aux caractéristiques suivantes :

- Configuration flexible.
- Conduite simple et sûre des processus.
- Utilisation et visualisation confortable.
- Amélioration de la disponibilité des installations et Facilité de la maintenance.
- Configuration matérielle et modification des paramètres des équipements peuvent être faites en ligne.

➤ **Inconvénients :**

- Coût élevé.

4. Etude du système numérique de contrôle commande de la centrale thermoélectrique.

4.1 Description des entités pilotées par le SNCC de la centrale.

Le Système Numérique de Contrôle Commande(SNCC) instauré au niveau de la centrale thermoélectrique est le SIMATIC PCS7.

Ce système assure la conduite des installations suivantes :

- Les chaudières auxiliaires
- Les groupes turboalternateurs GTA
- Les circuits de fluide et vapeur

Comme c'est déjà précisé, le système numérique de contrôle commande chargé du pilotage des installations de la centrale thermoélectrique est le **SIMATIC PCS7**, de marque Siemens qui est un système hybride basé sur des automates **S7-400** permettant la supervision, la gestion et l'archivage des données.

Le système de contrôle et de commande, doit être fiable et déterministe. Ainsi, plusieurs exigences doivent être prises en considération. Par exemple, la disponibilité et la sécurité des systèmes de communication. Ainsi, l'intégration d'une architecture

Redondante s'avère indispensable pour garantir une haute disponibilité des équipements. Cela signifie que tous les composants constituant le système sont redondants et fonctionnent en permanence (par exemple Réseaux Ethernet, station ingénieur).

En cas d'une défaillance, le composant redondant opérationnel prend la relève sans interrompre le service.

Donc plus les coûts d'un arrêt de production sont élevés, plus il est rentable d'utiliser un système redondant assurant une haute disponibilité de l'installation.

L'architecture proposée par **SIEMENS** pour assurer le contrôle commande de la centrale thermoélectrique est présentée sur la figure 10 .

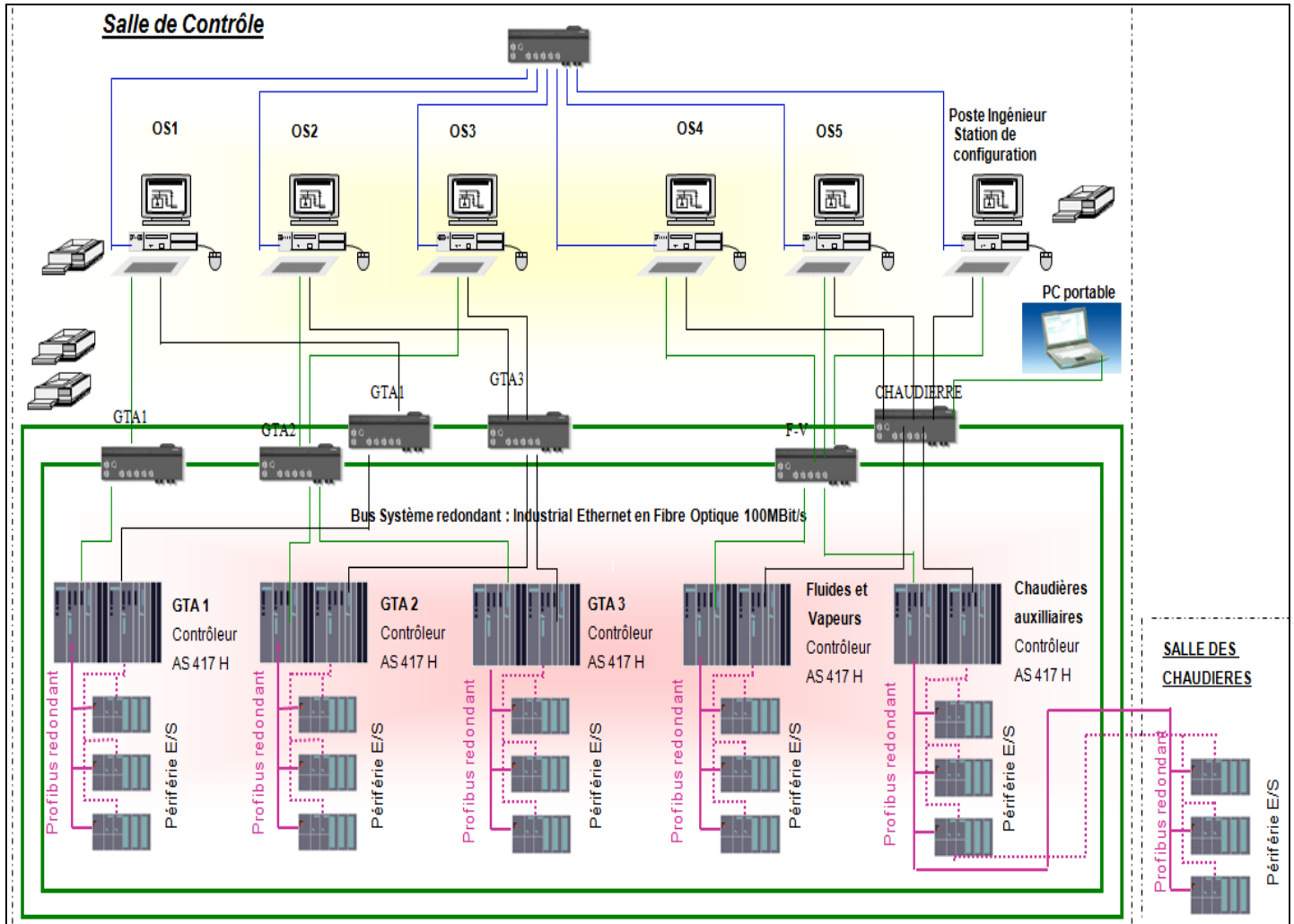


Figure 10: ARCHITECTURE DU SNCC DU SIEMENS DE LA CENTRALE.

Cette architecture se décompose en 3 niveaux :

- Niveau terrain
- Niveau contrôle et commande
- Niveau conduite

➤ **Niveau terrain :**

Ce niveau est composé de l'ensemble des équipements à superviser et à commander dans la centrale thermoélectrique, que ça soient pour les chaudières, les GTA ou les circuits de fluide et vapeur, ils peuvent être des pompes, des vannes, des moteurs...

Ces équipements communiquent avec le niveau contrôle via des liaisons fil à fil, en passant par des boites de jonction BJ et puis par les modules d'entrées/sorties.

La liaison entre le niveau terrain et le niveau contrôle est assurée par un réseau Profibus DP.

➤ **Niveau contrôle et commande :**

Ce niveau contient 5 systèmes d'automatisation à haute disponibilité AS 417-H, caractérisés par leurs redondance, les systèmes redondants restent en **Stand-By**.

Chaque système d'automatisation est équipé de deux processeurs (CPU) et de deux alimentations, La redondance est de type normal/secours. En effet, le système comprend une CPU primaire (CPU 1) qui exécute le programme

applicatif et une deuxième CPU de réserve (CPU2) qui prend la relève en cas de panne de la première. En ce qui concerne la redondance des alimentations, il existe deux alimentations : une alimentation primaire (PS 1), et une alimentation de secours (PS 2) Premier système contrôle le groupe turboalternateur GTA 1, le deuxième quant à lui contrôle le GTA 2, le troisième assure la conduite du GTA3, alors que les deux autres systèmes assurent le pilotage des chaudières auxiliaires d'une part, et d'autre part le pilotage des circuits de fluide et vapeur.

L'unité centrale de traitement utilisée est la CPU 417-4H, le tableau ci-dessous illustre quelques caractéristiques de cette unité :

Caractéristiques	Spécifications
Mémoire de travail	2Mo pour les données 2Mo pour le programme
Temps d'exécution	0.1µs
Interfaces	Profibus DP et MPI/DP
Nombre des blocs fonctionnels FB	6144
Nombre de fonctions FC	6144
Nombre de blocs de données	8191

Tableau 3:CARACTERISTIQUES DE LA CPU 417 4H.

➤ **Niveau conduite:**

Ce niveau se charge de la configuration, la supervision et la maintenance de l'architecture de contrôle commande, il se compose des éléments suivants :

⇒ **Le poste ingénieur :**

Ce poste permet le développement complet de l'application et est équipé de l'ensemble des logiciels nécessaires au développement (Logiciel d'ingénierie PCS7). Il s'agit d'une seule station ingénieur, cette station est relié aux contrôleurs par le réseau redondant industriel Ethernet et aux

stations opérateurs par le réseau redondant Ethernet TCP/IP.

⇒ **Les postes opérateurs :**

SIMATIC PCS7 fournit aux opérateurs une interface homme machine IHM qui permet le contrôle et la surveillance du procédé depuis n'importe quel poste opérateur. Elle fournit à l'opérateur des données historiques, en temps réel, et des rapports d'installation.

4.2 Avantages et limites du SNCC de la centrale : SIMATIC PCS7

➤ **Les avantages :**

- ✓ Conduite simple et sûre des processus.
- ✓ Utilisation et visualisation confortable.
- ✓ Ingénierie performante, rapide et homogène à l'échelle du système.
- ✓ Possibilité de modification en ligne à l'échelle du système.
- ✓ Ouverture du système à tous niveaux.
- ✓ Réduction des coûts de câblage.
- ✓ Diminution du stock de pièces de rechanges.
- ✓ Communication à haut débit.
- ✓ Acquisition en temps réel de tous les paramètres de production.

• **Réduction des coûts :**

- ✓ Les coûts de câblage : un seul câble réseau permet de véhiculer toutes les informations nécessaires sur le procédé.
- ✓ Le coût de la maintenance.

➤ **Les limites :**

- ✓ La configuration on-line du système reste partielle.
- ✓ Pas de carte monovoie.
- ✓ Le temps de scrutation augmente en augmentant le nombre de modules d'entrées/sorties.
- ✓ En ce qui concerne la plateforme logicielle du système de contrôle commande SIMATIC PCS7, elle sera traitée dans les chapitres suivants.

Chapitre 3

Automatisation des pompes à huile

1. Introduction :

Le système actuel de gestion de circuit d'huile du groupe turbo alternateur utilise une technologie dépassée celle de reliage électromécanique classique.

Consciente de l'aspect névralgique du circuit d'huile du groupe turbo alternateur de la centrale thermique, la direction du Maroc Phosphore projette d'automatiser ce circuit afin de bénéficier du développement des technologies des systèmes numériques dans le but d'éviter toutes pertes considérables et de garantir un fonctionnement fiable et rentable.

Dans ce chapitre on va décrire la démarche d'intégration de l'automatisme des pompes du circuit d'huile du GTA de la centrale thermoélectrique.

➤ Technologie de relais :

Le tableau regroupe les différents inconvénients et avantages que présente la technologie de relais électromécanique :

Inconvénients	Avantages
<ul style="list-style-type: none"> • Appel de courant important. • Installation laborieuse. • Encombrement important. • Difficulté de dépannage. • Très peu de flexibilité. • Usure et bruit des contacts. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rigidité • Robustesse

Tableau 4: les inconvénients et les avantages de la technologie de relais

➤ Technologie de l'automate programmable industriel :

Le tableau suivant regroupe les différents inconvénients et avantages que présente la technologie des Automates programmables industriels.

Inconvénients	Avantages
Nécessite une connaissance en programmation, pour produire des modifications.	<ul style="list-style-type: none"> Réduction de l'encombrement des armoires de commande. Simplification du câblage. Elimination du bruit. Les modifications sont devenues à portée de main. Facilité de dépannage. Aide à la maintenance et réduction du stock.

Tableau 5: les inconvénients et les avantages de la technologie d'API.

2. Le groupe turbo alternateur de la centrale thermoélectrique



Figure 11: Groupe turbo alternateur de centrale thermique

La centrale thermoélectrique dispose de 3 groupes turboalternateurs similaires, donc on va se rétrécir dans notre description à un seul GTA, la description des deux autres étant similaire.

Un groupe turboalternateur est composé en gros des éléments suivants :

- Une turbine multicellulaire à condensation et soutirage.
- Un alternateur avec accouplement rigide.
- Un condenseur principal.
- Une station de création du vide

2.1 Principe de fonctionnement :

La vapeur HP est admise par les soupapes d'admission puis subit une détente dans le distributeur fixe par les aubages (transformation de l'énergie thermique en énergie cinétique) Cette vapeur entraîne

les ailettes pour faire tourner l'arbre de la turbine à une vitesse de 3000 tr/min, ce dernier est accouplé avec celui de l'alternateur par un accouplement rigide à boulons.

La station de création du vide, comme son nom l'indique a pour rôle de créer un vide dans le condensateur principal, et ce pour permettre à la vapeur BP se trouvant dans le dernier étage de la turbine de se condenser.

Le condensateur principal est constitué de milliers de tubes de petits diamètres dans lesquels circule un fluide réfrigérant (eau de mer), et autour de ces tubes circule la vapeur qui se condense par un simple contact, et l'eau condensée est renvoyée vers la bache à condensats.

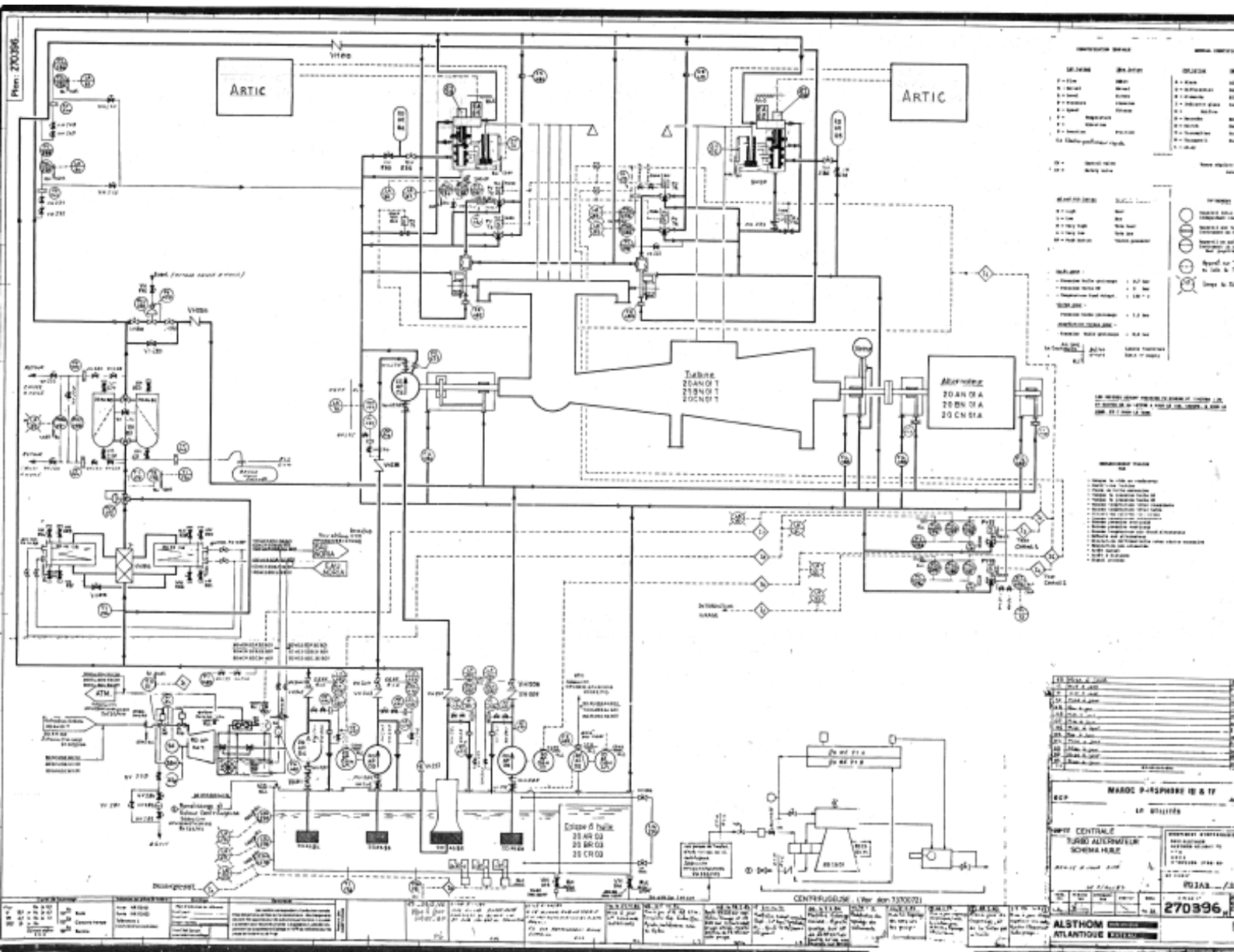


Figure 12:SYNOPTIQUE DU GTA.

2.2 Le rôle circuit d'huile du groupe turbo alternateur.

2.2.1 Introduction.

Le rotor de l'alternateur étant couplé mécaniquement à l'arbre de la turbine, donc la rotation de cette dernière entraîne celle de rotor.

L'ensemble tournant (turbine, alternateur) est déposé sur une ligne axial maintenu par des paliers qui empêchent tout déplacement et limitent les frictions entre les pièces.

La turbine est sécurisée par des capteurs spéciaux d'usure, et du capteur de dilatations différentielles et capteur de vibration qui nous assurent sur toute incident peut empêcher le fonctionnement du groupe.

D'ailleurs ces incidents fatals proviennent de la chute de pression d'huile qui provoque l'usure prématurée des pièces en mouvement flottantes les unes contre les autres, et par conséquence le grippage et la défaillance des paliers qui résulte la flexion de l'arbre de la turbine et l'endommagement total du groupe turbo alternateur.

D'où la nécessité primordial d'utiliser un système de graissage assuré par :

- ❖ L'huile qui a pour rôle la lubrification des pièces en mouvement, c'est-à-dire de créer à leur surface un film qui supprime les phénomènes d'abrasion dus aux frottements. Ainsi que la commande, la régulation et la sécurité de la turbine.
- ❖ La pompe principal liée mécaniquement au rotor (pompe attelée) et par des pompes de secours.

2.2.2 Le principe de fonctionnement de circuit d'huile de GTA.

➤ *Graissage :*

L'alimentation en huile sous pression des organes à lubrifier est assurée par une pompe attelée couplée avec la turbine et entraînée par cette dernière c'est à dire sans l'intervention d'une source d'énergie autre que celle prélevée sur l'arbre même de la machine attelage direct mécanique.

En marche normal 3000tr/min cette pompe aspire par une crépine métallique l'huile d'un réservoir et la refoule dans la conduite.

➤ **Huile motrice (14bar) :**

Elle passe directement pour assurer la commande des obturateurs, qui sont maintenues ouverts tant que la pression d'huile du circuit de sécurité est suffisante si la pression d'huile est insuffisante, ils se ferment et provoquent l'arrêt de la turbine pour éviter son endommagement.

➤ **Huile HP filtrée (11bar) :**

Elle passe par :

- Un échangeur thermique réglé par une vanne de trois voie contrôlée par un capteur de température, l'huile se refroidit pour empêcher un échauffement excessif des parties métalliques internes pouvant provoquer leurs déformations et accélérer leurs usures
- des filtres pour enlever tous les impuretés et les particules les plus fines.

Cette huile agit sur la commande des électro positionneurs qui envoient des signaux à la partie puissance des servomoteurs afin de soulever ou abaisser les soupapes de réglage, leur rôle est d'adapter le débit vapeur traversant la turbine à la puissance demandée.

➤ **Huile de graissage :**

Après refroidissement et filtration, elle passe par une vanne détente pour abaisser sa pression à la pression réglée 1.7 bar pour le graissage des paliers.

Ce que nous intéresse c'est le fonctionnement de graissage des paliers de la ligne d'arbre dans le cas des pannes ou d'endommagement de la pompe principale (pompe attelée), qui assure la lubrification des paliers ou en cas des fuites, la pression d'huile chute dans le circuit.

On fait appel alors à des pompes pour secourir le groupe en assurant la circulation en permanence de l'huile. Ces pompes ont le même fonctionnement que celui de la pompe principale.

Poste d'huile :

Le tableau 6 montre des caractéristiques des différents types d'huile :

	Graissage	Régulation	Motrice
- Pression huile (bars)	14	11	11
- Température huile (°C)	45 ± 5	60	60
- Débit huile (l/mn)	540	50	310
- Viscosité huile (Cst à 40°C)	25	25	non filtrée

Tableau 6: les caractéristiques de Poste d'huile.

2.3 Les pompes de secours de circuit d'huile de GTA.

2.3.1 Introduction :

Comme on a déjà vu précédemment le circuit d'huile joue un rôle primordial dans le fonctionnement du groupe turbo alternateur. Les pressions d'huile nécessaire pour le graissage doivent faire l'objet d'un contrôle régulier pendant la marche normale ou lors du démarrage ou la mise à l'arrêt de la turbine.

Pour cette raison on recoure à des pompes secoures afin d'assurer ce fonctionnement.

2.3.2 Description des pompes de secours :

➤ Pompes 1er secours 20AP03 :

Motopompe, à courant alternatif, démarre automatiquement par la basse pression d'huile détectée par le pressostat 20PSL076.

<ul style="list-style-type: none"> • POMPE - Vitesse - Puissance absorbée - Débit - Pression au refoulement • MOTEUR - Vitesse - Puissance - Tension - Ampérage 	<p>2 950 tr/mn</p> <p>57 Kw</p> <p>1 500 l/mn</p> <p>13</p> <p>2 950 tr/mn</p> <p>57 Kw</p> <p>380 V</p> <p>142 A</p>
---	--

Tableau 7: les caractéristiques de la pompe 1ere secours 20AP03.

➤ 2eme pompe de secours 20AP04 :

Turbo pompe, démarre à l'aide de la vapeur haute pression (HP) venant des barillets des chaudières auxiliaires pour une pression d'huile de 1.1 bar contrôlée par le pressostat 20PSL77.

<ul style="list-style-type: none"> • POMPE <ul style="list-style-type: none"> - Vitesse - Puissance absorbée - Débit - HMT - Pression au refoulement • MOTEUR <ul style="list-style-type: none"> - Vitesse - Puissance - Tension - Ampérage 	<p>2 900 tr/mn 57 Kw 1 500 l/mn 130 / 152 13</p> <p>1 500 tr/mn 0,18 Kw 220 V 1,7 A</p>
--	---

Tableau 8:les caractéristiques de la 2eme pompe de secours 20AP04.

➤ **3eme pompe de secours 20AP05 :**

Pompe à courant continu utilise comme source d'alimentation des batteries. Elle démarre en cas de perte des sources électriques externes et internes.

<ul style="list-style-type: none"> • POMPE : <ul style="list-style-type: none"> - Vitesse - Puissance absorbée - Débit - HMT - Pression de refoulement - Température de fluide (huile) • MOTEUR : <ul style="list-style-type: none"> - Vitesse - Puissance - Tension - Ampérage 	<p>2 900 tr/mn 4,1 Kw 600 l/mn 20 mCE 2 bar 65°C</p> <p>3 000 tr/mn 5 Kw 220 V 26,5 A</p>
---	---

Tableau 9:Les caractéristiques de la 3eme pompe de secours 20AP05.

2.3.3 Principe de fonctionnement des pompes de secours

On conçoit aisément que la configuration des dispositifs de graissage est dictée par un souci très poussé de la sécurité.

La pression d'huile de graissage est réglée pour des valeurs entre **1.5 bar** et **1.7bar**.

Quand cette pression commence à diminuer jusqu' au 1^{er} seuil : **1.3 bar**, on démarre la 1^{ere} pompe de secours motopompe à courant alternatif automatiquement pour assurer la lubrification des paliers.

En cas de pannes électriques cette dernière ne peut pas fonctionner, alors la pression d'huile chute encore et atteint le 2^{ème} seuil : **1.1 bar**, on met en service la deuxième pompe de secours turbo pompe tournante à l'aide de la vapeur HP.

En cas de défauts de cette dernière la pression continue à diminuer et peut atteindre des valeurs **<= 0.7bar**, alors là le GTA déclenche par basse pression indiquée par le pressostat PSL0 078 pour éviter son endommagement, et on met en service le vireur qui est un dispositif tournant avec 33 tr/min pendant l'arrêt de la turbine pour éviter la flèche ou la déformation de son arbre.

Après le déclenchement du groupe, on démarre la pompe ultime secours alimentée par des batteries pour sauver le groupe et assurer le graissage ; elle refoule l'huile vers les paliers sans refroidissement et sans filtration car on s'intéresse seulement au graissage pour la mise en service rapide de groupe turbo alternateur.

Dans le but d'augmenter également la sécurité globale de l'installation l'équipe technique adopte chaque semaine des essais de sécurité de ces pompes pour tester la fiabilité de système.

Au cours de la description des dispositifs de lubrification conçue pour tout le groupe nous avons mentionné les différents niveaux de secours prévus pour assurer automatiquement en cas d'incident un maintien de la fonction graissage quelle que soient les conditions de fonctionnement de la machine.

Chapitre 4

Dimensionnement de la solution et la
mise en œuvre des applications

1. Introduction.

Le fonctionnement actuel des pompes de secours de circuit d'huile du groupe turbo alternateur est basé sur la technologie des relais. Ce projet s'instaure dans la démarche de rénovation du système de gestion de ces pompes de la centrale thermique électromécaniques, en le remplaçant par un système doté d'une technologie numérique fiable.

En effet, ce projet de renouvellement est d'une grande importance. Il permettra d'atteindre de meilleures performances en matière de disponibilité, fiabilité, gestion, sécurité et maintenance.

2.6 Choix et outils du système d'automatisation.

On va intégrer l'automatisme gérant ces pompes par le système actuel étant le SIMATIC PCS7. Maintenant, on va s'intéresser aux caractéristiques du système dans lequel on va intégrer les pompes de secours de circuit d'huile du GTA.

➤ *Caractéristiques du système existant SIMATIC PCS7 :*

Le système numérique de commande et contrôle de la gamme SIMATIC PCS7 est une plateforme d'automatisation basée sur des automates S7-400H redondants, qui se distingue grâce à ses hautes performances, sa puissance de communication ainsi que ses grandes capacités de mémoire, et peut s'adapter à toutes les applications nécessitant un haut degré de disponibilité et de sécurité.

Le S7-400H trouve son application dans tous les secteurs tels que les industries automobiles, chimiques, pétrolières, agroalimentaires, traitement des eaux et des déchets et bien d'autres applications.

La figure 13 présente le système S7-400H



Figure 13: Système s7_400H

Il se compose des éléments suivants :

- 2 unités centrales (CPU) redondantes.
- 2 Alimentations
- 2 bus de terrains (PROFIBUS DP)
- 2 cartes de communication Ethernet
- Les modules d'entrées/sorties

Maintenant, on va présenter une architecture simplifiée de construction d'un S7-400 avec des périphéries décentralisées et raccordement à un bus système redondant

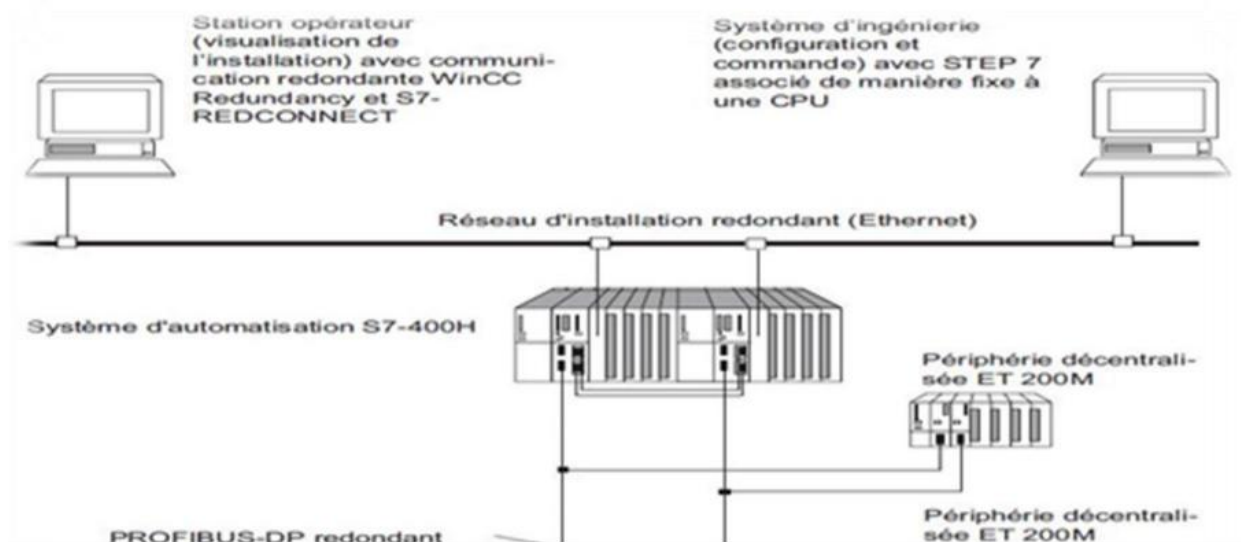


Figure 14:ARCHITECTURE DE CONSTRUCTION D'UN S7 400.

Chaque périphérie décentralisée ET200M gère des cartes entrées/sorties qui sont liés aux différents capteurs et actionneurs du procédé à automatiser.

2.7 Outils de programmation STEP 7

STEP 7 est le logiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC, et par conséquent le logiciel de programmation de S7-400.

Il offre toutes les fonctionnalités nécessaires pour configurer, paramétrer et programmer les automates S7-300 ou S7-400.

La conception de l'interface utilisateur du logiciel STEP 7 étant simple, ça nous permet une assistance durant toutes les phases du processus de création de notre solution automatisée à savoir :

➤ **La création et la gestion de projets**

- ✓ la configuration et le paramétrage du matériel et la communication.
- ✓ la gestion des mnémoniques.
- ✓ la création de programmes.
- ✓ le chargement de programmes dans des systèmes cible.
- ✓ le test de l'installation d'automatisation.



Figure 15: ARCHITECTURE DE CONSTRUCTION D'UN S7 400.

Ces différentes applications sont démarrées automatiquement lors de la création d'un nouveau projet sous STEP 7.

➤ **Le gestionnaire de projets :**

Le gestionnaire de projets SIMATIC gère toutes les données relatives à un projet d'automatisation. Il démarre automatiquement les applications requises pour le traitement des données.

➤ **Editeur de mnémoniques :**

L'éditeur de mnémoniques vous permet de gérer toutes les variables globales du système à automatiser en définissant les désignations symboliques et les commentaires.

La table des mnémoniques qui en résulte est mise à la disposition de toutes les applications.

La modification de l'un des paramètres d'une mnémonique est de ce fait reconnue

Automatiquement par toutes les applications.

➤ **Configuration du matériel :**

Cette application est utilisée pour configurer et paramétrer le matériel d'un projet d'automatisation.

On dispose des fonctions suivantes :

On sélectionne des châssis (Racks) dans un catalogue électronique et on affecte les modules sélectionnés aux emplacements souhaités dans les racks. La configuration de la périphérie décentralisée est identique à celle de la périphérie centralisée.

Le paramétrage de la CPU, des menus nous permettent de définir des caractéristiques telles que le comportement à la mise en route et la surveillance du temps de cycle.

Pour le paramétrage des modules, des boîtes de dialogue nous permettent de définir tous les paramètres modifiables, le paramétrage des modules est réalisé automatiquement au démarrage de la CPU.

L'avantage découlant de ce paramétrage c'est que le remplacement d'un module est possible sans nouveau paramétrage.

Ce programme peut constituer plusieurs types de blocs :

- ✓ Les blocs d'organisation (OB).
- ✓ Les blocs fonctionnels (FB).
- ✓ Les fonctions (FC).

• **Les blocs d'organisations:**

Les blocs d'organisation (OB) constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur.

Ils sont appelés par le système d'exploitation et gèrent le traitement de programme cyclique, ainsi que le comportement à la mise en route de l'automate programmable et le traitement des erreurs.

On peut programmer les blocs d'organisation et déterminer ainsi le comportement de la CPU.

• **Les blocs fonctionnels :**

Les blocs fonctionnels font partie des blocs qu'on programme nous-mêmes.

Un bloc fonctionnel est un bloc avec rémanence, c'est-à-dire qu'un bloc de données d'instance lui est associé qui en constitue la mémoire.

Les paramètres transmis au FB ainsi que les variables statiques sont sauvegardés dans le bloc de données d'instance. (DB).

- **Les fonctions :**

Les fonctions font partie des blocs qu'on programme nous-mêmes. Une fonction est un bloc de code sans mémoire.

Les variables temporaires d'une fonction sont sauvegardées dans la pile des données locales, et ces données sont perdues à l'achèvement de la fonction.

2. Elaboration de la solution technique.

2.1 Programmation de l'automatisme des pompes de secours de circuit d'huile du GTA.

Dans cette partie, on va présenter la démarche adoptée pour programmer dans l'environnement SIMATIC step 7, on va d'abord présenter les différentes phases de création d'un projet, ensuite, on va élaborer la configuration matérielle de la station SIMATIC, et à la fin de cette partie on va présenter les différents programmes qui représentent la solution technique qu'on a proposé.

➤ **Création d'un projet :**

Le projet qu'on va créer englobera l'ensemble des données et des programmes qui nous sont nécessaires dans notre tâche d'automatisation des pompes de secours de circuit d'huile du GTA. Afin de créer un nouveau projet sous step 7 on doit :

- ✓ Lancer Simatic step 7
- ✓ Fichier/Nouveau
- ✓ Donner un nom au projet créé
- ✓ Préciser son emplacement
- ✓ Valider la création du projet

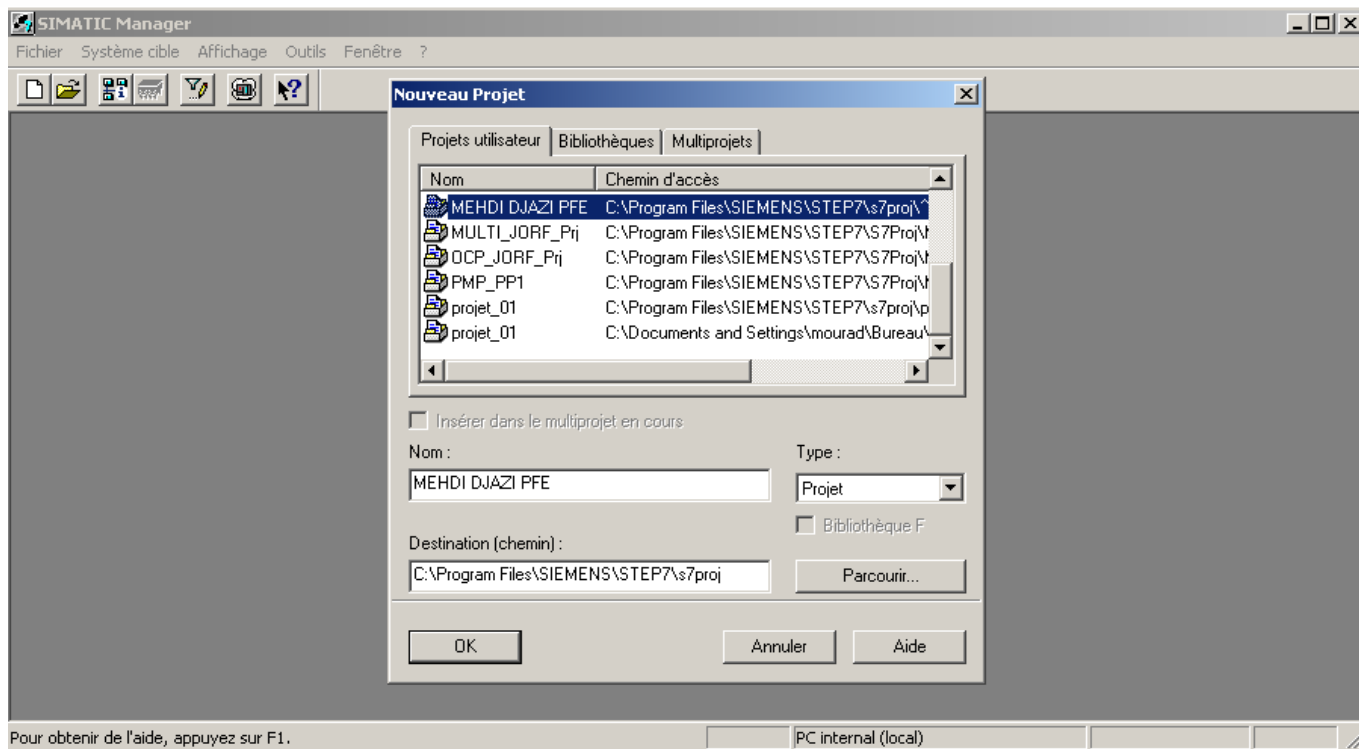


Figure 16: CREATION D'UN NOUVEAU PROJET

Une fois la phase de création du nouveau projet est terminée, une fenêtre d'organisation du projet est affichée, elle est partagée en 2 volets :

- ✓ Le volet gauche présente l'arborescence du projet.
- ✓ Le volet droit présente le contenu du projet.

Une fois le projet est créé, on est amené à configurer la station SIMATIC dans laquelle on va insérer nos programmes.

➤ **Configuration matérielle :**

La configuration matérielle consiste en la représentation des différents modules utilisés lors d'une tâche d'automatisation.

Configurer le matériel, revient à configurer la station SIMATIC, pour cela on clique sur l'icône Station Simatic(H), ceci fait, dans le volet droit de la fenêtre du projet s'affiche l'icône **Matériel**.

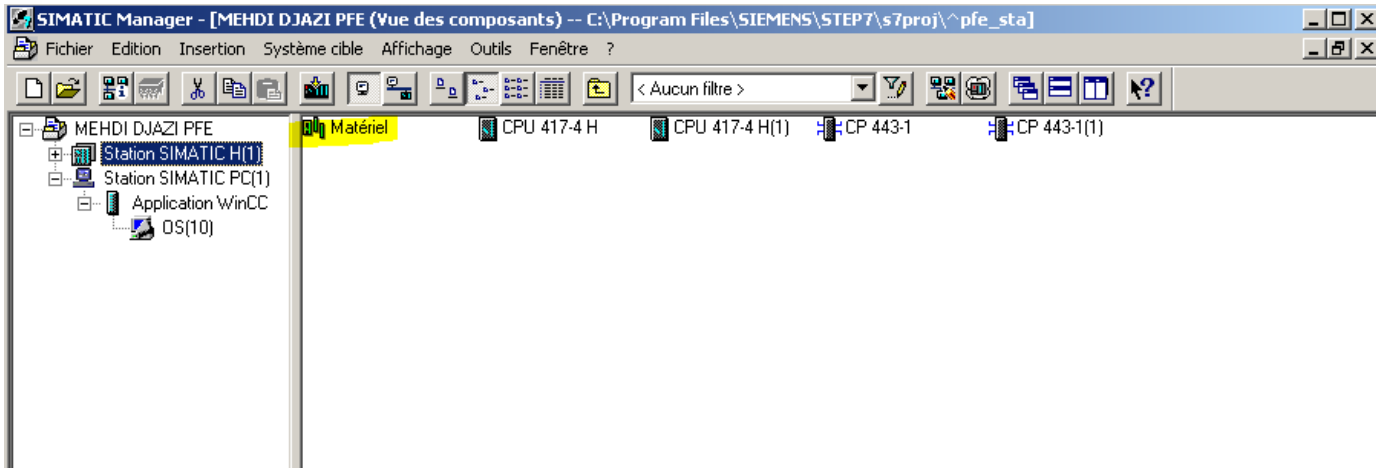


Figure 17: CONFIGURATION MATERIELE

En double cliquant sur l'icône matériel, l'application **HW config** qui permet la configuration matérielle s'ouvre :

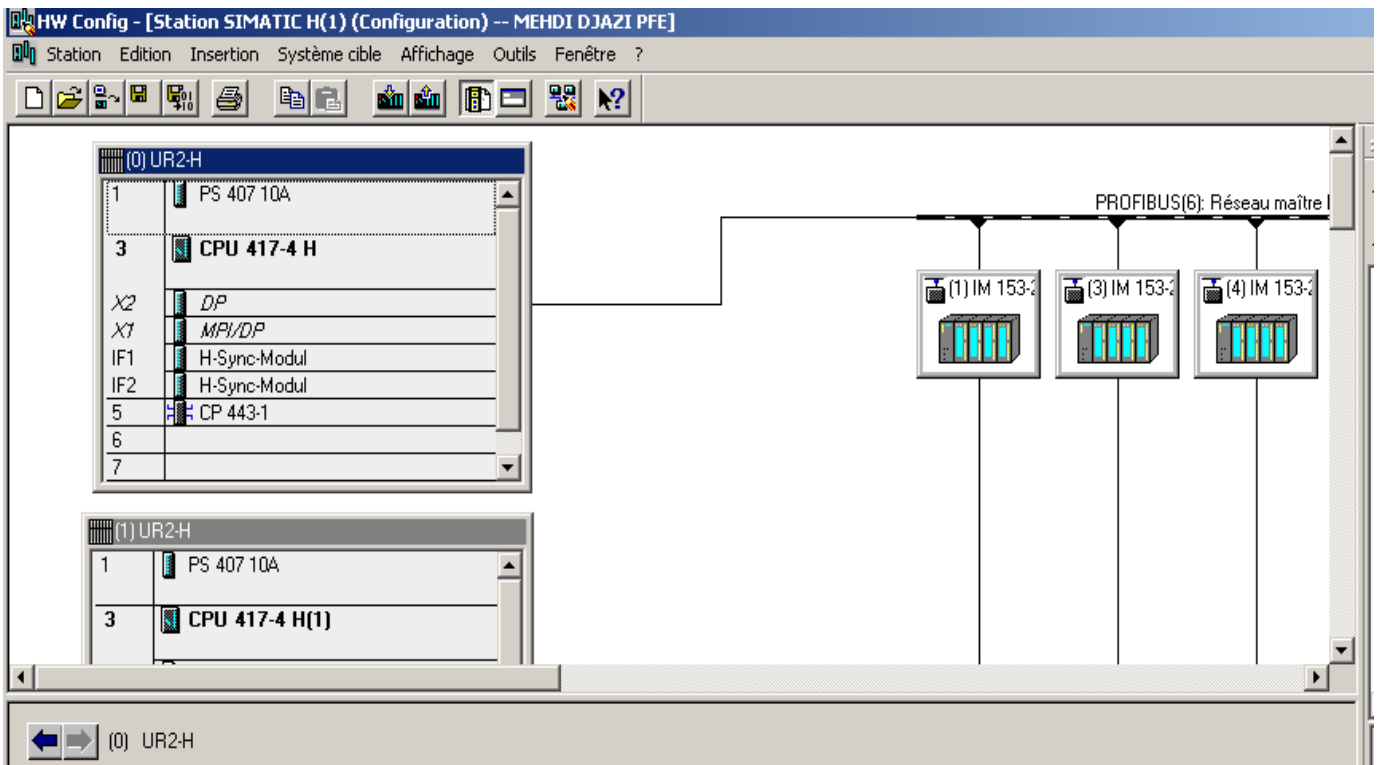


Figure 18: CONFIGURATION DE LA STATION SIMATIC 417 H.

La figure 18 présente la configuration qu'on a adoptée pour la station Simatic 417-H. En ce qui concerne le choix de ces composants, il nous a été imposé puisque nous étions amenés à proposer une extension du SNCC existant, donc on devait respecter les références des modules utilisés.

D'abord la configuration s'effectue sur un châssis redondant, dans lequel on va insérer les différents modules.

Après avoir insérer ce châssis on passe à l'insertion de ces différents modules en respectant les règles d'un fichage des modules.

Les différents composants utilisés sont les suivants et sont similaires pour les deux châssis : deux profilés supports UR2-H, comportant chacun 8 slots qui reçoivent les différents modules.

Un module unité de traitement (CPU) 417-4 H, qui occupe les emplacements deux et trois d'après les règles d'en fichage et qui est constitué des éléments suivants:

- ✓ Une carte de communication Profibus DP.
- ✓ Une carte de communication MPI/DP.
- ✓ modules de synchronisation H.

La référence de la CPU utilisé: 6ES7 407-4HL00-0AB0

Une carte de communication Ethernet qui occupe l'emplacement 5 et dont la référence est: 6GK7 443-1BX01-0XE0.

Dans notre tâche d'automatisation, trois périphériques décentralisés ET200M nous étions suffisant en prenant en compte le nombre d'entrées/sorties dont on a besoin.

Donc comme on a mentionné, chaque ET200M contient des modules d'entrées/sorties.

La 1^{ère} périphérique décentralisée contient :

- ✓ Deux modules d'entrées TOR de 16 bits.
- ✓ Un module de sorties TOR de 16 bits également.

Le 2^{ème} périphérique décentralisé contient :

- ✓ Deux modules d'entrées TOR de 16 bits.
- ✓ Un module de sorties TOR de 16 bits également.

Le 3^{ème} périphérique décentralisé contient :

- ✓ Deux modules d'entrées TOR de 16 bits.
- ✓ Deux module de sorties TOR de 16 bits également.

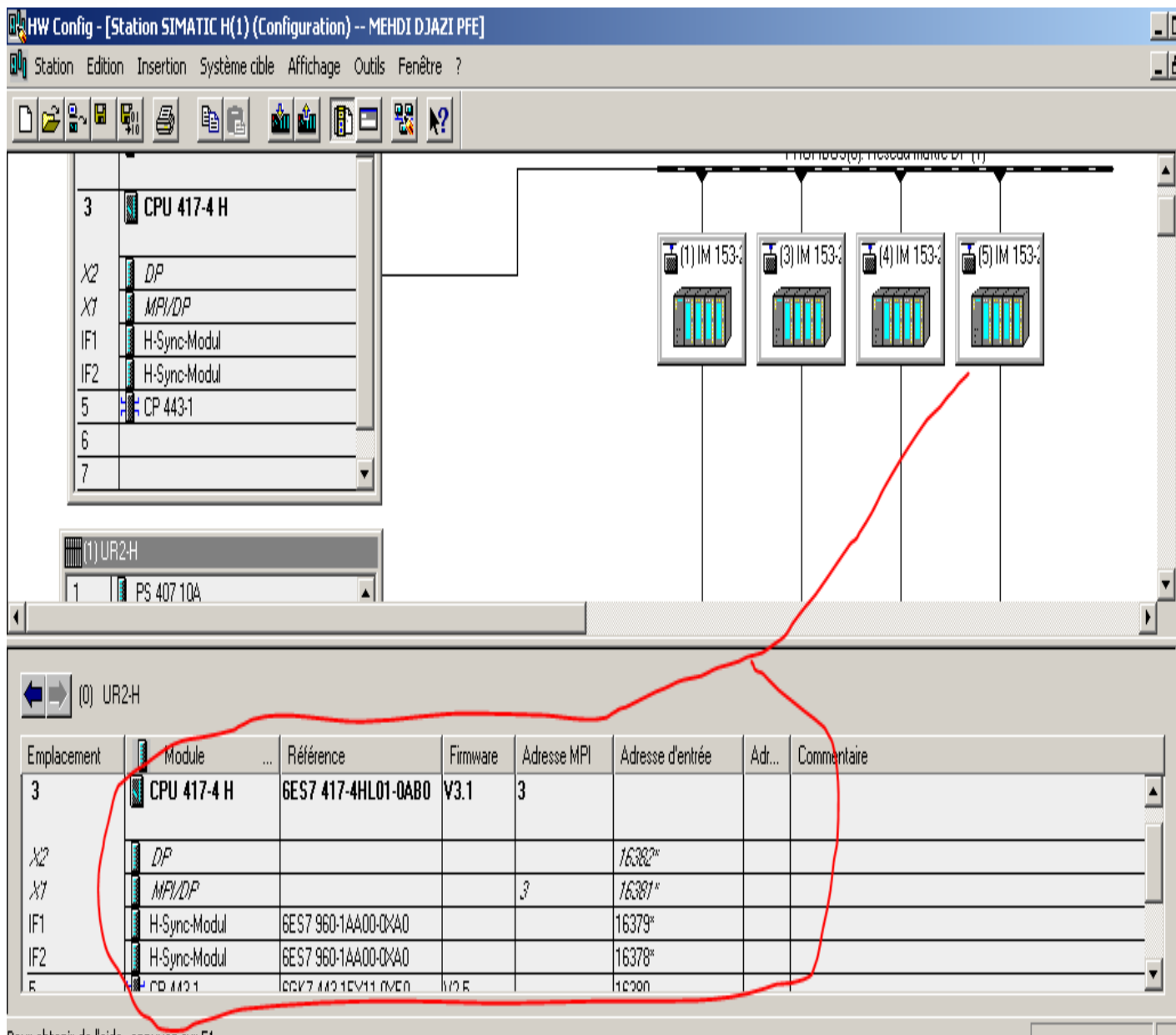


Figure 19: LA configuration des composants dans HW config.

Après avoir insérer les différentes composants précités on clique sur le bouton **enregistrer et compiler** puis on ferme l'application **HW config**.

➤ **Table de mnémoniques :**

La table de mnémoniques nous permet d'assurer une bonne lisibilité de notre programme puisqu'elle affecte à chaque adresse d'entrée ou de sortie un nom symbolique qui le caractérise des autres entrées/sorties.

En ce qui concerne l'automatisme du circuit d'huile, il nécessite des entrées/sorties, elles sont représentées dans la table de mnémonique.

La figure 20 présente un extrait de cette table :

	Etat	Mnémonique	Opéra	Type de	Commentaire
1	▶	ENC03	A 0.0	BOOL	ENCLenchement DE POMPE 1er secours
2	▶	MP03	A 0.1	BOOL	ORDRE MARCHE POMPE 1 secours
3	▶	AP03	A 0.2	BOOL	ORDRE ARRET POMPE 1 SECOURS
4	▶	DEC03	A 0.3	BOOL	declenchement DE POMPE 1er secours
5	▶	MP04	A 0.4	BOOL	ORDRE MARCHE POMPE 20AP04T (AR...
6	▶	AP04	A 0.5	BOOL	ORDRE ARRET POMPE 20AP04T (MAR...
7	▶	ENC04	A 0.6	BOOL	ENCLenchemen 20AP04T DECLENCHE...
8	▶	DEC04	A 0.7	BOOL	ENCLenchement D 06M DECLENCHEME...
9	▶	PO5	A 1.0	BOOL	COMMANDE POMPE 20AP05M ULTIME ...
10	▶	ENC05	A 1.1	BOOL	ENCLenchement 20AP05M ULTIM SEC...
11	▶	MMV	A 1.2	BOOL	MARCHE MOTO VENTILATION
12	▶	AMV	A 1.3	BOOL	ARRET MOTO VENTILATION
13	▶	ENCMV	A 1.4	BOOL	ENCLenchement MOTO VENTILATION
14	▶	DECMV	A 1.5	BOOL	DECLenchement MOTO VENTILATON
15	▶	COMR	A 1.6	BOOL	COMMANDE MARCHE Réchauffeur RE...
16	▶	OMRE	A 1.7	BOOL	ORDRE MARCHE RECHAUFFEUR
17	▶	ENCRE01	A 2.0	BOOL	enclenchement réchauffeur
18	▶	DECRE01	A 2.1	BOOL	declenchement réchauffeur
19	▶	CLIN05	A 2.2	BOOL	CLIN
20	▶	SI03	A 2.3	BOOL	SIGNALISATION 20AP03M
21	▶	CLIN03	A 2.4	BOOL	
22	▶	CLINRE01	A 2.5	BOOL	
23	▶	CLIN04	A 2.6	BOOL	
24	▶	20PSL076	E 0.0	BOOL	PRESSION DE GRAISSAGE 1 SEUIL/P...
25	▶	V.M	E 0.1	BOOL	VIREUR EN MODE MANUEL

Figure 20:TABLE DE MNEMONIQUE.

Dans ce qui suit, on va présenter les différents programmes qu'on a réalisés et qui gèrent le fonctionnement du circuit d'huile.

➤ **Elaboration des programmes :**

En ce qui concerne la programmation, on a opté pour le langage **Ladder**, vue sa proximité des schémas électriques qui représentent la base de l'automatisation du processus.

On a subdivisé l'automatisme du circuit d'huile en plusieurs (FC) qui le gèrent, auxquels on fait appel simultanément dans le programme principal OB1.

Dans la figure ci-dessous et dans le volet droit de la fenêtre d'organisation du projet, est présenté les différentes fonctions qu'on a programmées.

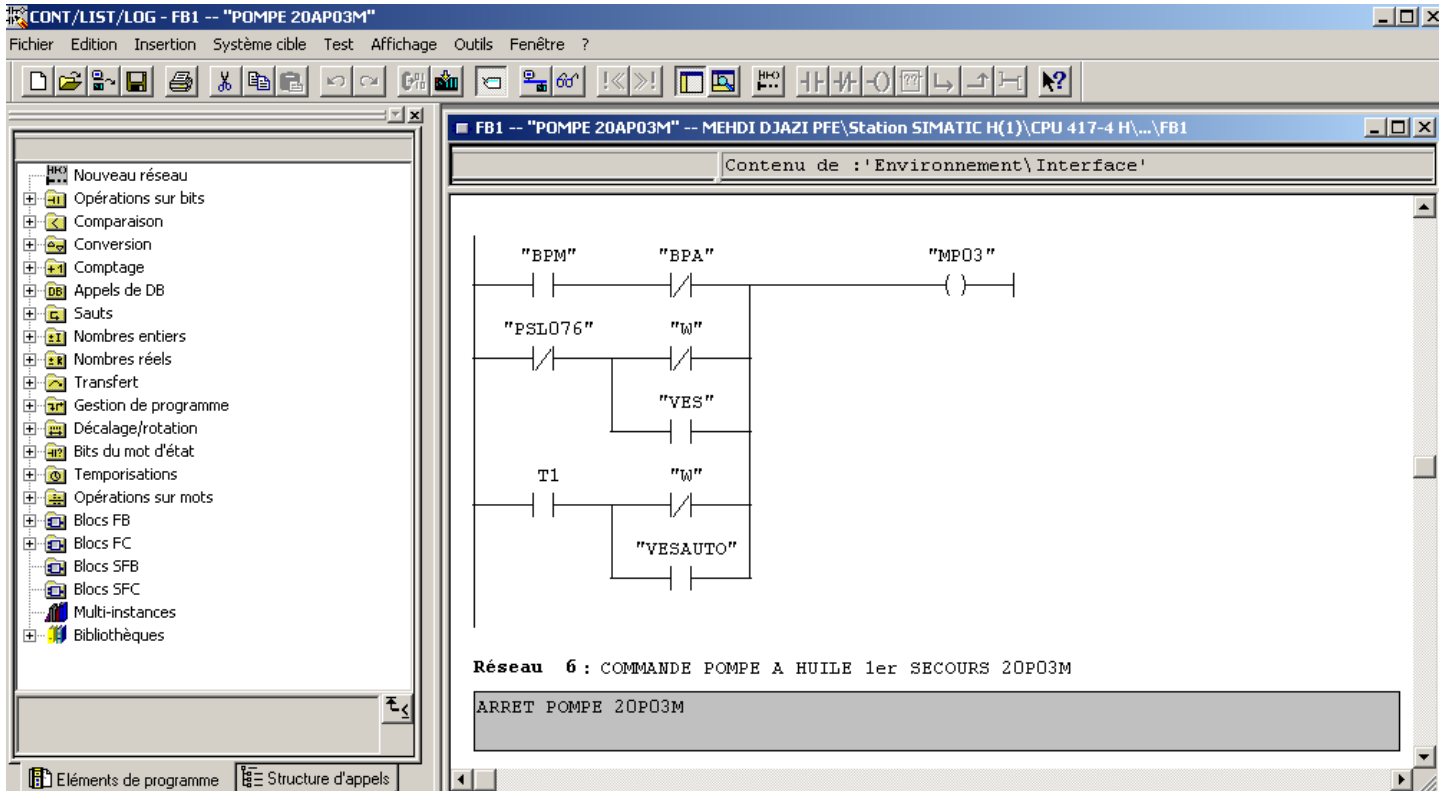


Figure 21:EXEMPLE DU PROGRAMME LADDER.

➤ **Test du programme:**

Après avoir élaboré toutes les fonctions nécessaires au bon fonctionnement du circuit d'huile du groupe turbo alternateur de la centrale thermique, on passe au test de la solution programmée. Pour cela on ouvre le simulateur de step 7 (S7-PLCSIM) :

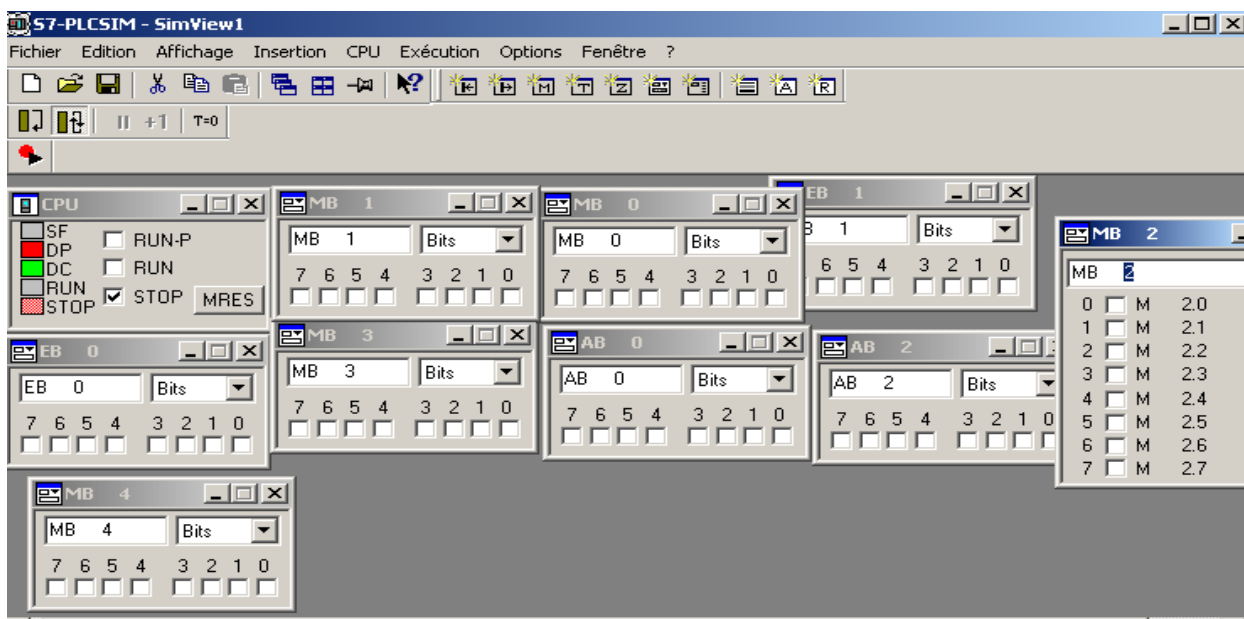


Figure 22:LE SIMULATEUR DE STEP 7

C'est grâce à ce simulateur qu'on peut vérifier si le programme qu'on a réalisé fonctionne correctement ou non.

Dans ce simulateur, est représentée la CPU nécessaire au traitement et à l'exécution du programme, les entrées et les sorties intervenant dans les systèmes, les bits mémoires internes à la CPU, ainsi que les temporisateurs. La figure 21 illustre la procédure pour tester la validité du programme.

Après avoir ouvert le simulateur, on y charge le programme tout entier en cliquant sur le bouton **charger**.

Dans ce simulateur, est représentée la CPU nécessaire au traitement et à l'exécution du programme, les entrées et les sorties intervenant dans les systèmes, les bits mémoires internes à la CPU, ainsi que les temporisateurs. L'exemple suivant illustre la procédure pour tester la validité du programme.

Une fois notre programme est chargé dans le simulateur, on va maintenant tester par exemple la fonction FC1 qui gère l'enclenchement et le déclenchement des disjoncteurs d'arrivées du 1er pompe de secours motopompe 20AP03.

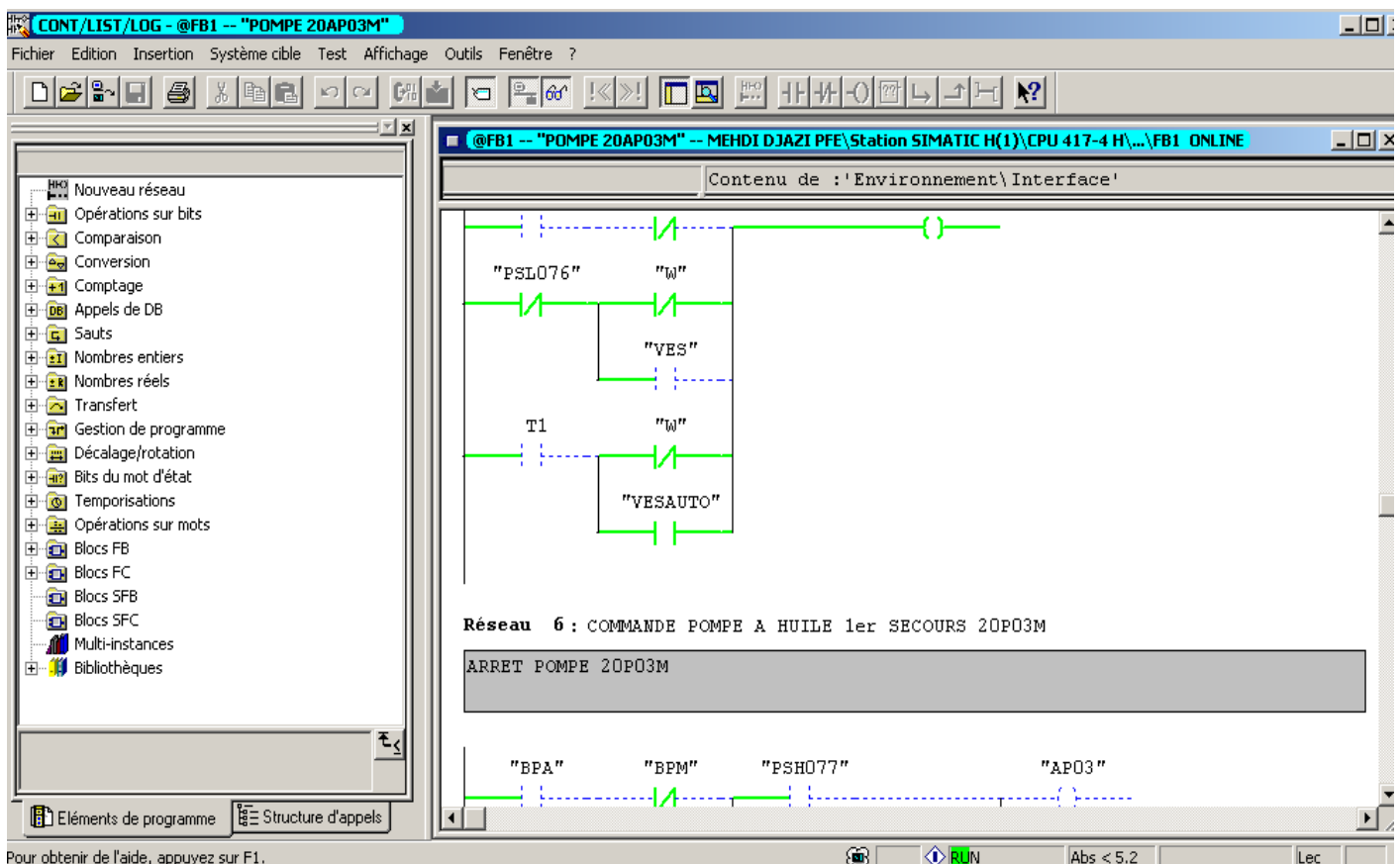


Figure 23:CHARGEMENT DU PROGRAMME.

2.2 La supervision :

Dans le but de satisfaire les exigences accrues ces dernières années en termes de supervision, pilotage des processus industriels d'une part, et d'autre part l'archivage et le traitement informatique des différents données du process (alarmes, défauts,...), de nouveau systèmes IHM (interface homme machine) ont été développés.

Le WINCC est l'un de ces systèmes, et c'est lui qu'on a utilisé afin de superviser en permanence les différents états d'automatisme.

Le logiciel de configuration WinCC explorer permet de créer les configurations sous Windows à partir de l'ordinateur de configuration (PC ou pupitre opérateur).

Alors que le logiciel de visualisation de processus WinCC explorer permet de faire fonctionner notre configuration sous Windows et de visualiser le processus.

WinCC explorer est également exécuté sur l'ordinateur de configuration pour tester et simuler le fichier projet compilé.

➤ Création du vue :

Normalement, l'opérateur, ou toute personne possédant le droit d'accès au WinCC explorer, a besoin d'une vue principale à partir de laquelle il peut naviguer entre les différentes vues du système de supervision, dans notre cas, la vue de circuit d'huile de GTA représente la vue principale.

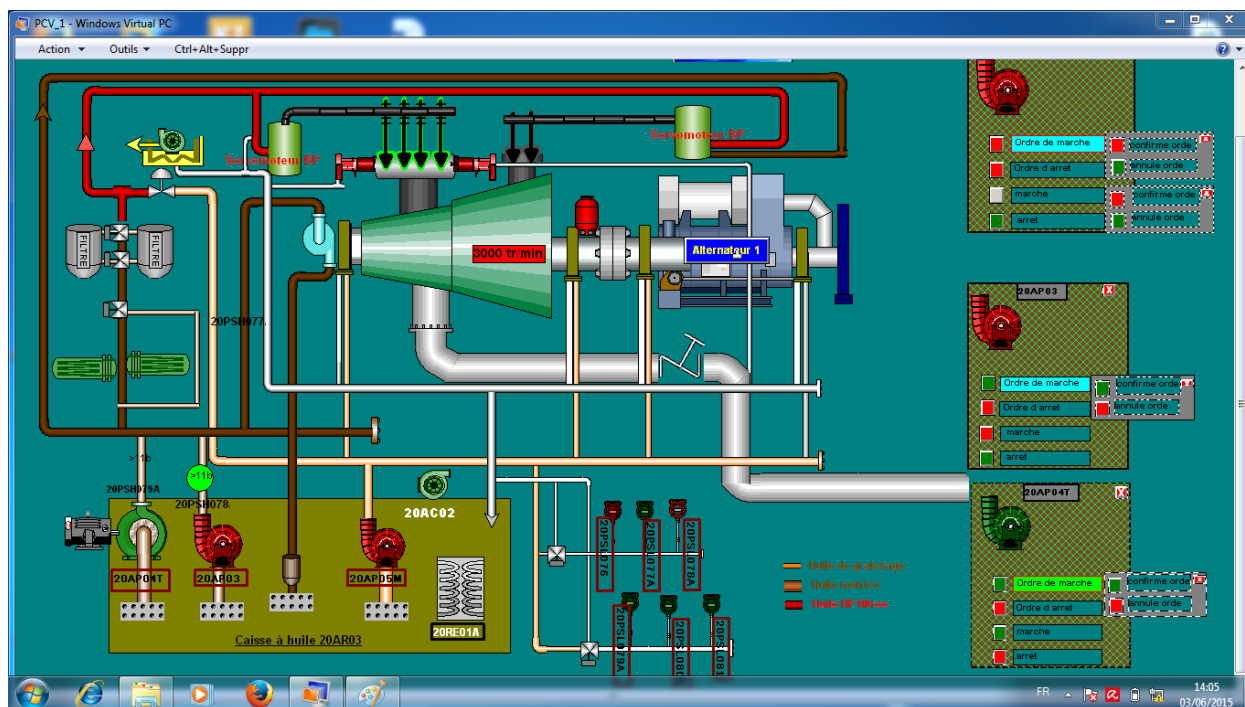


Figure 24:vue principale du système à superviser

3. Conclusion :

Après avoir terminé avec les différentes interfaces de supervision et effectué des tests vérifiant le fonctionnement sur l'API de simulation, on aura résolu le problème rencontré dans l'état actuel de l'installation où la supervision du système est manquante.

Cette solution proposée permet d'assurer un suivi en temps réel du fonctionnement et l'état de circuit d'huile, ainsi qu'un diagnostic des défauts permettant pour les équipes de maintenance de localiser la source de la panne et donc gagner beaucoup plus de temps lors de la remise en état des équipements défailants après une anomalie détectée.

Conclusion générale :

Ce travail qui s'inscrit dans le cadre du stage, consiste en une étude des systèmes de contrôle commande implantés à Maroc Phosphore, à savoir SIMATIC PCS 7 de Siemens, qui assure le contrôle et la commande de la centrale thermoélectrique.

La première phase présente une étude des systèmes numériques de contrôle commande existants à Maroc Phosphore, et à travers l'analyse de leurs architectures et de leurs plateformes matérielle et logicielle, nous avons pu faire ressortir les points forts et les limites techniques de chaque système, puis on s'est intéressé spécialement au système numérique installé dans la centrale thermoélectrique.

La deuxième phase a été consacrée à la description du groupe turbo alternateur en élaborant une analyse fonctionnelle, et sur la création du programme de commande et sur la réalisation de la supervision.

Ce projet au sein du complexe Maroc Phosphore m'a donné l'opportunité de travailler dans un milieu industriel, et m'a permis ainsi de nous adapter à l'environnement de travail par ailleurs, aussi acquis une riche expérience dans la spécification des besoins de l'entreprise et ainsi de proposer de nouvelles solutions plus efficients.

Bibliographie

- *Cours Automates Programmables Industriels* M. El Markhi FSTF-2013.
- Document **PDF SIMATIC PCS7** siemens. **ST-PCS7SYS_V70_sys_ueb.1**
- *Notice descriptif de conduite et d'entretien TOME 3.1 &3.2 Constructeur Alstom.*

Documentation numérique :

- ✓ www.siemens.com
- ✓ <http://www.coursmaroc-ayochti.ml/2015/04/simatic-step-7-professional.html>
- ✓ <https://www.youtube.com/user/elasriyassine>
- ✓ <http://www.ocpgroup.ma/fr/group/group-overview>