

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

FACULTE DE LA TECHNOLOGIE

Département GENIE ELECTRIQUE

**Projet de fin de cycle
En vue de l'obtention du diplôme
De Master en électrotechnique**

Option : Commande des systèmes électriques

THEME

**ANALYSE DE FONCTIONNEMENT
AUTOMATISATION ET SUPERVISION
DES GROUPES TURBO-ALTERNATEURS
AU NIVEAU DE CEVITAL**

Réalisé par :

Mr KHEREDDINE Younes

Mr AITOUT Nabil

Encadré par :

Mr TAZERART Farid

Mr TOULOUM Nadir

Promotion 2015

Remerciements

Nous remercions Dieu, tout-puissant, de nous avoir donné la volonté et la santé pour réaliser ce travail.

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance à Monsieur TAZERRART Farid d'avoir accepté de nous encadrer, et tenons à lui présenter notre profonde gratitude pour la confiance qu'il a mise en nous, sa disponibilité et son engagement depuis le tout début .

Nos remerciements les plus vifs vont également à Monsieur TOULOUM Nadir, Automaticien chez Cevital (Bejaia) pour la proposition de cette étude et ses conseils, sa disponibilité, sans lui ce travail n'aurait pu voir le jour, ainsi que tous le personnel de la direction technique de Cevital (unité énergie et utilités).

Nos vifs remerciements au membre de jurys de bien vouloir accepter d'évaluer notre travail.

Enfin, nous remercions tous ceux qui nous ont soutenus et encouragés tout au long de la réalisation du présent travail.

Dédicaces

*A La mémoire de mon père, qui a consacré sa vie à
l'éducation de ses enfants.*

A ma mère qui n'a cessée de me soutenir.

A mes sœurs et mes frères.

A tous mes proches et ceux qui mes sont chers.

A tous mes amis.

*A tous mes enseignants durant mon cursus scolaire,
du primaire à l'université.*

A tous ceux qui m'ont encouragé de près et de loin.

*Ainsi qu'à mon collègue Nabil Aïtout qui m'a
supporté durant cette période.*

Younes KHEREDDINE

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

*Mes chers parents qui m'ont beaucoup aidés
et qui se sont sacrifiés pour mon bien et qui
m'ont encouragé et soutenu le long de ma
vie et durant mon cursus;*

A mes sœurs, mes frères;

A toute ma famille ;

A tout mes amis sans exception ;

A toute la communauté universitaire ;

*Tous ceux qui ont contribué de près ou de
loin à la réalisation de ce modeste travail.*

Nabil AITOUT

Liste des figures

Chapitre I

Figure. I.1: Cogénération par turbine à vapeur

Figure. I.2: Une centrale thermique

Figure. I.3: Vue générale du turbo-alternateur de CEVITAL

Figure. I.4: Plaque signalétique de la turbine à vapeur

Figure. I.5: Rotor d'une turbine à vapeur

Figure. I.6: Structure générale du réducteur à arbres parallèles.

Figure. I.7: Plaque signalétique du réducteur

Chapitre II

Figure. II.1: Lubrification hydrostatique

Figure. II.2: Exemple de lubrification hydrodynamique

Figure. II.3: Vue de la tuyauterie et des pompes alimentaires de l'installation

Figure. II.4: Coussinets d'une ligne turbine

Figure. II.5: Paliers lisse d'une turbine

Figure. II.6: Procédure de lubrification des paliers

Figure. II.7: Pompe auxiliaire

Figure. II.8: Pompe attelée

Figure. II.9: Vanne automatique de décharge des pompes

Figure. II.10: Filtre à huile

Figure. II.11: Transmetteur de pression

Figure. II.12: Réservoir huile HP et ses éléments

Figure. II.13: Pompes à cylindrée variable

Figure. II.14: Vérin simple effet avec son distributeur

Figure. II.15: Soupapes d'admission

Figure. II.16: Régulateur woodward 505

Figure. II.17: Vus de la ligne turbo-alternateur

Chapitre III

Figure. III.1: Structure d'un système automatisé

Figure. III.2: Automate Programmable Industriel SIEMENS

Figure. III.3: API S7-300

Figure. III.4: Structure interne d'un API

Figure. III.5: Structure de fonctionnement d'un automate

Figure. III.6: Mode de représentation des langages basiques de programmation STEP7

Figure. III.7: Représentation des éléments d'un GRAFCET

Figure. III.8: Interface de simulation PLCSIM

Figure. III.9: Vue d'ensemble du progiciel WinCC flexible

Chapitre IV

Figure. IV.1: Page de démarrage de STEP7

Figure. IV.2: Configuration matériel

Figure. IV.3: Hiérarchie du programme STEP7

Figure. IV.4: Table des mnémoniques du projet

Figure. IV.5: Blocs du projet.

Figure. IV.6: Architecture des blocs.

Figure IV.7: Comparateur analogique

Figure IV.8: Comparateur seuil haut

Figure IV.9: Comparateur seuil bas

Figure IV.10: Bloc fonctionnel de commande auto/manu des pompes

Figure IV.11: Bloc fonctionnel de traitement des défauts

Figure IV.12: Fonctions de traitements des valeurs analogiques

Figure IV.13: Gestion auto/manu pompe 101

Figure IV.14: Gestion auto/manu pompe 103

Figure IV.15: Gestion auto/manu réchauffeu

Figure IV.16: Gestion auto/manu ventilateur

Figure IV.17: Bloc d'alarme disjoncteur pompe 101

Figure IV.18: Bloc d'alarme thermique pompe 101

Figure IV.19: Bloc sélection principale/secours pour les deux pompes P300A, P300B

Figure IV.20: Création d'une liaison

Figure IV.21: Table des variables.

Figure IV.22: Boite à outils « objets simples »

Figure IV.23: Vues du process

Figure IV.24: Vue initiale

Figure IV.25: Configuration du champ E/S

Figure IV.26: Configuration de l'animation des soupapes

Figure IV.27: Vue démarrage

Figure IV.28: Vue du système d'huile de lubrification

Figure IV.29: Vue du système d'huile HP

Figure IV.30: Températures ligne d'arbre

Figure IV.31: Vue de vibration, vitesse, déplacement

Figure IV.32: Paramétrage de la classe des alarmes

Figure IV.33: Table des alarmes

Liste des tableaux

Chapitre I

Tableau I.1 : Caractéristiques de l'alternateur

Liste des abréviations

Historique

SPA: Société par Action

T/J: Tonne/Jour

RN: Route National

PET: Poly-Ethylene-Téréphtalate

Chapitre 1

IP: Indice de Protection

IC: Indice de refroidissement

Sn: Puissance apparente

Pn: Puissance Active

Cos : Facteur de puissance

Un: Tension nominal

In: Courant nominal

F: Fréquence

Chapitre 2

HT: Haute Température

BT: Basse Température

HP: Haute pression

BP: Basse Pression

T100: Un réservoir d'hile

H100: Réchauffeur électrique

P104: Pompe attelée

P101: Pompe auxiliaire

P103: Pompe d'évacuation des calories

PCV103: Vanne de décharge des pompes

E101A/B: Hydro-réfrigérant double

TCV124: Vanne thermostatique

F100A/B: Filtre a l'huile double

VM103: Moteur ventilateur

TSHH122: Thermostat sécurité réchauffeur (très haute température)

PM101: Moteur électrique

PSV101: Soupapes de sureté de la pompe auxiliaire

PSV111: Soupapes de sureté de la pompe attelée

PSV105: Soupapes de sureté de la pompe d'évacuation calories

DC: Direct curent

AC: Alternatif curent

PDSHH122: Contacteur de pression différentiel sue filtre

μ: Microns

PT131: Transmetteur de pression

PSL131:Seuil basse pression

PG112: Manomètre sur collecteur

PSLL 132: Pressostat (basse pression de lubrification)

MCC: Le passage en mode locale

TE123: Sonde sur caisse a l'huile

TCL123: Seuil basse pression

TCH123: Seuil haute pression

T200: Réservoir a l'hile HP

P300A/B: Deux pompes cylindrée variable

F300A/B: Filtre a l'huile

B200: Accumulateur

B301: Accumulateur

E300: Hydro-réfrigérant

TCV30: Vanne thermostatique

B301: Accumulateur

PSV300A/B: Soupapes de sécurité

PM300A/B: Moteur électrique

LSL300: Niveau a flotteur seuil bas

PSL322: Pressostat au refoulement commun des pompes

PT 323: Transmetteur de pression au refoulement des pompes

PSLL323: Seuil basse pression

TW300: Sonde sur caisse a l'huile

TCV300: Vanne thermostatique

GTA: Automate GE Fanuc

SV320, SV321: Vérin vanne d'arrêt et électro-distributeur

SV324, SV325: Servo-vérin (Commande vanne)

UY322: Servovalve

ZSL321: Fin de course vanne d'arrêt fermée

ZSL320: Fin de course vanne d'arrêt ouverte

ZT322: Transmetteur de position soupapes admission

ZSL120: Fin de course vireur

PSL200: Basse pression groupe soulèvement

PT100: Sonde de température

EJ141: Ejecteur

TE222: Température métal

VEX303 et VEY303: Vibrations palier cote opposé accouplement turbine réducteur

VEX304 et VEY304: Vibrations palier accouplement turbine réducteur

ZE302A et ZE302B: Déplacement axial turbine

VEX305 et VEY305: Vibrations palier coté accouplement réducteur turbine

VEX306 et VEY306: Vibrations palier coté oppose accouplement réducteur turbine

VE307: Mesure accéléromètre

VEX310: Vibrations palier coté accouplement alternateur réducteur

VEX311: Vibrations palier coté opposé accouplement alternateur réducteur

Chapitre 3

API: Automate programmable industrielle

PLC: Programmable Logic Controller

NFC: Norme Française

RAM: Random Access Memory

ROM: Read-Only Memory

EEPROM: Electrically-Erasable Programmable Read Only Memory.

CPU: Central Processing Unit

TOR: Tout Ou Rien

PS: Power Supply - module d'alimentation

IM: Interfaces Modules

SM: Modules Signaux

DI: Digital Input

DO: Digital Output

AI: Analogique Input

AO: Analogique Output

FM: Modules Fonctionnels

CP: Processeur de Communication

MPI: Interface Multipoint

PCMCIA: Personal Computer Memory Card International Association

CONT: Contact

LIST: Liste

LOG: Logigramme

PG: Console de Programmation

PC: Partie Commande

VAT: Table des variables

HW: Hardware

Chapitre 4

E/S: Entrées/Sortie

OB: Bloc D'organisation

FB: Bloc fonctionnel

SFB: Bloc système

FC: Fonction

SFC: Fonction système

DB: Bloc de données

Sommaire

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Présentation du complexe CEVITAL

Historique.....	3
Situation géographique.....	3
Activités de CEVITAL.....	4
Missions et objectifs.....	5
Différents organes constituant le complexe CEVITAL	6
Direction énergie et utilités	7

CHAPITRE I : Descriptions des éléments de la centrale

I.1. Introduction.....	8
I.2. Présentation de la cogénération	8
I.2.1. Définition	8
I.2.2. Ressources énergétiques de la cogénération	9
I.2.3. Intérêt de la cogénération	9
I.3. Généralités	10
I.3.1. Les turbomachines.....	10
I.4. Description des éléments de la centrale de production de l'énergie électrique	11
I.4.1. Vue générale de la ligne d'arbre turbo alternateur	11
I.4.2. Turbine à vapeur du groupe turbo-alternateur.....	12
I.4.2.1. Parties constitutives de la Turbine 6-7 MP 5.....	12
I.4.2.2. Caractéristiques de fonctionnement de la turbine	14
I.4.3. Réducteur	15
I.4.3.1. Réducteur à arbre parallèles à dentures hélicoïdales.....	15
I.4.3.2. Rôle du réducteur	16
I.4.3.3. Interprétation de la plaque signalétique du réducteur	16
I.4.3.4. Avantages et inconvénients d'utilisation des dentures hélicoïdales	16
I.4.4. Alternateur	17
I.4.4.1. Description détaillé de l'alternateur	17
Conclusion.....	20

CHAPITRE II : Elaboration de l'analyse fonctionnelle

Introduction	21
II.1 Les huiles lubrifiantes.....	21
II.1.1 Fonctions des lubrifiants	21
II.1.2 Viscosité des lubrifiants	21
II.1.3 Différent type de lubrification	22
II.2 Analyse fonctionnelle du système d'huile de lubrification	23
II.2.1 Système d'huile de lubrification	23
II.2.2 Rôle du système d'huile de lubrification.....	23
II.2.3 Dispositif principale de lubrification	24
II.2.4 Dispositif auxiliaire de lubrification	25
II.2.5 Description du circuit d'huile de lubrification.....	25
II.2.6 Instrumentation sur ligne d'arbre.....	29
II.2.7 actionneurs	29
II.2.8 Fonctionnement	30
II.3 Analyse fonctionnelle du Système d'huile de régulation (HP).....	32
II.3.1 Rôle du système d'huile de régulation (HP)	32
II.3.2 Description du système d'huile de régulation (HP)	32
II.3.3 Actionneurs	35
II.3.4 Fonctionnement.....	35
II.3.5 Vérin de commande hydraulique de la vanne d'arrêt	36
II.3.6 Servo-vérin soupapes admission	37
II.4 Analyse fonctionnelle du système de virage et groupe de soulèvement	38
II.4.1 Rôle du groupe de soulèvement.....	38
II.4.2 rôle du vireur.....	38
II.4.3 description du groupe de soulèvement alternatif.....	39
II.4.4 description du vireur	39
II.4.5 Fonctionnement	39
II.5 Surveillance de la ligne d'arbre.....	41
II.5.1 Température	41
II.5.2 Température Alternateur.....	41
II.5.3 Vibration	42

II.5.4 Capteurs de vitesse.....	42
II.6 analyse fonctionnelle du circuit vapeur	42
II.6.1 Description de la turbine à vapeur	42
II.6.2 Ejecteur	42
II.6.3 Actionneurs	43
II.6.4 régulateur Woodward 505	43
II.7 Analyse fonctionnelle du démarrage turbine.....	43
II.7.1 Préparation au démarrage.....	43
II.7.2 Autorisation de démarrage	44
II.7.3 Gestion du démarrage	45
Conclusion.....	46
 CHAPITRE III : Automate programmable et logiciels associées	
III.1. Introduction	47
III.2. Automatisation	47
III.2.1. Système automatisé	47
III.2.2. Objectifs de l'automatisation	47
III.2.3. Structure d'un système automatisé.....	47
III.2.4. GRAF CET	48
III.3 Description de l'automate	51
III.3.1. Structure interne des automates programmables	53
III.3.2. Principe de fonctionnement d'un automate.....	54
III.4. Critère de choix d'un API	55
III.5 Description du logiciel step7	55
III.5.1 Gestionnaire de projets SIMATIC Manage.....	56
III.5.2 Editeur de programme et les langages de programmation	56
III.5.3 Paramétrage de l'interface PG-PC.....	57
III.5.4 Le simulateur des programmes PLCSIM	57
III.5.5 Stratégie pour la conception d'une structure programme complète	58
III.6 Description du logiciel WinCC Flexible.....	59
III.6.1 Éléments du WinCC Flexible.....	59
Conclusion.....	61

CHAPITRE IV : Programmation et supervision

IV.1 Introduction.....	62
IV.2 Réalisation du programme du système d'huile de lubrification et HP	62
IV.2.1 Création du projet dans SIMATIC Manager.....	62
IV.2.2 Configuration matérielle (Partie Hardware).....	62
IV.2.3 Création de la table des mnémoniques (Partie Software).....	64
IV.2.4 Elaboration du programme S7 (Partie Software)	65
IV.2.4.1 Les blocs de code.....	65
IV.2.4.2 Création du programme du groupe turbo alternateur	66
IV.2.4.2.1 Programmation des blocs.....	67
IV.3 Réalisation de la supervision de la centrale	75
IV.3.1 Introduction de la supervision	75
IV.3.2 Outils de supervision.....	75
IV.3.3 Etapes de mise en œuvre	75
IV.3.3.1 Etablir une liaison directe	75
IV.3.3.2 Création de la table des variables	76
IV.3.3.3 Création de vues	78
IV.4 Compilation et Simulation	87
IV.5 Conclusion	87

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale.....	88
--------------------------	----

Introduction générale

Introduction générale

Dans le souci de répondre aux besoins d'adaptation aux exigences mondiale et d'être compétitif sur le marché, CEVITAL-BEJAIA a opté pour l'installation d'une centrale thermique en cogénération qui comporte deux turbines à vapeurs, et afin de répondre à ses nécessités en matière d'énergie électrique et de vapeur.

La lubrification des groupes turbo-alternateur des centrales thermiques modernes, présentent un certain nombre d'exigences qui sont essentiellement liées aux caractères particuliers de ces machines. L'objectif principal de la lubrification est de réduire les pertes d'énergie dues au frottement entre les surfaces solides en mouvement relatif quand elles sont soumises à une charge donnée.

Dans le monde industriel où la compétitivité est un facteur essentiel de survie de l'entreprise, l'automatisation est une nécessité. L'arrivée de l'automatique dans l'industrie à permis de faire un grand pas en avant, ou l'automatisation des chaînes de productions et la suppression pour l'homme des tâches pénibles et répétitives, rajouter à ça un niveau de sécurité élevé a permis de réaliser des exploits non inégalés auparavant.

Le système actuel est doté d'un automate programmable *GE Fanuc* et le travail, consiste a remplacer l'automate existant par un autre automate de la famille (SIMATIC S7-300).

Notre but est de faire une étude complète et détaillée du groupe turbo-alternateur et de son automatisation en utilisant l'automate qui présente de meilleurs avantages vus sa grande souplesse, sa fiabilité et sa capacité à répondre aux exigences actuelles comme la commande et la communication, ajoutéea tout ça la supervision de ce système.

À cet effet, le présent mémoire est reparti en quatre chapitres décrivant les volets principaux :

Le premier chapitre est consacré à la présentation du complexe CEVITAL d'une manière générale et la description des éléments de groupe turbo-alternateur.

Le deuxième chapitre sera consacré à l'élaboration de l'analyse fonctionnelle du système d'huile de lubrification, système d'huile de régulation (HP), système de soulèvement et virage, surveillance ligne d'arbre et circuit vapeur.

Le chapitre trois sera dédié à la description des systèmes automatisés et aux automates programmable ainsi que les ressources logicielles utilisés.

Le dernier chapitre de ce travail traitera la partie programmation et supervision de ce projet. Les étapes de programmation de la centrale, qui fera l'objet de notre travail seront détaillées et expliquées.

Enfin, en termine par une conclusion

Présentation du complexe CEVITAL

❖ Historique [1]

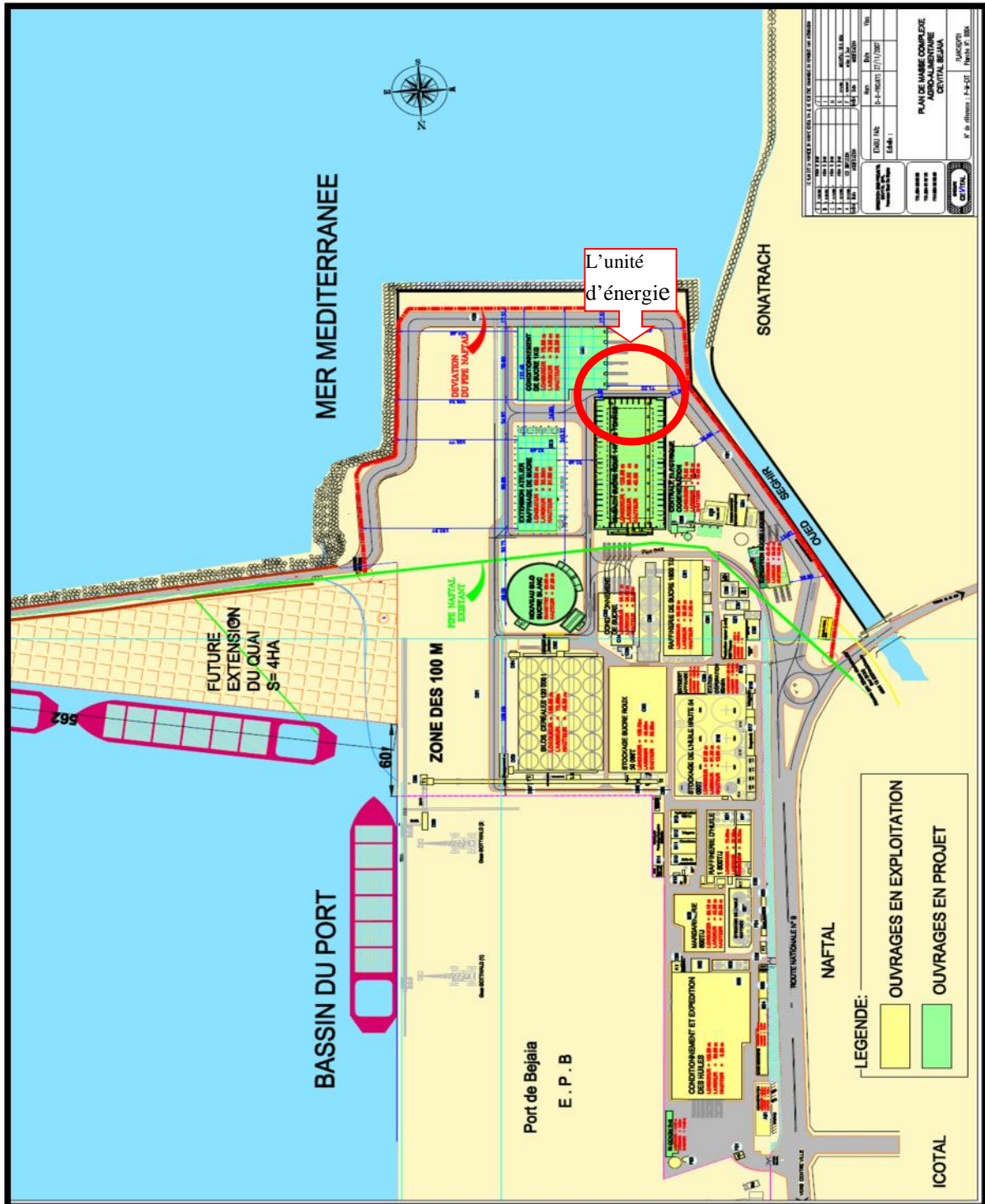
CEVITAL est une entreprise industrielle agroalimentaire spécialisée dans le raffinage d'huile, de sucre, de la production de la margarine et la production d'énergie électrique avec une capacité de 64 MVA et de la vapeur ; elle s'accapare la moitié du marché national d'huile et des graisses.

CEVITAL SPA, est parmi les entreprises Algériennes qui en vue le jour dès l'entrée de notre pays dans l'économie de marché. Elle a été créée par des fonds privés en 1998. Son complexe de production se situe dans le port de BEJAIA et s'étend sur une superficie de 45000 m². Pour être parmi les meilleurs sur le marché international, CEVITAL a fait appel aux leaders mondiaux pour chaque type de marché et d'équipements faisant de ce complexe l'un des plus performant et modernes du monde.

❖ Situation géographique

CEVITAL est implanté au niveau du nouveau quai du port de Bejaia, à 3 km du sud-ouest de cette ville, à proximité de la RN 26.

Cette situation géographique de l'entreprise lui a beaucoup profité étant donné qu'elle lui confère l'avantage de proximité économique. En effet, elle se trouve proche du port et de l'aéroport.



Aperçu global de l'unité de production CEVITAL.

❖ **Activités de CEVITAL**

Lancé en Mai 1998, le complexe CEVITAL a débuté son activité par le conditionnement d'huile en Décembre 1998. En Février 1999, les travaux de génie civil de la raffinerie ont débuté, elle est devenue fonctionnelle en Août 1999.

L'ensemble des activités de CEVITAL est concentré sur la production et la commercialisation des huiles végétales, de margarine et de sucre, ainsi que la production de l'énergie électrique qu'elle est en cours d'études, elles se présentent comme suit :

- Raffinage des huiles (1800 tonnes/jour) ;
- Conditionnement d'huile (1400 tonnes/heure) ;
- Production de margarine (600tonnes/jour) ;
- Fabrication d'emballage (PET) : Poly-Ethylène-Téréphtalate (9600unités/heure) ;
- Raffinage du sucre (1600 tonnes/jour) et (3000 tonnes /jour) ;
- Stockage des céréales (120000 tonnes) ;
- Minoterie et savonnerie en cours d'étude ;
- Cogénération (production de l'énergie électrique avec une capacité de 64MW et de la vapeur).

❖ Missions et objectifs

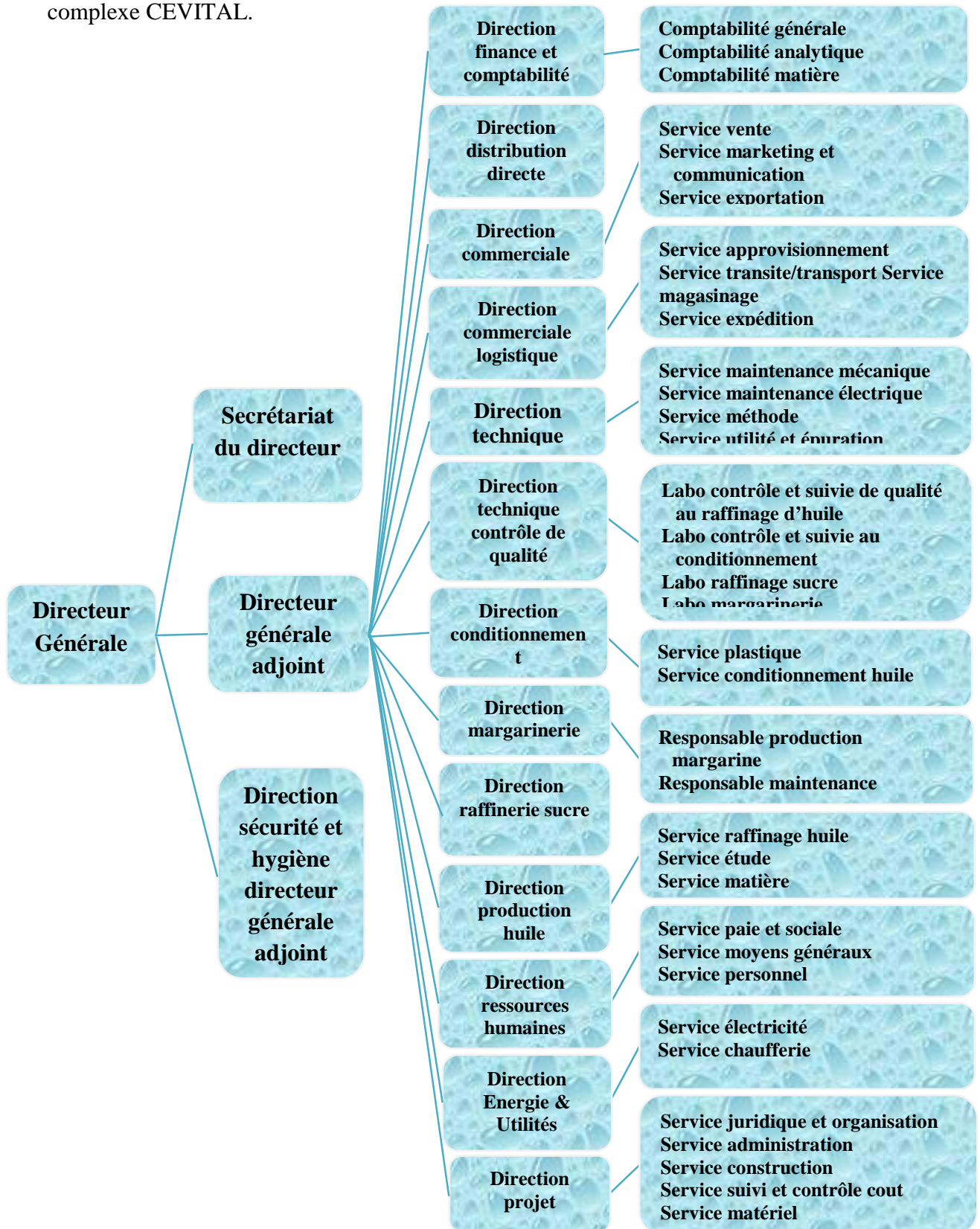
L'entreprise a pour mission principale de développer la production et d'assurer la qualité et le conditionnement des huiles, des margarines et du sucre à des prix nettement plus compétitifs, et cela, dans le but de satisfaire le client et le fidéliser.

Les objectifs visés par CEVITAL peuvent se présenter comme suit :

- L'extension de ses produits sur tout le territoire national ;
- L'importation de graines oléagineuses pour l'extraction directe des huiles brutes ;
- L'optimisation de ses offres d'emploi sur le marché du travail ;
- L'encouragement des agriculteurs par des aides financières pour la production locale de graines oléagineuses ;
- La modernisation de ses installations en termes de machine et technique pour augmenter le volume de sa production ;
- Le positionnement de ses produits sur le marché étranger par leurs exportations.

❖ Différents organes constituant le complexe CEVITAL [1]

L'organigramme suivant donne une vue général sur les différents organes constituant le complexe CEVITAL.



Organigramme du complexe CEVITAL

❖ **Direction énergie et utilités**

La direction Energie est constituée de deux départements qui sont :

- Département électricité (production et distribution de l'énergie électrique).

On distingue :

- ✓ Le poste 60kV ;
 - ✓ Le poste 30kV ;
 - ✓ La cogénération.
- Département chaufferie (production et distribution de la vapeur)

Chapitre I

Description des éléments de groupe turbo-alternateur

I.1. Introduction

Le système de cogénération est la principale technique utilisée dans les grandes centrales électriques, nucléaires ou à combustibles fossiles, pour convertir l'énergie thermique d'un combustible en énergie électrique. Ces systèmes sont à haut rendement (de 80 % à 90 % en général). Une cogénération valorise l'énergie thermique produite, qui est considérée comme un perdu, pour être recyclée par la suite et réutilisée dans le process [2].

Le présent chapitre est consacré à la présentation générale de la cogénération, en particulier au mode de production de l'énergie électrique dans une centrale de cogénération, notamment celle de CeVital qui est installée en 2009, afin de subvenir au besoin du complexe d'une puissance électrique additive à 10 MW existante après l'installation d'une nouvelle raffinerie de sucre, la demande de puissance supplémentaire exigée par cette extension ne peut être satisfaite par le réseau Sonelgaz, le complexe a opté pour une production autonome par des turbogénérateurs à vapeur, avec des turbines à contre pression utilisant la vapeur du process.

Il a été procédé donc à l'achat et à l'installation de deux groupes blocs (turbine, alternateur, transformateur) de 32 MVA de puissance unitaire. Cette puissance installée étant largement supérieure au besoin du complexe (25 MVA).

I.2. Présentation de la cogénération

I.2.1. Définition

La cogénération est un principe de production simultanée de deux énergies différentes dans le même processus. Le cas le plus fréquent est la production d'énergie électrique et de chaleur. Cette technique, réservée aux industriels pouvant produire de grandes quantités de vapeur, permet de produire de l'électricité lorsque la vapeur est produite en excédent. Ainsi, la consommation est régularisée par conversion énergétique.

En réunissant dans une seule installation, la production d'énergie électrique et de chaleur, la cogénération exploite au maximum l'énergie primaire des combustibles, la fraction d'énergie à la température la plus haute est convertie en énergie électrique et la fraction à la température la plus basse, au lieu d'être dissipée dans l'environnement, est rendue disponible pour des applications thermiques appropriées.

La réduction de l'impact environnemental est due à la fois à la diminution des émissions de gaz à effet de serre et à la diminution de la pollution thermique [2].

Une installation classique obtient un rendement électrique d'environ 35 %, tandis que le reste de l'énergie (65 %) est perdu sous forme de chaleur.

Dans un système de cogénération, 30 à 35 % de l'énergie primaire est transformée en électricité grâce à un alternateur, tandis que 65 % se retrouve sous forme de chaleur, dont 50 à 55 % est récupérée pour chauffer un circuit d'eau au travers d'un échangeur.

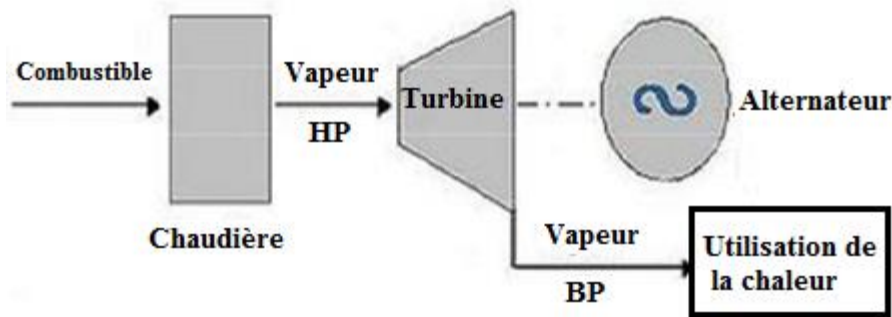


Figure I.1. Cogénération par turbine à vapeur

I.2.2. Ressources énergétiques de la cogénération [3]

Les ressources de la cogénération sont des sources non-renouvelables, contrairement aux énergies solaires, hydroélectriques, éoliennes... Etc. Les énergies fossiles résultent d'une accumulation d'énergie solaire captée par des êtres vivants pendant des millions d'années.

Elles regroupent trois sources d'énergie que l'on connaît bien :

- ✚ Le charbon ;
- ✚ Le gaz naturel ;
- ✚ Le pétrole.

I.2.3. Intérêt de la cogénération [3]

Le principal intérêt d'une centrale à cogénération est de pouvoir la localiser proche d'une charge thermique qui pourra bénéficier de ces rejets de chaleur. Au lieu de n'utiliser que 30 à 35 % du contenu énergétique du combustible, on bénéficiera alors de 65 % de cette énergie primaire, selon les applications et les équipements. Les rejets thermiques peuvent servir à des procédés industriels, au chauffage des locaux, à la production d'eau chaude et à bien d'autres usages. D'un point de vue financier, l'élément le plus souvent déterminant est la valeur de l'électricité produite. Cette forme d'énergie est celle qui a le plus de valeur, car l'électricité se transporte plus facilement que la chaleur et permet de répondre à un plus grand nombre de besoins énergétiques.

Cependant, lorsqu'on a besoin de construire une centrale pour combler un besoin thermique particulier, il peut valoir la peine d'investir un peu plus pour bénéficier en plus de la production d'électricité.

I.3. Généralités

I.3.1. Les turbomachines [4]

Une centrale de production d'énergie est un site industriel destiné à la production d'énergie (Électricité, chaleur... Etc.). Parmi les principaux modes de production d'énergie électrique, on trouve les centrales thermiques, destinées à convertir de l'énergie thermique en énergie électrique. La vapeur produite entraîne la turbine à haute vitesse accouplée à un alternateur transformant l'énergie cinétique produite en énergie électrique. Les alternateurs entraînés par des turbines à vapeur sont souvent couplés par l'intermédiaire d'un réducteur mécanique afin d'adapter la vitesse de la turbine à la vitesse synchrone de l'alternateur.

Une centrale thermique utilise des combustibles (gaz, charbon, pétrole ou uranium) pour chauffer de l'eau. La pression de la vapeur d'eau obtenue fait tourner les turbines. Celles-ci actionnent ensuite des alternateurs qui produisent de l'électricité.

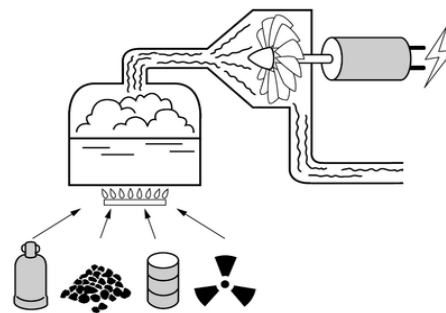


Figure I.2. Une centrale thermique.

On appelle turbomachine un appareil dont le rôle est d'assurer un échange d'énergie mécanique entre un débit permanent de fluide et un rotor tournant à vitesse constante autour d'un axe. Selon le sens de l'échange d'énergie, la turbomachine sera dite génératrice lorsqu'elle communique de l'énergie au fluide et réceptrice lorsqu'elle en reçoit de celui-ci. Puisqu'elle consomme ou recueille de l'énergie mécanique sur son arbre, elle doit être nécessairement accouplée à une autre machine jouant un rôle de moteur dans le premier cas (moteur électrique, moteur Diesel, turbomachine réceptrice) ou de machine entraînée dans le second (dynamo, alternateur, turbomachine génératrice).

I.4. Description des éléments de la centrale de production de l'énergie électrique

I.4.1. Vue générale de la ligne d'arbre turbo alternateur

La présente figure est relative à la description d'un groupe turbo-alternateur au sein du complexe cévital.

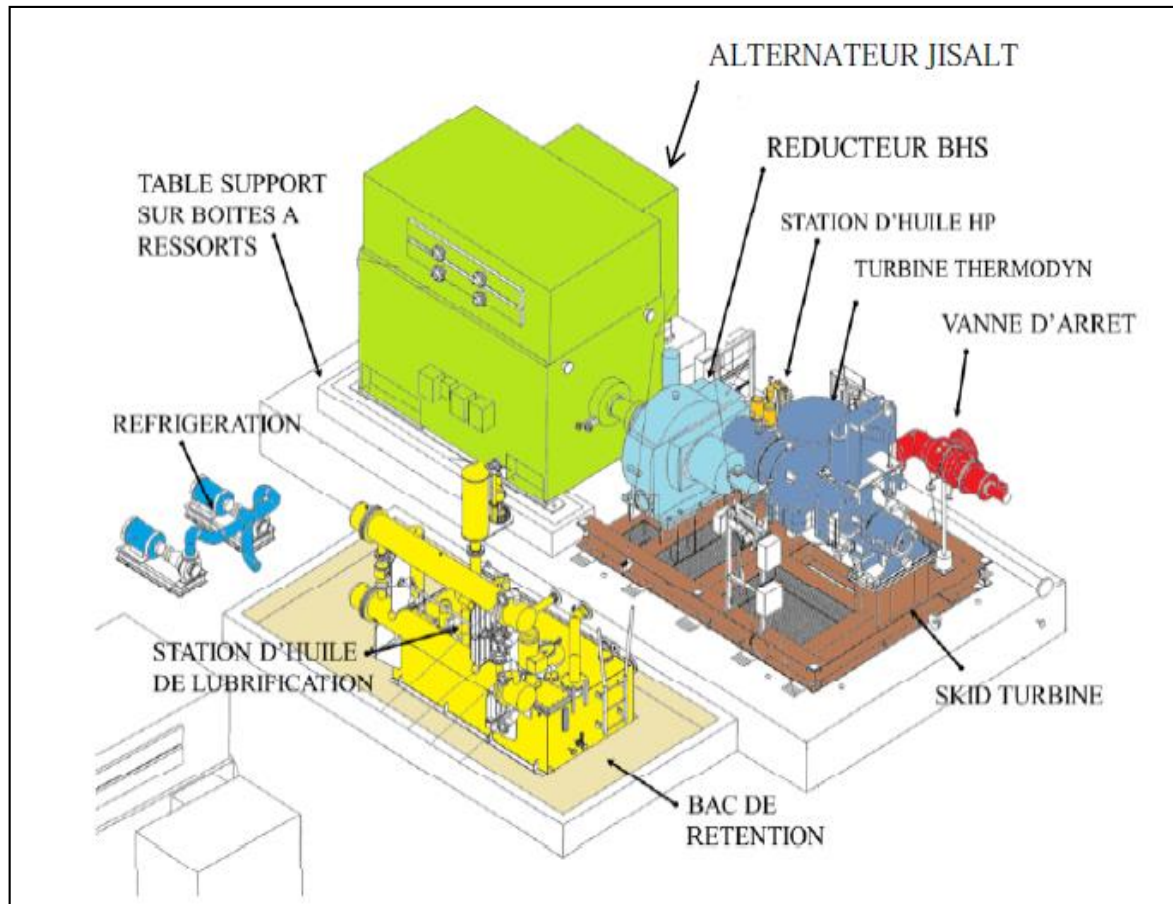


Figure I.3. Vue générale du turbo-alternateur de CEVITAL

Comme la montre la figure I.3, la ligne d'arbre se compose de :

- Une turbine TYRMODYN a contre pression type 6-7 MP5.
- Un réducteur de vitesse
- Un alternateur JISLAT type MEGA435

La ligne comprend également

- Une centrale d'huile de lubrification et régulation
- Un ensemble d'armoires de contrôle-commande (turbine et alternateur).

I.4.2. Turbine à vapeur du groupe turbo-alternateur [5]

La turbine à vapeur est constituée d'un nombre de roues portant des ailettes, la vapeur sous pression traverse d'abord les roues de petit diamètre avant d'atteindre les roues de plus grand diamètre. La turbine tourne alors en entraînant l'alternateur et accouplé par l'intermédiaire de réducteur de vitesse.

En effet, il s'agit d'une turbine à contre pression de type 6-7MP5 qui pèse 1917kg transformant l'énergie thermique de la vapeur générée par la chaudière en énergie mécanique celle-ci sera, par la suite, transformée à son tour en énergie électrique via un alternateur. La plaque signalétique de la turbine à vapeur est donnée dans la figure I.4.

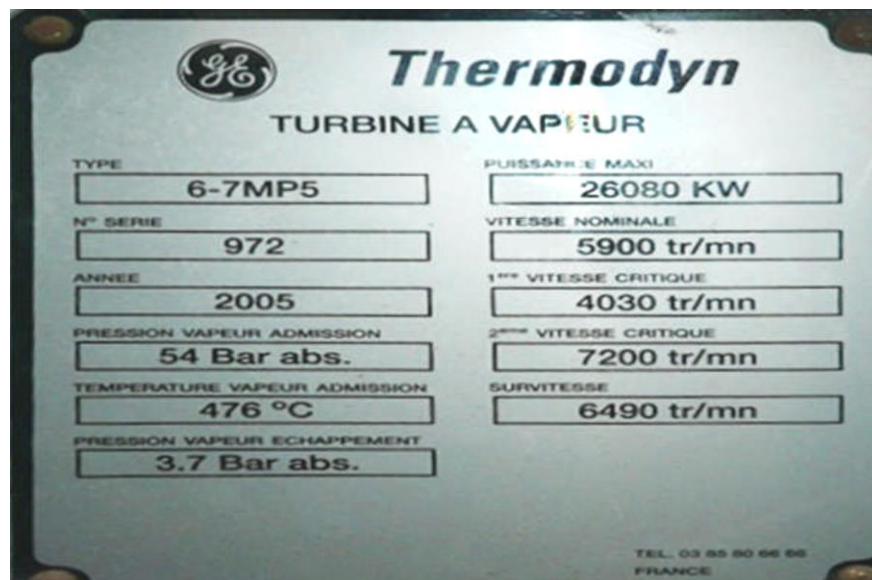


Figure I.4. Plaque signalétique de la turbine à vapeur

D'où on a prélevé les grandeurs suivantes qui le caractérisent :

- Puissance : 25MW, dans chacune des deux turbines.
- Consommation : 150 tonne/h, de vapeur par turbine.
- Restitution : 150 tonne/h, de vapeur détendue de 54 bar et 480 C° à 3.7 bar et 180 C° .
- Vitesse de rotation : 5900tr/min.

I.4.2.1. Parties constitutives de la Turbine 6-7 MP 5 [5]

La turbine de groupe CEVITAL est constituée principalement de :

➤ Le stator

Il est en deux parties à joint horizontal assemblées par boulonnage, le long de ce joint l'admission vapeur en acier moulé est supportée par la partie supérieure du stator.

Coté admission le stator repose sur le palier avant par deux pattes solidaires de la partie inférieure du stator. Coté échappement le stator repose sur le socle par deux pattes solidaires de la partie inférieure du stator. À l'échappement, le stator est positionné axialement sur le socle avec l'utilisation d'une lame flexible cet appui constitue le point fixe axial de la turbine.

➤ **Le rotor**

Le rotor est en acier forgé. Il est constitué de 5 étages simples à action. Les ailettes sont en acier à 13 % de chrome, les attaches d'ailettes étant de type "Talon TE" (Étage2). Ces ailettes sont empilées par la périphérie du disque dans une gorge en forme de TE; seule la dernière de la rangée est spéciale est arrêtée par broches cylindriques et placées au centre du paquet "Talon SAPIN" (étage 1, 3, 4, 5).

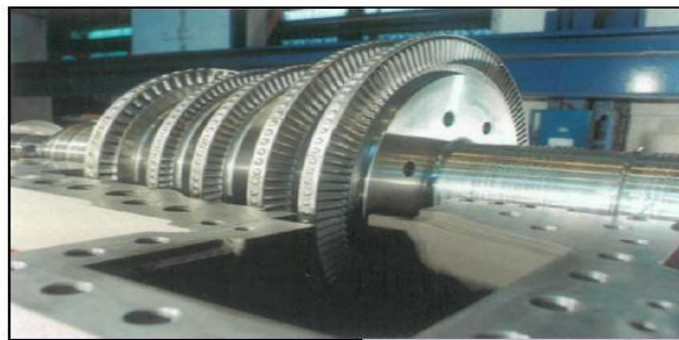


Figure I.5. Rotor d'une turbine à vapeur

➤ **Les Palier**

Cette turbine possède deux types de paliers : **avant et arrière**

✓ **Palier avant**

Le palier avant de type glissant repose sur un socle, il comprend un coussinet, une butée et une contrebutée.

• **Coussinet avant**

- Jeu diamétral: 0,219 / 0.291 mm ;
- Pression nominale de graissage: 1, 5 bar ;
- Débit nominal de graissage : 43 l/min ;
- Température métal maximale de l'antifriction: 120° C (seuil de déclenchement).

• **Butée**

Elle est caractérisé par

- Jeu axial: 0, 50 mm au minimum ;
- Pression nominale de graissage: 1, 5 bar ;
- Débit nominal de graissage : 105 l/min ;

- Température métal maximale de l'antifriction: 128° C (seuil de déclenchement).

✓ **Palier arrière**

Le palier arrière repose sur le socle il comprend aussi un coussinet arrière.

➤ **Vanne d'arrêt d'admission**

La turbine est munie d'une vanne d'arrêt qui assure l'admission de la vapeur sortante de la chaudière lors de son ouverture au sein de la turbine. Cette vanne est boulonnée sur le côté de la boîte à soupape de vanne d'arrêt est équipée d'un pilote ayant pour but de diminuer l'effort d'ouverture. Quand la turbine est en fonctionnement, la fermeture de la vanne d'admission (assistée par ressort) est obtenue :

- Automatiquement en cas de déclenchement des sécurités (fermeture rapide) ;
- Manuellement sur déclenchement volontaire sur coup-de-poing d'arrêt d'urgence ;
- À distance par bouton-poussoir (fermeture lente), elle est munie d'un filtre permanent.

• **Commande de la vanne d'admission**

- La vanne est ouverte ou fermée par un vérin hydraulique haute pression
- Elle est munie de deux contacts de fin de course

• **Commande**

- Type : vérin hydraulique (tout ou rien)
- Fermeture par ressort

➤ **Soupapes régulatrices**

Elles sont sous le contrôle de la régulation qui assure la rapidité, la précision et la stabilité du fonctionnement. Les soupapes d'admission sont commandées par l'intermédiaire d'une barre externe actionnée par un Servo-vérin hydraulique haute pression placé sous la dépendance du régulateur de vitesse. Le ressort de traction à tendance à la fermeture qui surgit à la fermeture des soupapes lors d'un déclenchement.

I.4.2.2. Caractéristiques de fonctionnement de la turbine

Les caractéristiques de fonctionnement de la turbine sont :

➤ **La vitesse**

- La vitesse de rotation de la turbine 5 900 tr/min
- La survitesse de la turbine 6 490 tr/min
- La vitesse critique de flexion de la turbine
 - N°1 : 4 030 tr/min
 - N°2 : 7 200 tr/min

➤ **L'admission**

• **Variations de pression admission**

- La pression normale de fonctionnement est de 54 bars ;
- La pression maximale de fonctionnement est de 60 bars ;
- La pression moyenne de la vapeur admission sur 12 mois de service ne doit pas dépasser 60 bars.

• **Variations de température vapeur admission**

- La température normale de fonctionnement est de 476 °C ;
- La température maximale de fonctionnement est de 480 °C ;
- La moyenne de la température de vapeur admission sur 12 mois de service ne doit pas dépasser 480 °C.

I.4.3. Réducteur [5]

Il s'agit d'un réducteur à engrenage cylindrique à dentures hélicoïdales à deux arbres parallèles verticaux décalés, afin d'adapter la vitesse de rotation de la turbine à celle de la rotation de l'alternateur.

Ce réducteur est monté sur le socle et l'alignement de l'arbre entre la turbine et l'alternateur est effectué selon la procédure de JEUMONT dans les ateliers.

I.4.3.1. Réducteur à arbre parallèles à dentures hélicoïdales

Le principe de transmission du mouvement relatif au moyen d'engrenage à denture hélicoïdale est représenté par la figure I.6

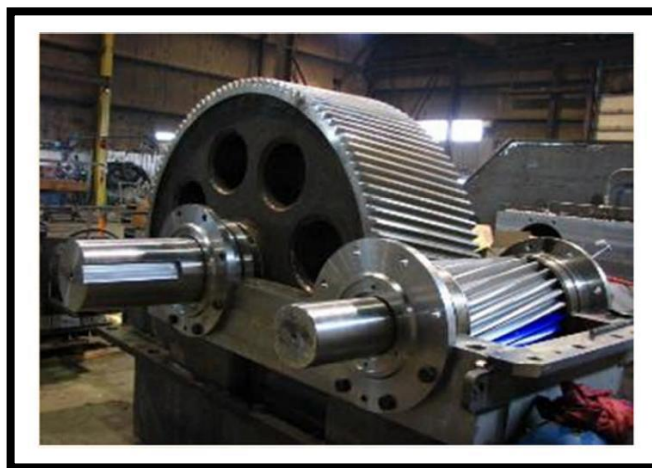


Figure I.6. Structure générale du réducteur à arbres parallèles.

I.4.3.2. Rôle du réducteur

- Convertir la vitesse de 5 900 tr/min à 1500 tr/min de façon à ce que le générateur à 4 pôles puisse être piloté à la fréquence de 50 Hz ;
- Rapport de conversion : 3,93 sur ce réducteur.

I.4.3.3. Interprétation de la plaque signalétique du réducteur :

La figure I.7 qui suit présente la plaque signalétique du réducteur étudié, d'où on prélever les grandeurs suivantes qui le caractérisent :

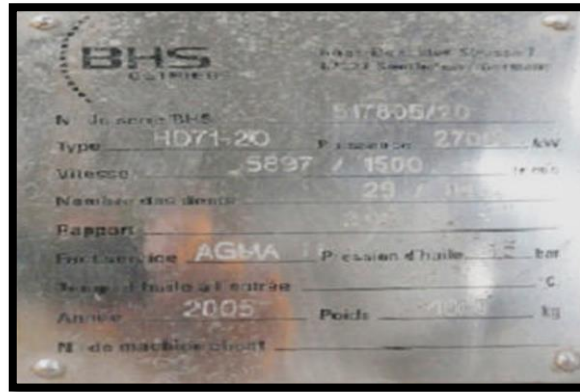


Figure. I.7. Plaque signalétique du réducteur

Numéro de série : 517805/20 Type : HD71-20

Puissance : 27000 kW

Vitesse : 5897/1500 tr/min

Nombre de dents : 29/114dents

Rapport de réduction : 3,93

Facteur de série : AGMA

Pression d'huile : 1,5 bar

Poids : 1 tonne

IP=54 : protégé contre les poussières et projection d'eau de toutes directions.

I.4.3.4. Avantages et inconvénients d'utilisation des dentures hélicoïdales [6]

➤ Les avantages

- Transmission du couple plus progressive et moins bruyante, conduite plus grande 2, 3 ou 4 couples de dents toujours en prise ;
- Transmission d'effort important à vitesse élevée ;
- Réalisation facile d'un entraxe imposé en faisant varier l'angle d'hélice.

➤ Les inconvénients

- Efforts supplémentaire dus à l'angle d'hélice (les forces axiales sur les paliers et augmentation des couples de flexion).

- Rendement moins bon ;
- L'utilisation est impossible sous forme de baladeur ; ces engrenages doivent toujours rester en prise.

I.4.4. Alternateur [5]

L'alternateur installé est JISLAT 435 MEGA est une machine synchrone de type triphasé, à quatre pôles, à arbre horizontal et auto ventilée. Le tableau ci-dessous représente les caractéristiques de fonctionnement de l'un des deux alternateurs que possède le complexe de Cevital.

Puissance Apparente Sn	31375 KVA
Puissance Active Pn	25100 KW
Facteur de Puissance cos ϕ	0.8
Vitesse n	1500 tr/min
Survitesse	1800 tr/min pendent 2 min
Tension nominale Un	11 KV
Courant nominal In	1647 A
Fréquence F	50 Hz
Indice de protection	IP 54
Indice de refroidissement	IC 8A1W7

Tableau I.1 : Caractéristiques de l'alternateur.

I.4.4.1. Description détaillé de l'alternateur

L'alternateur JISALT 435 MEGA est une machine de type triphasée, à quatre pôles, à arbre horizontal et auto-ventilée. Le choix technique de l'utilisation d'un rotor à entrefer constant et son processus de fabrication soigné permettent d'assurer un fonctionnement en toute sécurité, comme en témoignant les tests effectués sur les éléments suivant :

- ✚ Le rotor et le stator ont été deux fois imprégnés sous vide et sous pression d'une résine époxy de grande qualité.
- ✚ Tout risque de surchauffe locale est supprimé par auto-ventilation de la machine.
- ✚ Une forme sinusoïdale pure de tensions est rendue possible par une meilleure répartition des enroulements à faible épaisseur du circuit d'excitation autour du noyau magnétique.

La puissance nominale est alimentée de manière à assurer un fonctionnement continu à fréquence nominale, sauf en cas d'exigence contraire.

L'alternateur peut supporter les conditions de fonctionnement suivantes :

- ✚ Une surcharge de 10 % d'une heure, toutes les 12 heures sans une augmentation excessive de la température et une tension comprise entre 5 à 10% ;
- ✚ Un court-circuit monophasé, biphasé ou triphasé pendant 3 secondes ;

L'alternateur est formé d'un bloc unique qui comprend :

- Un stator intégrant un caisson d'entrée et de sortie d'air installé sur sa partie supérieure. Des bus en cuivre provenant des sorties phase et neutre sont situés latéralement ;
- Un rotor et son dispositif d'accouplement ;
- Deux paliers.

a) Constitution du Stator

✓ Carcasse

La carcasse présente une construction parallélépipédique soudée. Il est conçu pour loger le noyau magnétique et l'ensemble flasques paliers, de manière à assurer une rigidité parfaite du montage et pour supporter les contraintes statiques et dynamiques telles qu'un couple de court-circuit biphasé. Elle présente une construction soudée qui est composée d'un assemblage de flasques fait de tôles épaisses et une traverse acier à haute caractéristique mécanique. Sa partie active comporte deux plaques magnétiques en silicium assemblées à froid présentant de faibles pertes. Ces plaques sont coupées en plusieurs segments et présentent des encoches et isolées par phosphatation, après avoir subi un ébavurage.

Cette procédure est plus efficace que l'application d'un vernis organique et permet :

- Une très bonne isolation électrique entre les tôles ;
- Une plus grande maîtrise des pertes de fer ;
- Une très bonne résistance aux températures, aux produits chimiques et aux radiations
- Une excellente prévention de tout court-circuit entre les tôles après leurs empilages ;
- Une amélioration du facteur de foisonnement des tôles compte tenu de la faible épaisseur du revêtement.

✓ Enroulements statoriques

L'isolation à terre est réalisée mécaniquement à l'aide d'un ruban papier-mica/verre. Le nombre de couches dépend de la tension aux bornes de l'alternateur, conformément à une norme définie dans les laboratoires.

Une fois l'isolation est réalisée, la surface des enroulements est recouverte de :

- Ruban conducteur électrique sur ses parties droites ;
- Revêtement semi-conducteur (distributeur de tension) ;

Les enroulements sont alors insérés dans les encoches du noyau magnétique du stator.

Les branchements sont effectués par un câble haute tension fixé sur les développantes, les câbles préalablement isolés sont directement reliés aux prises de sortie.

b) Description du rotor

✓ Arbre

L'arbre est constitué d'une pièce forgée ou laminée. Cet arbre est conçu pour supporter les diverses conditions de fonctionnement normales ou transitoires.

Des bras sont usinés dans la masse de l'arbre pour améliorer sa rigidité et pour supporter de façon uniforme le noyau magnétique.

La longueur et le diamètre de l'extrémité de l'arbre sont suffisants pour permettre le montage de l'accouplement.

✓ Circuit magnétique – Bobines

Le circuit magnétique est constitué de tôles magnétiques coupées au laser empilées et pressées en une seule pièce. Ces tôles en acier sont bloquées au moyen de deux plaques de maintien monobloc et de tiges de serrage.

Les bobines inductrices se composent de plusieurs couches de câbles en cuivre et sont isolées à l'aide d'un ruban en tissu de verre. Ces bobines sont ensuite insérées et calées dans les encoches du noyau magnétique.

c) Paliers

Les deux paliers lubrifiés sont fournis avec un coussinet anti-frottement cylindrique. En règle générale, une bague de lubrification permet de stopper l'alternateur à n'importe quel moment sans endommager les paliers en cas de défaut de lubrification. Les deux paliers sont isolés pour éviter tout courant induit dans l'arbre.

Des joints flottants sont utilisés pour éviter les fuites d'huile. Ces joints sont des pièces d'usure qui peuvent être facilement remplacées.

Conclusion

Tout au long de ce chapitre, nous avons essayé de décrire la centrale de l'autoproduction d'électricité au niveau du complexe CEVITAL, avec ses éléments et leurs

caractéristiques en se basant, particulièrement, sur le turbo-alternateur, ces détails vont être des outils précieux pour la compréhension des différents comportements du système turbo alternateur.

Chapitre II

Elaboration de l'analyse fonctionnelle

Introduction

Afin que l'entreprise Cevital puisse subvenir aux besoins du complexe à savoir les raffineries huile, sucre., de l'ordre 25 MVA, une puissance que le réseau Sonelgaz de la ville de Bejaia ne peut fournir, à optée pour l'installation de deux groupes turbo-alternateurs de 32 MVA chacun ce qui dépasse la puissance demandée.

Ce chapitre, donc, sera consacré à l'élaboration de l'analyses fonctionnelles des systèmes d'huile de lubrification, d'huile de régulation (HP), de soulèvement et virage, surveillance ligne d'arbre et circuit vapeur.

II.1 Les huiles lubrifiantes

Les huiles sont des lubrifiants liquides, c'est-à-dire qu'elles ne s'opposent pas au mouvement relatif à la première application d'un effort de cisaillement. Pour la multitude de machines tournantes, de toutes natures, de toutes tailles, actuellement rencontrées dans le monde industriel, les problèmes de lubrification se présentent sous des aspects très variés, et les fournisseurs d'huile ont fréquemment à élaborer des produits capables de remplir la fonction demandée dans des conditions extrêmes de pression et de température en particulier. Les huiles lubrifiantes actuellement utilisées sont généralement constituées d'un fluide de base « base de lubrifiant » qui peut être synthétique ou d'origine minérale, auquel sont ajoutés de nombreux additifs dont la nature varie avec la destination du produit.

II.1.1 Fonctions des lubrifiants [7]

- **Garder les surfaces séparées** : dans n'importe quelles conditions de charge, température et vitesse.
- **Etre suffisamment stable** : pour garantir une stabilité de comportement pendant la durée de vie utile prévue.
- **Protéger les surfaces** : Des agents atmosphériques ou des produits agressifs qui se sont formés pendant l'utilisation.
- **Agir comme un fluide de refroidissement** : en éliminant la chaleur produite par frottement ou provenant de l'extérieur.

II.1.2 Viscosité des lubrifiants [8]

De toutes les propriétés physiques et chimiques à considérer en lubrification, la viscosité est l'une des plus importantes. Dans les paliers, les engrenages et les systèmes

hydrauliques où le régime de fonctionnement est hydrodynamique, c'est la viscosité qui détermine les pertes par frottement, la capacité de charge et l'épaisseur du film d'huile.

La viscosité d'un liquide est la propriété de ce liquide, résultant de la résistance qu'opposent ses molécules à une force tendant à déplacer par glissement dans son sein.

Ainsi, la viscosité d'un fluide est la résistance opposée par ce fluide à tout glissement interne de ses molécules les unes sur les autres.

II.1.3 Différent type de lubrification [9]

Le lubrifiant crée une couche qui s'intercale entre les surfaces et annule le frottement dû au contact entre les différentes pièces par son propre frottement interne généralement très inférieur. Lorsque le lubrifiant se trouve entre deux surfaces en mouvement relatif entre elles on peut avoir deux principaux types de lubrification en fonction essentiellement de la charge et de la vitesse.

1. Lubrification hydrostatique

L'huile est mise en pression avec une pompe. Grâce à cette pression, elle peut maintenir séparées les deux surfaces métalliques. Aussi s'il n'y a pas de mouvement.

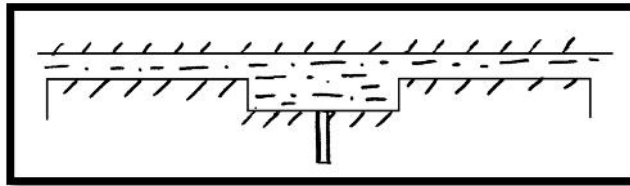


Figure II.1. Lubrification hydrostatique

Ce système est utilisé pour des machines très coûteuses (pour exemple des turbines, des laminoirs), pour éviter grandes usures en occasion des arrêts et des démarrages.

2. Lubrification hydrodynamique

Les surfaces sont complètement séparées par la couche de lubrifiant : il n'y a pas de contact métal-métal et le coefficient de frottement est très bas (moins de 0,001).

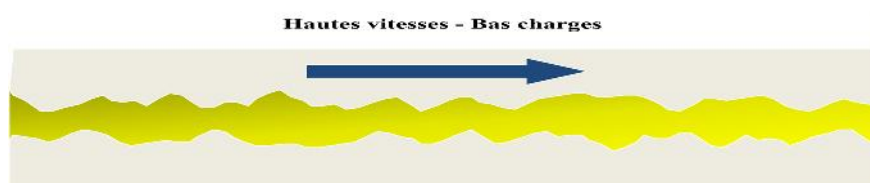


Figure II.2. Exemple de lubrification hydrodynamique

3. Lubrification à couche limite

Lorsque deux pics des surfaces métalliques se touchent, automatiquement la température localisée augmente à cause de la déformation plastique des métaux. Si la température (dépendant de la charge) est trop élevée il y a la soudure des pics et, tout de suite sa rupture de la part du métal plus tendre. Ça veut dire usure.

II.2 Analyse fonctionnelle du système d'huile de lubrification [5]

II.2.1 Système d'huile de lubrification

Il s'agit d'un ensemble d'éléments reliés entre eux, qui ont pour but de lubrifier les différents organes en mouvement d'une machine ou d'une installation, habituellement cet ensemble est composé d'un réservoir, pompes, réfrigérants, filtres, raccords, tuyaux, programmeur et appareils de contrôle. En général, la lubrification s'effectue avec récupération de l'huile (annexe 1, annexe 2).

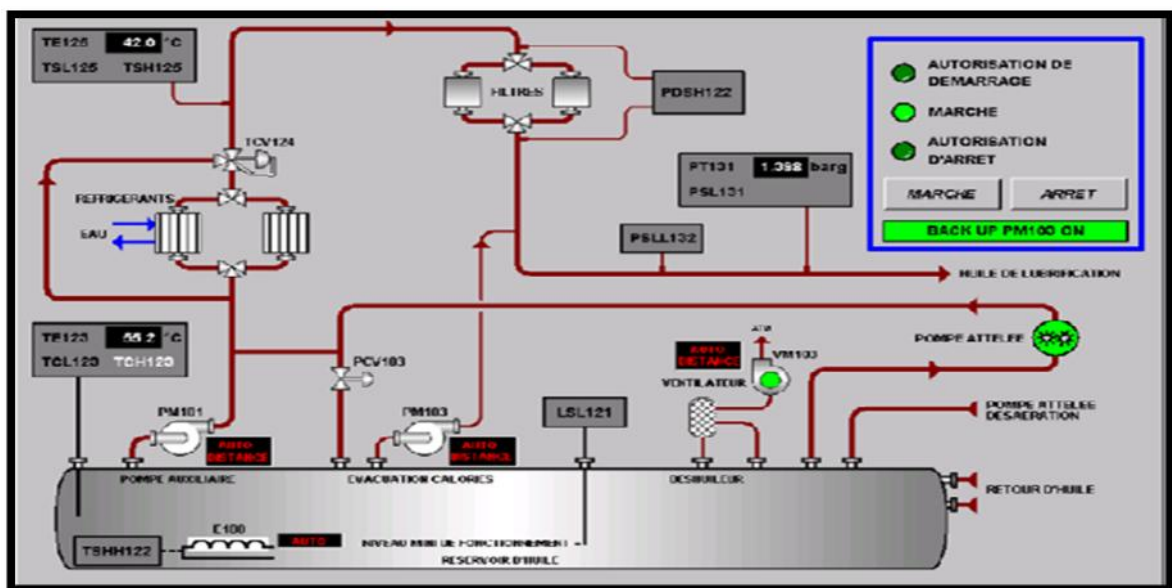


Figure II.3. Vue de la tuyauterie et des pompes alimentaires de l'installation

II.2.2 Rôle du système d'huile de lubrification

Il est destiné à alimenter en huile propre et à bonne température et basse pression le circuit de lubrification les paliers et butées de la turbine, du réducteur et de l'alternateur. La pression est ajustée par un diaphragme, installé à la sortie du collecteur commun FO 102 (en aval des filtres).



Figure II.4. Pallier lisse d'une turbine



Figure II.5. Coussinets d'une ligne turbine

➤ Lubrification des paliers

Les paliers à lubrifier sont d'une manière générale des coussinets lisses, avec couche de métal antifriction, et une lubrification hydrodynamique assurée par un circuit d'alimentation en huile sous pression. Suivant le constructeur considéré, on rencontre des coussinets à trois coins d'huile et des paliers à portée limitée (trois patins circonférentiels) dans le but de réduire les pertes. La lubrification des paliers se fait de la manière suivante :

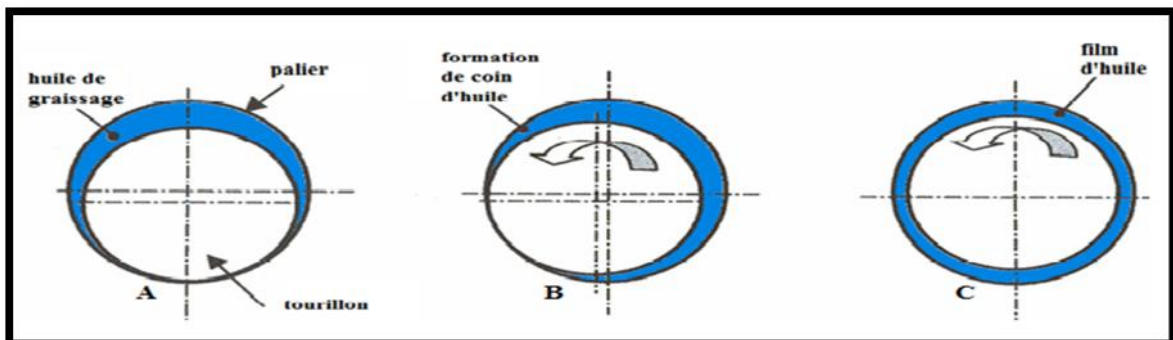


Figure II.6. Procédure de lubrification des paliers

Figure A : Au repos l'arbre repose sur la génératrice inférieure du coussinet.

Figure B : Le mouvement de rotation entraîne le lubrifiant qui se comporte comme un coin et soulève l'arbre.

Figure C : La pression de l'huile augmente, l'arbre se centre dans le palier, dans lequel il est supporté par le lubrifiant (film).

II.2.3 Dispositif principale de lubrification

En marche normale, l'alimentation en huile sous pression des organes à lubrifier est assurée par une pompe « attelée », c'est-à-dire sans l'intervention d'une source d'énergie (attelage direct mécanique ou indirect par l'intermédiaire d'un arbre électrique).

L'huile est contenue dans un réservoir dans lequel la pompe principale aspire de l'huile.

Au refoulement de la pompe, l'huile traverse des réfrigérants puis des filtres, avant d'atteindre les paliers de la machine.

II.2.4 Dispositif auxiliaire de lubrification

Leur but est d'assurer la lubrification, en utilisant une source extérieure d'énergie dans toutes les circonstances où la vitesse de rotation n'est pas suffisante pour que la pompe attelée remplisse sa fonction, c'est-à-dire :

- Démarrage et montée en vitesse ;
- Ralentissement au cours d'un arrêt ;
- Virage pendant la période d'arrêt de la tranche.

Pour le démarrage et l'arrêt, on utilise une pompe entraînée par un moteur électrique, de même caractéristique que la pompe principale. Le virage fait appel à la fonction couramment appelée « soulèvement », puisqu'il s'agit en réalité d'un graissage hydrostatique, à une vitesse circonférentielle qui peut ne pas être suffisante pour garantir la stabilité du film d'huile. L'huile est amenée, à très haute pression dans des rainures ou alvéoles aménagés dans les coussinets, à l'aide de pompe volumétrique.

II.2.5 Description du circuit d'huile de lubrification

Le circuit d'huile, en suivant le sens de circulation, se compose de :

- Un réservoir d'huile T100 muni d'un réchauffeur électrique H100 ;
- Une pompe attelée sur l'arbre PV du réducteur P104 ;
- Un groupe motopompe auxiliaire P101 ;
- Un groupe motopompe d'évacuation des calories P103 ;
- Une vanne de décharge des pompes PCV103 avec vanne de dérivation pour réchauffage de l'huile ;
- Un hydro réfrigérant double E101A/B associé à une vanne de by-pass thermostatique TCV124 ;
- Un filtre à huile double, permutable en marche F100A/B ;
- Un moto-ventilateur d'extraction des buées VM103.

➤ **Réservoir d'huile / Réchauffeur électrique**

Le réservoir d'huile est un réservoir de stockage sans pression, d'une capacité de (5980 L) dans lequel les pompes aspirent l'huile et la distribuent au turboalternateur. Cette huile revient au réservoir par des retours gravitaires facilités par la faible dépression créée dans la caisse par le moto-ventilateur VM103. Des cloisonnements internes forcent l'huile à circuler dans la caisse en lui laissant le temps de se désaérer, l'aspiration des pompes et les retours ne s'effectuant pas dans les mêmes compartiments. Il est indispensable de centrifuger l'huile périodiquement de façon à éliminer des traces éventuelles d'eau ou des particules solides contenues dans l'huile.

Le réchauffeur électrique E100 permet de maintenir l'huile à une température correcte pour le bon fonctionnement de la ligne d'arbre. Ce réchauffeur est muni d'une sécurité de très haute température TSHH122. Cette sécurité doit être réarmée manuellement au niveau de la tête du réchauffeur après un déclenchement.

➤ **Pompes volumétriques**

Les pompes sont de types volumétriques et possèdent des caractéristiques voisines.

- La pompe auxiliaire P101 placée sur la caisse est entraînée par un moteur électrique PM101. Elle a un débit de 1010 L/min.
- La pompe attelée P104 est entraînée à 1500 tr/min et elle a un débit de 960 l/min. L'aspiration de chaque pompe est munie d'une crépine. Au refoulement de chaque Pompe un clapet de non-retour est installé, ainsi qu'une soupape de sûreté PSV101 (tarée à 9 bars) PSV111 (tarée à 9 bars) et PSV105 (tarée à 3 bars). La soupape au refoulement de la pompe attelée (PSV111) est incorporée à la pompe.
- La pompe d'évacuation des calories est une pompe à vis entraînée par un moteur électrique 57PM-102 de 0,5 KW et alimentée en 110 VDC. Cette pompe est destinée à assurer le refroidissement des paliers turbine lors d'un arrêt avec perte du réseau AC.

La pompe principale étant la pompe attelée (P104), la pompe P101 est à l'arrêt en exploitation.



Figure II.7 Pompe auxiliaire

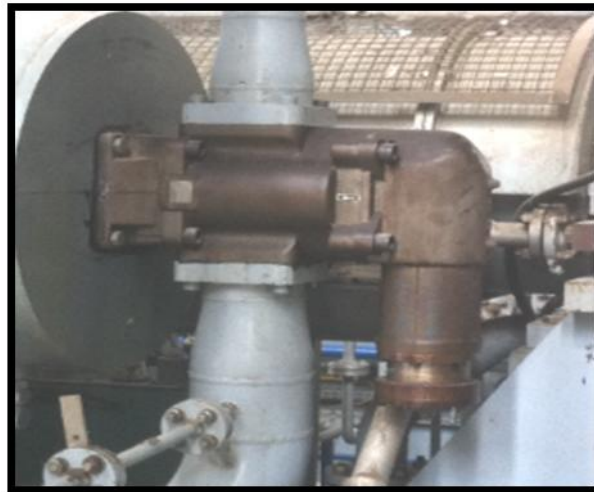


Figure II.8 Pompe attelée

➤ **Vanne automatique de décharge des pompes PCV103**

Installée au refoulement commun des pompes (auxiliaire et attelée), cette vanne règle la pression d'huile après diaphragme aval filtre à 1,5 bar par déversement au réservoir d'huile du débit excédentaire.



Figure II.9 Vanne automatique de décharge des pompes

➤ **Hydro-réfrigérant d'huile E-101A/B**

Le circuit d'huile est équipé d'un hydro-réfrigérant qui permet de refroidir l'huile de 15°C environ. Une vanne 2*3 voies permet de permuter de l'un sur l'autre sur interruption de débit.

➤ **Filtres à huile F100A/B**

Le circuit d'huile est équipé d'un filtre double qui retient les particules supérieures à 10 μ . Chaque filtre est capable du plein débit. Le filtrage se fait par des cartouches qui devront être nettoyées lorsque la pression différentielle aux bornes du filtre atteint 1,5 bar. Une alarme est activée par l'intermédiaire d'un contacteur de pression différentiel PDSH122. En fonctionnement, un seul filtre est en service, l'autre est en secours. Les filtres sont jumelés par une vanne 2 x 3 voies qui permet de passer de l'un à l'autre sans interruption de débit. Avant cette opération, il est obligatoire d'ouvrir la vanne de by-pass de la vanne 2 x 3 voies.



Figure II.10 Filtre à huile

➤ Moto ventilateur V103-Déshuileur

Le ventilateur entraîné par un moteur électrique VM103 ($P = 4 \text{ kW}$) assure l'évacuation des vapeurs d'huile du réservoir et en créant une faible dépression, facilite les écoulements par gravité des retours d'huile de lubrification des machines vers la caisse à huile.

II.2.6 Instrumentation sur ligne d'arbre

Sur la tuyauterie de distribution d'huile de lubrification sont montés :

- Un transmetteur de pression PT131, ce type de transmetteur mesure une différence de pression d'un liquide ou gaz entre deux points donnés d'une canalisation.

La différence de pression est convertie en signal de sortie analogique ;



Figure II.11 Transmetteur de pression

- Un manomètre PG112 munis d'un dispositif de test en marche du démarrage de la motopompe auxiliaire (sur seuil basse pression PSL131) par l'intermédiaire d'une vanne et d'une plaque à orifice ;
- Un pressostat PSL132 provoque le déclenchement de la turbine en cas de très basse pression de lubrification.

II.2.7 Actionneurs

Les actionneurs commandés par l'automate (GTA)

✚ Sur caisse a huile

- Un réchauffeur H100
- Une pompe auxiliaire P101
- Un ventilateur extraction V103
- Une pompe évacuation calories P103

✚ Sur circuit de lubrification

- Une pompe attelée P104 (non commandée par l'automate).

II.2.8 Fonctionnement

a- système huile de lubrification

Le système d'huile de lubrification peut être démarré si :

- ✓ Le niveau huile caisse est correct
- ✓ La pompe auxiliaire est en AUTO
- ✓ La pompe évacuation calories est en AUTO
- ✓ Le réchauffeur est en AUTO

Le système d'huile de lubrification peut être arrêté si :

- ✓ La vanne d'arrêt est fermée
- ✓ Le disjoncteur alternateur est ouvert
- ✓ Le vireur est arrêté depuis plus de 30 minutes
- ✓ La vitesse de la turbine est inférieure à 350 tr/min depuis plus de dix heures

Logigramme de l'huile de lubrification est représenté par (annexe 3)

b- Pompe à huile auxiliaire P101

Sélection auto / manu

Le mode automatique est possible seulement si la pompe n'est pas en défaut (synthèse défaut électrique ou discordance marche) et si elle n'est pas commutée en mode local au niveau MCC.

En auto si le système d'huile est en service, la commande de marche pompe est activée :

- Si la vitesse est inférieure à 90 % V_n ;
- Ou sur basse de pression d'huile de lubrification alarme PSL131 (seuil sur transmetteur de pression PT131 réglé à 1.3 bar) ;
- Ou sur déclenchement PSL132 (seuil réglé à 1 bar) ;

La commande de marche pompe est désactivée :

- Sur arrêt du système d'huile ;
- Ou au moment où le groupe atteint 90 % de la vitesse nominale et si la pression d'huile est correcte, le débit d'huile étant alors assurée par la pompe attelée P104;
- Ou via commande d'arrêt par l'opérateur, si la vitesse est supérieure à 90 % de la vitesse nominale et la pression d'huile correcte.

Logigramme de la pompe auxiliaire P101 est représenté par (annexe 4).

c- Pompe d'évacuation des calories P103

Cette pompe est contrôlée soit par l'automate, soit directement par le pressostat PSLL132. Un commutateur en face avant de l'armoire de contrôle permet d'inhiber le mode backup lorsque le système d'huile doit être arrêté. Un contact de ce commutateur est renvoyé à l'automate pour interdire le démarrage de la turbine si l'inhibition est active.

Sélection auto / manu

En mode automatique et inhibition active, la pompe ne peut démarrer que 5s après que le système d'huile ait été mis en service. Elle démarre sur pression très basse de lubrification PSLL132.

Quel que soit le mode auto ou manu, la synthèse défaut (défaut électrique ou discordance marche) ou le passage en local au niveau MCC provoquent la désactivation de la commande de marche pompe.

Logigramme de la pompe d'évacuation calories P103 et représenté par (annexe 5).

d- Ventilateur de la caisse à huile V103

Sélection auto / manu

Le mode automatique est possible seulement si le ventilateur n'est pas en défaut (synthèse défaut électrique ou discordance marche) et si il n'est pas commuté en mode local au niveau MCC.

Le mode manuel est sélectionné par l'opérateur ou forcé automatiquement si le ventilateur est en défaut ou et si il est commuté en mode local au niveau MCC.

La commande de marche ventilateur est activée dès que le système d'huile de lubrification est mis en service. Cette commande est désactivée sur arrêt du système d'huile.

Quel que soit le mode auto ou manu, la synthèse défaut (défaut électrique ou discordance marche) ou le passage en local au niveau MCC provoquent la désactivation de la commande de marche ventilateur.

Logigramme ventilateur de la caisse à huile V103 est représenté par (annexe 6)

e- Réchauffeur caisse à huile H100

✚ Sélection auto/manu

Le mode automatique est possible seulement si le réchauffeur n'est pas en défaut (synthèse défaut électrique ou discordance marche) et s'il n'est pas commuté en mode local au niveau MCC et si le thermostat de sécurité associé n'est pas déclenché.

Le mode manuel est sélectionné par l'opérateur ou forcé automatiquement si le réchauffeur est en défaut ou s'il est commuté en mode local au niveau MCC ou si le thermostat de sécurité associé est déclenché.

En mode automatique, si le système d'huile est en service, la commande de réchauffeur est activée sur basse température : TCL123 sur TE123. La commande de marche réchauffeur est désactivée :

- Sur arrêt du système d'huile ;
- Ou sur haute température : seuil TCH123.

Logigramme réchauffeur caisse à huile H100 est représenté par (annexe 7)

II.3 Analyse fonctionnelle du Système d'huile de régulation (HP) [5]

II.3.1 Rôle du système d'huile de régulation (HP)

Ce système d'huile est destiné à alimenter en huile haute pression à 130 bar :

- le vérin de commande de la vanne d'arrêt
- le servo-vérin de commande des soupapes d'admission vapeur

Centrale d'huile de régulation HP est représenté par (annexe 8)

II.3.2 Description du système d'huile de régulation (HP)

La centrale d'huile HP se compose principalement :

- D'un réservoir d'huile T200 ;
- De deux pompes à cylindrée variable P300A/B ;
- De deux filtres à huile F300A/B ;
- D'un accumulateur B200;
- D'un hydro réfrigérant E300 situé sur le retour d'huile ;
- D'un filtre à huile sur le retour F301 ;
- Une vanne thermostatique sur l'eau TCV30 ;

Par ailleurs, au plus près du servo-vérin des soupapes admission est installé un accumulateur B301.



Figure II.12 Réservoir huile HP et ses éléments

✓ **Réservoir d'huile T200**

Le réservoir d'huile d'une capacité de 240 L remplissage 175 L est un réservoir de stockage sans pression, il est équipé d'une vanne de vidange.

Un contact de niveau bas LSL300 provoque l'arrêt des pompes HP et interdit le démarrage de la turbine.

✓ **Pompes à cylindrée variable P300A/B**

Ce sont deux pompes immergées à pistons à cylindrée variable équipées d'un dispositif extérieur de réglage du point de consigne de pression. Elles fournissent l'huile au circuit avec un débit maxi de 6 l/mn et à une pression de 130 bar.

Chacune des pompes est entraînée par un moteur électrique PM300A/B d'une puissance de 4 KW. Au refoulement de chaque pompe est installée une soupape de sécurité PSV300A/B (réglées à 185 bar). Au refoulement de chaque pompe (en aval du filtre), on trouve également un clapet destiné à protéger la pompe en stand by.



Figure II.13 Pompes à cylindrée variable

✓ **Filtres à huile haute pression F300A/B**

Au refoulement de chaque pompe est installé un filtre à huile ayant une finesse de filtration de 3μ avec indication de colmatage visuel par pressostat différentiel.

- Une prise de pression est disponible en aval de chaque filtre
- Le changement de filtre se fait par permutation de pompe

Le colmatage d'un filtre entraîne le démarrage de la pompe auxiliaire.

➤ Sur la tuyauterie commune sont installés :

- Un robinet de by-pass avec retour au réservoir pour permettre le réchauffage d'huile par recirculation, au démarrage, si nécessaire
- Un pressostat PSL322 (réglé à 115 bar) permettant le démarrage de la pompe sélectionnée en secours.

✓ **Accumulateur**

• **B200**

Accumulateur d'une capacité d'un litre qui permet de maintenir la pression dans le circuit suite à un changement de pompe.

Un pressostat PSL 323 réglé à 100 bars provoque l'arrêt de la turbine en cas de baisse de pression.

• **B301**

Accumulateur d'une capacité de 4 litres placé près du servovérin des soupapes d'admission qui permet de maintenir la pression dans le circuit suite à une variation de position des soupapes.

✓ Hydro-réfrigérant E300

Hydro-réfrigérant installé sur le retour d'huile. La température d'huile en sortie du réfrigérant est réglée par la variation du débit d'eau de circulation dans le réfrigérant au travers de la vanne thermostatique TCV300 en fonction de la température caisse (TW300).

✓ Filtre F301B

Filtre à 12 microns situé en aval du réfrigérant et équipé :

- D'un indicateur de colmatage
- D'un clapet intégré réglé à 3,5 bar qui permet de by passer le filtre en cas de colmatage

Ce filtre permet également le filtrage de l'huile de remplissage.

II.3.3 Actionneurs

Les actionneurs commandés par l'automate (GTA)

- Pompe à huile HP P300A
- Pompe à huile HP P300B
- Vérin vanne d'arrêt avec électro-distributeurs SV320 et SV321
- Servo-vérin soupapes admission vapeur avec électro distributeurs de forçage en ouverture SV324, SV325 et Servo-vérin UY322

II.3.4 Fonctionnement**a- Système huile de régulation**

Le système d'huile de régulation peut être démarré par l'opérateur si :

- Le niveau huile dans la caisse est correct
- Au moins une des deux pompes sélectionnée automatique

Le système d'huile de régulation peut être arrêté par l'opérateur si :

- La vanne d'arrêt est fermée
- Le disjoncteur alternateur est ouvert

Logigramme du système huile de régulation est représenté par (annexe 9)

b-Pompes P300A/B**• Sélection auto / manu**

Pour chaque pompe, le mode automatique est possible seulement si la pompe n'est pas en défaut (synthèse défaut électrique ou discordance marche) et si elle n'est pas commutée en mode local au niveau MCC.

Le mode manuel est sélectionné par l'opérateur ou forcé automatiquement si la pompe est en défaut ou si elle est commutée en mode local au niveau MCC.

- **Sélection normale / secours**

Une pompe ne peut être sélectionnée normale que si elle est en mode automatique. Sélectionner une pompe en automatique entraîne le passage en mode secours de la seconde pompe. La commande de marche de la pompe sélectionnée normale est activée sur mise en service du système d'huile de régulation. La commande de marche de la pompe sélectionnée secours est activée :

- Sur mise en service du système d'huile de régulation depuis plus de 5s ;
- Pression basse PSL322 ;
- Ou absence du retour contacteur de la pompe sélectionnée en normal.

La commande de marche de la pompe sélectionnée normale et celle sélectionnée en secours sont désactivées :

- Sur arrêt du système d'huile de régulation.

Logigramme de la pompe P300A/B est représenté par (annexe 10, annexe 11)

II.3.5 Vérin de commande hydraulique de la vanne d'arrêt

a) Description

La vanne d'arrêt est équipée d'un ressort qui assure sa fermeture. Le vérin hydraulique est à simple effet et permet l'ouverture de la vanne d'arrêt, il est équipé de deux fins de course ZSL321 et ZSH320. L'électro-distributeur SV320 permet l'ouverture et la fermeture normale de la vanne d'arrêt (ouverture/fermeture lente). Les temps d'ouverture et de fermeture sont réglables indépendamment par deux systèmes clapets et restrictions réglables.

La fermeture rapide est réalisée par un distributeur de sécurité SV321 qui agit sur un dispositif vide-vite qui met les deux chambres du vérin en communication et à la vidange, la vanne d'arrêt se ferme alors sous l'action de son ressort.

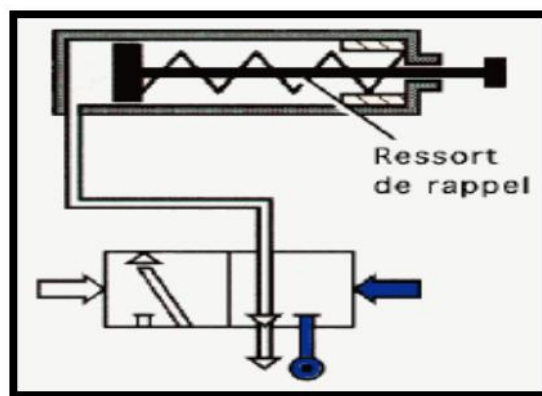


Figure II.14 Vérin simple effet avec son distributeur

b) Fonctionnement

- Ouverture normale vanne d'arrêt : les deux distributeurs SV320 et SV321 sous tension ;
- Fermeture normale vanne d'arrêt ;

Le distributeur SV320 hors tension et SV321 sous tension ;

- Déclenchement vanne d'arrêt ;

Les deux distributeurs SV320 et SV321 mises hors tension.

II.3.6 Servo-vérin soupapes admission**a) Description**

- Les soupapes d'admission sont équipées de ressort pour assurer leur fermeture.
- Un vérin hydraulique double effet permet l'ouverture et la fermeture des soupapes d'admission.

Ce vérin est équipé d'un capteur de position à transformateur différentiel linéaire ZT322 dont le signal est envoyé sur le contrôleur de position (Woodward SPC dans l'armoire de contrôle).

Une servo-valve UY322 recevant un signal en courant (± 50 mA) issu du contrôleur de position permet de régler la position des soupapes par l'intermédiaire du vérin.

Par manque de 24 V, le distributeur SV325 met en communication les deux chambres du vérin ce qui entraîne la fermeture des soupapes d'admission par l'intermédiaire des ressorts.

Par manque de 24 V, le distributeur SV324 coupe l'alimentation en huile HP de la servo-valve.



Figure II.15 Soupapes d'admission

b) Fonctionnement

- **En marche normale**

- Le distributeur SV325 est excité
- Le distributeur SV324 est excité

La position des soupapes d'admission est sous la dépendance du régulateur Woodward 505 par l'intermédiaire du contrôleur de position et de la servo-valve UY322.

- **En cas de déclenchement turbine**

- Les deux distributeurs SV325 et SV324 restent excités
- Le point de consigne de la régulation turbine est forcé à 0, ce qui entraîne la fermeture des soupapes.

Le contrôleur de position surveille en permanence l'erreur de position (consigne UY322 recopie ZT322). Si cette erreur devient supérieure à 10 %, le contrôleur de position génère un déclenchement turbine pour prise en compte par l'automate.

Celui-ci désexcite alors les deux distributeurs SV325 et SV324, provoquant alors la fermeture des soupapes.

Après un déclenchement par discordance position, un acquittement spécifique du contrôleur de position (par commande individuelle au niveau du pupitre de commande) est nécessaire.

Sur pression très basse huile HP (PSLL323) un déclenchement est initié. Les soupapes se ferment (signal de commande du régulateur de vitesse à 4mA, puissance hydraulique via l'accumulateur). Après 5s, les distributeurs SV325/324 sont désexcités afin d'éviter leur surchauffe.

II.4 Analyse fonctionnelle du système de virage et groupe de soulèvement [5]

II.4.1 Rôle du groupe de soulèvement

Le rôle du groupe de soulèvement alternatif est de permettre de soulever le rotor alternatif, lorsque la machine est arrêtée, afin de réduire le couple de démarrage que le vireur doit fournir pour démarrer la ligne d'arbre complète.

II.4.2 rôle du vireur

Lors du démarrage ou de l'arrêt turbine, il est nécessaire de virer la ligne d'arbre à faible vitesse pour éviter une déformation ou éventuellement redresser, le rotor turbine.

II.4.3 description du groupe de soulèvement alternateur

Ensemble constitué d'un réservoir d'huile sur lequel est monté un groupe électropompe P200 assurant un débit de 2.5 l/mn à 1500 tr/mn.

Au refoulement du groupe se trouvent un filtre à huile, un pressostat, un manomètre, une soupape de sûreté et un diviseur de débit 50/50 assurant l'alimentation de chacun des 2 paliers alternateur.

II.4.4 description du vireur

Le vireur est installé sur le palier arrière grande vitesse réducteur (côté opposé accouplement). Le vireur d'une puissance de 11 KW comprend :

- Un moteur électrique alimenté en 400 V, 50 Hz par l'intermédiaire d'un démarreur électronique permettant un démarrage en douceur et évitant les chocs sur la denture lors du démarrage.

- Un réducteur à vis

- Un dispositif d'embrayage automatique

C'est un embrayage centrifuge, il se débraye automatiquement lorsque la vitesse ligne d'arbre dépasse la vitesse de virage et inversement.

Un volant permet le virage manuel. Le fin de course ZSL120 permet l'arrêt du vireur lorsque le volant est en position de virage manuel.

II.4.5 Fonctionnement

a- Système

L'autorisation de démarrage est donnée si : soit le vireur, soit le groupe de soulèvement est en mode automatique et le système d'huile de lubrification est en service.

L'autorisation d'arrêt est donnée si la vanne d'arrêt est fermée, le disjoncteur alternateur ouvert et la vitesse de la turbine est inférieure à 350 tr/mn depuis plus de **10h**.

b- Groupe de soulèvement

Sélection auto / manu

Le mode automatique est possible seulement si le groupe n'est pas en défaut (synthèse défaut électrique ou discordance marche) et s'il n'est pas commuté en mode local au niveau MCC.

Le mode manuel est sélectionné par l'opérateur ou forcé automatiquement si le groupe est en défaut ou s'il est commuté en mode local au niveau MCC.

✚ En manuel :

Commandes marche / arrêt depuis le poste de conduite

✚ En automatique :

Le groupe démarre quand le système est mis en service et que la vitesse de la turbine est inférieure à 350 tr/mn. Il s'arrête quand la vitesse turbine est supérieure à 350 tr/mn ou 5 mn après l'arrêt du système.

Quel que soit le mode auto ou manu, la synthèse défaut (défaut électrique ou discordance marche) ou le passage en local au niveau MCC provoquent la désactivation de la commande de marche du groupe.

Logigramme de système groupe de soulèvement alternateur est représenté par (annexe12, annexe13)

c- Vireur**✚ Sélection auto / manu**

Le mode automatique est possible seulement si le vireur n'est pas en défaut (synthèse défaut électrique ou discordance marche) et s'il n'est pas commuté en mode local au niveau MCC et si le fin de course ZSL120 n'est pas activé.

Le mode manuel est sélectionné par l'opérateur ou forcé automatiquement si la pompe est en défaut ou s'il est commuté en mode local au niveau MCC ou si le fin de course ZSL120 est activé.

✚ En manuel

Commandes marche / arrêt depuis le poste de conduite

✚ En automatique

La commande de marche vireur est activée si la vitesse est inférieure à 350 tr/mn et la pression au refoulement du groupe de soulèvement correcte.

La commande de marche vireur est désactivée si la vitesse est supérieure à 350 tr/mn ou sur arrêt du système. Quel que soit le mode auto ou manu, la synthèse défaut (défaut électrique ou discordance marche) ou le passage en local au niveau MCC ou le fin de course ZSL120 activé ou la pression de lubrification basse PSL131 ou la pression basse au refoulement du groupe de soulèvement PSL200 provoquent la désactivation de la commande de marche vireur. Logigramme de vireur est représenté par (annexe 14).

II.5 Surveillance de la ligne d'arbre [5]

La surveillance vibrations / températures ligne d'arbre est réalisée par des sondes de mesure, elles sont câblées vers l'automate, pour prise en compte par celui-ci dans la chaîne de déclenchement. Logigramme de Température et Vibration de la ligne d'arbre est présenté par (l'annexe 15).

II.5.1 Température

Chaque palier est équipé de 2 sondes PT100. L'une est raccordée au système de monitoring, l'autre est disponible en réserve dans une boîte de jonction.

Remarque Lorsqu'une sonde température passe en défaut, celle en réserve doit être connectée au plus vite. Il n'est pas conseillé de faire fonctionner le turbo-alternateur avec un palier non instrumenté.

➤ Mesures réalisées

• Turbine

- Température contrebutée : TE250
- Température butée : TE251
- Température palier coté opposé accouplement réducteur : TE252
- Température palier coté accouplement réducteur : TE253

• Réducteur

- Température palier GV coté accouplement turbine : TE254
- Température palier PV coté opposé accouplement alternateur : TE255
- Température palier PV coté accouplement alternateur : TE256
- Température palier GV coté opposé accouplement turbine : TE257

• Alternateur

- Température palier coté accouplement réducteur : TE258
- Température palier coté opposé accouplement réducteur : TE262

II.5.2 Température Alternateur

Les températures enroulement stator et les températures d'air de refroidissement sont gérées par le relais Microener installé dans l'armoire de contrôle de l'alternateur. Une sortie relais, image du déclenchement est également disponible en sortie de l'armoire alternateur pour prise en compte par l'automate dans la chaîne de déclenchement.

II.5.3 Vibration

- **Turbine**
 - Vibrations palier coté opposé accouplement réducteur : VEX303 et VEY303
 - Vibrations palier accouplement réducteur : VEX304 et VEY304
 - Déplacement axial : ZE302A et ZE302B
- **Réducteur**
 - Vibrations palier coté accouplement turbine : VEX305 et VEY305.
 - Vibrations palier coté opposé accouplement turbine : VEX306 et VEY306.
 - Mesure accéléromètre : VE307
- **Alternateur**
 - Vibrations palier coté accouplement réducteur : VEX310
 - Vibrations palier coté opposé accouplement réducteur : VEX311

II.5.4 Capteurs de vitesse

La turbine est équipée de 5 capteurs de vitesse installés radialement en face d'une roue 32 dents.

- 3 capteurs sont dédiés à la protection survitesse.
- 2 capteurs sont dédiés à la régulation de vitesse.

II.6 analyse fonctionnelle du circuit vapeur [5]

II.6.1 Description de la turbine à vapeur

Il s'agit d'une turbine à contrepression type 6-7MP5 transformant l'énergie thermique de la vapeur en énergie mécanique et tournant à 5 900 tr/mn. La turbine est capable de détendre 150 T/heure de vapeur à 53 bar abs et 476°C à 3.7 bar et 180°C

Logigramme du circuit vapeur est représenté par (annexe 16).

La turbine est équipée :

- D'une vanne d'arrêt à commande hydraulique
- D'un jeu de soupapes d'admission à commande hydraulique permettant l'admission vapeur de façon décalée dans chacun des secteurs d'admission
- De son instrumentation de surveillance (sondes dans les paliers, capteurs de vibration, etc...) et de régulation (vitesse, pression vapeur, température, etc...)

II.6.2 Ejecteur

Les fuites bout d'arbre turbine, ainsi que la seconde fuite du piston de la vanne d'arrêt sont rejetées à l'atmosphère via l'éjecteur EJ141.

II.6.3 Actionneurs

- Vanne d'arrêt
- Servo-vérin sur soupapes admission vapeur

II.6.4 régulateur Woodward 505

Le régulateur est équipé d'un affichage et d'un clavier permettant de visualiser certains paramètres et de contrôler la turbine.



Figure II.16 régulateur Woodward 505

II.7 Analyse fonctionnelle du démarrage turbine [5]

II.7.1 Préparation au démarrage

- Démarrer le système d'huile de lubrification
- Démarrer le système vireur et groupe de soulèvement
- Démarrer le système d'huile de régulation
- Mettre en service l'éjecteur EJ141
- Ouvrir les vannes de purge
- Conditionner l'échappement de la turbine par ouverture du bypass de la vanne d'isolement à l'échappement
- Ouvrir la vanne d'isolement à l'échappement.

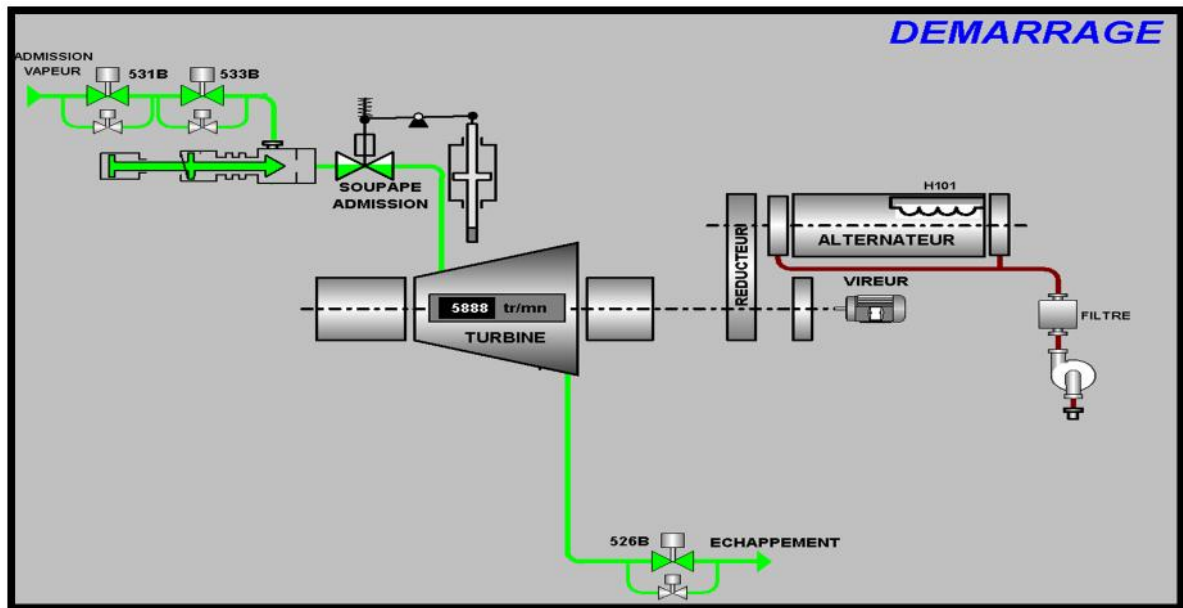


Figure. II.17 Vue de la ligne turbo-alternateur.

II.7.2 Autorisation de démarrage

Un écran dédié résume les conditions d'autorisation de démarrage.

- Pas de niveau bas caisse à huile de lubrification
- Pas de pression basse lubrification
- Température huile lubrification (mesure en aval réfrigérant) correcte
- Système d'huile lubrification démarré
- Pompe de lubrification auxiliaire en auto
- Pompe d'évacuation des calories en auto
- Ventilateur de la caisse à huile en service
- Pas de niveau bas caisse à huile HP
- Pas de pression basse huile HP
- Température huile HP correcte
- Système d'huile HP démarré
- Vireur en service ou vitesse turbine > 350 tr/mn
- Vireur en auto
- Vanne d'arrêt fermée
- Vanne d'isolement à l'admission ouverte
- Vanne d'isolement à l'échappement ouverte
- La température métal échappement TE222 est supérieure à 140°C.

Le logigramme d'autorisation de démarrage et déclenchement est représenté par (annexe 17, annexe18)

II.7.3 Gestion du démarrage

Le démarrage du turboalternateur est contrôlé par l'automate et ne requiert aucune action de l'opérateur, à l'exception des vannes de purge.

L'activation de la commande de marche turbine provoque :

- Le réarmement du module de sécurité préventa qui permet l'excitation de la vanne SV32 ;
- Le réarmement du régulateur Woodward ;
- L'ouverture de la vanne d'arrêt par excitation de la vanne SV320 ;
Dès que la vanne d'arrêt est ouverte, l'ordre de marche est donné au régulateur Woodward, ce qui permet d'initier la séquence de montée en vitesse ;
- Les soupapes d'admission s'ouvrent lentement suivant une rampe. Le point de consigne vitesse est de 400 tr/mn. La vitesse turbine augmente et le vireur débraye.
Le régulateur Woodward prend la régulation de vitesse par le contrôle des soupapes à 400tr/mn ;
- A 400 tr/mn, le vireur s'arrête, la turbine reste sur ce palier bas (ralenti de chauffe) La durée de ce palier est calculée par le régulateur relativement au temps d'arrêt de la machine et varie entre une durée minimale (redémarrage machine chaude) de 1 minute et une durée maximale (redémarrage machine froide) de 10 minutes ;
- A la fin de ce premier palier, une rampe variable amène la vitesse turbine au palier haut. Ce palier est situé juste en dessous de la première vitesse critique. La rampe et la durée de ce palier sont calculées relativement à l'état chaud/froid de la turbine. Fermeture de la purge de la vanne d'arrêt par l'opérateur pendant cette montée en vitesse ;
- A la fin de ce second palier, une rampe amène la turbine jusqu'à la vitesse nominale avec une rampe rapide à l'intérieur de la bande critique (50 tr/mn). La rampe (à l'extérieur de la bande critique) est calculée relativement à l'état chaud/froid de la turbine ;
- A 90 % de la vitesse nominale, l'ordre d'excitation est transmis à l'armoire de contrôle alternateur ;
- Au point de vitesse nominale, le groupe turbo-alternateur est prêt pour la synchronisation.

Le Graf cet des séquences de démarrage est représenté par (annexe 19, annexe 20)

Remarque

Le redémarrage à chaud est défini pour un arrêt de moins de 1 h et le démarrage à froid pour un arrêt de plus de 12h.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons élaboré l'analyse fonctionnelle de la centrale a savoir le système d'huile de lubrification, système d'huile de régulation (HP), groupe de soulèvement et système de virage, surveillance ligne d'arbre, circuit de vapeur et enfin démarrage turbine.

Chapitre III

Automate programmable et logiciels associés

III.1. Introduction

L'automate programmable industriel API (ou Programmable Logic Controller PLC) est aujourd'hui le constituant le plus répandu des automatismes. On le trouve pratiquement dans tous les domaines industriels vue sa grande flexibilité et son aptitude à s'adapter.

Ce chapitre sera consacré à la description des automates programmables *SIEMENS* à structure modulaire essentiellement le *S7-300* et des logiciels associés.

III.2. Automatisation

III.2.1. Système automatisé [10]

L'automatisation consiste à rendre automatique les opérations qui exigeaient auparavant l'intervention humain. Ce système est un sous-ensemble d'une machine, destinée à remplacer l'action de l'être humain dans des tâches en générales simples et répétitives, réclamant précision et rigueur. On est passé d'un système dit manuel, a un système mécanisé, puis un système automatisé.

III.2.2. Objectifs de l'automatisation [11]

- 📌 Accroître la productivité du système c'est-à-dire augmenté la quantité de produits élaborés pendant une durée donnée. Cet accroissement de productivité est exprimé sous forme :
 - d'une meilleure rentabilité,
 - d'une meilleure compétitivité.
 - améliorer la flexibilité de production ;
 - améliorer la qualité du produit.
- 📌 Adaptation à des environnements hostiles pour l'homme .
- 📌 Adaptation à des tâches physiques ou intellectuelles pénibles pour l'homme (Manipulation de lourdes charges, tâches répétitives,...etc.)
- 📌 Augmenter la sécurité,...etc.

III.2.3. Structure d'un système automatisé [12]

Tout système automatise est composé de deux parties principales: partie opératives et la partie commande. Ces deux partie s'échangent les informations entre elles a l'aide des capteurs et prés-actionneurs.

- La partie opérative procède au traitement des matières d'ouvre afin d'élaborer le produit finale.
- La partie commande coordonne la succession des actions sur la partie opératives dans le but d'obtenir le produit final.

La communication entre la partie opérative et la partie commande se fait par l'intermédiaire d'une interface, cette dernière est constituée par l'ensemble de capteurs et pré-actionneurs.

La figure suivante montre la structure d'un système automatisé.

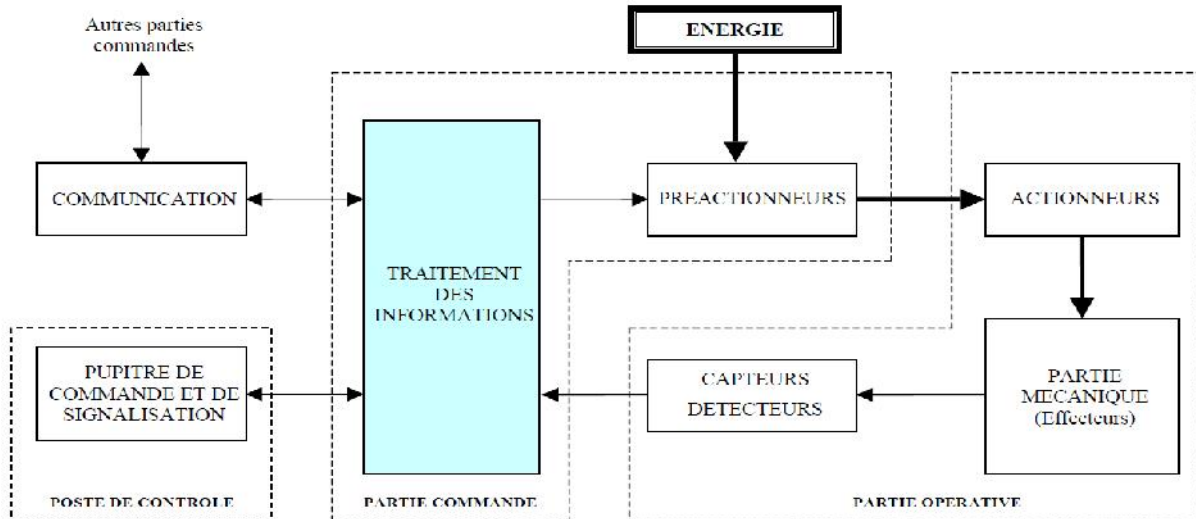


Figure. III.1 structure d'un système automatisé.

III.2.4. GRAFCET

a) Introduction [13]

Le GRAFCET (graphe de commande étapes-transitions) est un outil graphique de représentation du cahier des charges d'un automatisme séquentiel. Il est à la fois simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel.

Il est basé sur les notions d'étapes auxquelles sont associées des actions et des transitions auxquelles sont associées des réceptivités. Il décrit les ordres émis par la partie commande vers la partie opérative en mettant en évidence les actions engendrées et les événements qui les déclenchent. Cette représentation est étroitement liée à la notion d'évolution du processus

Le modèle est défini par un ensemble constitué :

- d'éléments graphiques : Étapes, Transitions, Liaisons orientées ;
- d'une interprétation : réceptivités associées aux transitions et actions associées aux étapes ;
- de 5 règles d'évolution : définissant le comportement dynamique de la partie commande.

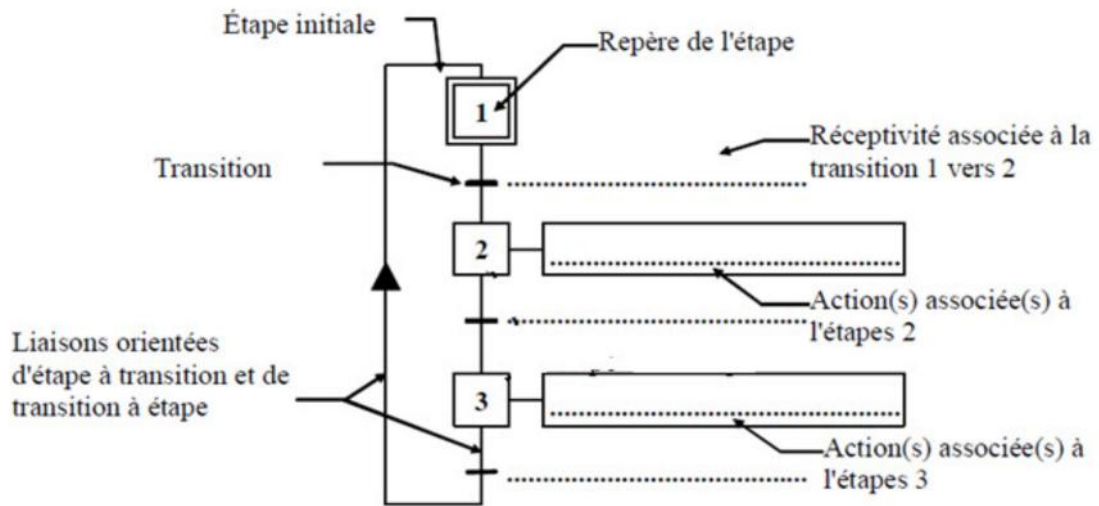


Figure. III.2 Représentation des éléments d'un GRAFCET

b) Règles d'évolution

D'après la norme (NFC 03190), l'évolution de la situation d'un automatisme doit toujours satisfaire les 5 règles suivantes :

Règle N°1 : Situation initiale

Une situation initiale est caractérisée par le fait qu'un certain nombre d'étapes sont actives au début du fonctionnement (à l'initialisation). Une étape initiale est alors représentée par un carré boulé et correspond généralement à une situation de repos (pas d'action associée) ;

Règle N°2 : Franchissement d'une transition

Une transition entre étapes est dite 'validée' si toutes ses étapes d'entrées sont actives. Elle sera franchie si elle est validée et si la réceptivité qui lui est associée est vraie : le franchissement est alors immédiatement et obligatoire ;

Règle N°3 : Évolution des étapes actives

Le franchissement d'une transition entraîne l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes ;

Règle N°4 : Évolution simultanée

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies. Cette règle est surtout utile lorsqu'on veut décomposer un GRAFCET en plusieurs 'sous GRAFCET' interdépendants.

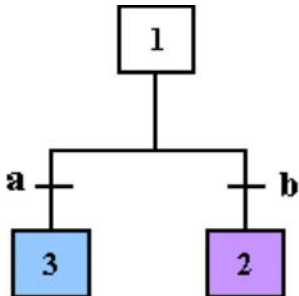
Règle N°5 : Activation et désactivation simultanées

Si au cours du fonctionnement, une même étape doit être à la fois activée et désactivée, elle reste active.

c) Structures de base [14]

• Divergence et convergence en OU

Divergence en OU

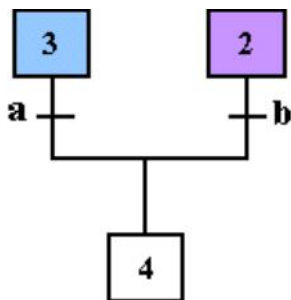


Cette structure permet le choix entre les séquences 2 et 3

Étape 3 active si l'étape 1 active et la réceptivité a=1

Étape 2 active si l'étape 1 active et la réceptivité b=1

Convergence en OU



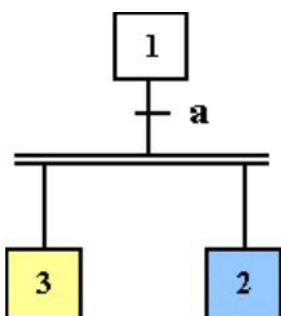
Venant de la l'étape 3 ou de l'étape 4 le GRAFCET converge vers une même étape 4.

Si l'étape 3 active et la réceptivité a=1 => l'étape 4 active

Si l'étape 2 active et la réceptivité b=1 => l'étape 4 active

• Divergence et convergence en ET

Divergence en ET

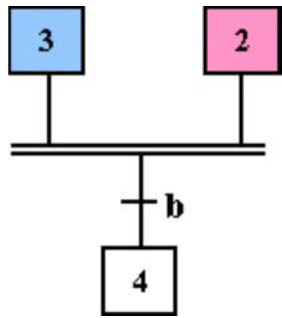


À Partir de l'étape 1 on active 2 branches simultanément

Activation des étapes 2 et 3 : si l'étape 1 active et la réceptivité a=1

Désactivation de l'étape 1 : Étapes 2 et 3 actives

Convergence en ET



Le GRAFCET converge vers une même étape
 Activation de l'étape 4 : si les étapes 3 et 2 activent et la réceptivité $b=1$
 Désactivation des étapes 2 et 3 : si l'étape 4 active

III.3. Description de l'automate [15]

De forme compacte ou modulaire, les automates sont organisés suivant l'architecture suivante :

Module d'unité centrale ou CPU

Assure le traitement de l'information et la gestion de l'ensemble des unités. Ce module comporte un microprocesseur, des circuits périphériques de gestion des entrées/sorties, des mémoires RAM et EEPROM nécessaires pour stocker les programmes, les données, et les paramètres de configuration du système.

Module d'alimentation

À partir d'une tension 220V/50Hz ou dans certains cas de 24V fournit les tensions continues $\pm 5V$, $\pm 12V$ ou $\pm 15V$.

Un ou plusieurs modules de sorties

Tout Ou Rien' (TOR) ou analogiques pour transmettre à la partie opérative les signaux de commande. Il y a des modules qui intègrent en même temps des entrées et des sorties.

Un ou plusieurs modules de communication

Ces modules comprennent :

- Interfaces série utilisant dans la plupart des cas comme support de communication, les liaisons RS-232 ou RS422/RS485 ;
- Interfaces pour assurer l'accès à un bus de terrain ;
- Interface d'accès à un réseau Ethernet.

La figure III.3 représente un Automate Programmable Industriel SIEMENS.

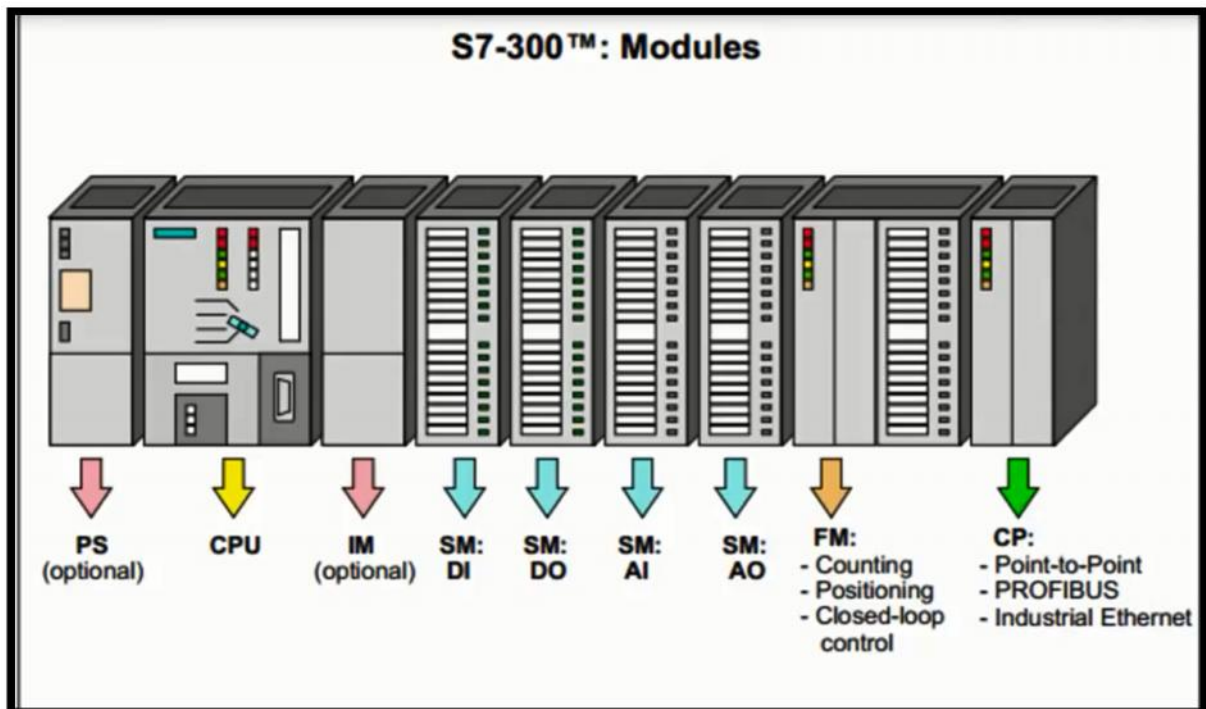


Figure III.3 Automate Programmable Industriel SIEMENS

L'automate utilisé dans notre projet appartient à la gamme SIMATIC S7 de SIEMENS ; le S7-300 (figure III.4) est un mini-automate modulaire pour les applications d'entrée et de sortie, avec possibilité d'extensions jusqu'à 32 modules, et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS et Industrial Ethernet.



Figure III.4 : API S7-300

III.3.1. Structure interne des automates programmables [16]

La structure matérielle interne d'un API obéit au schéma donné sur les figures III.5

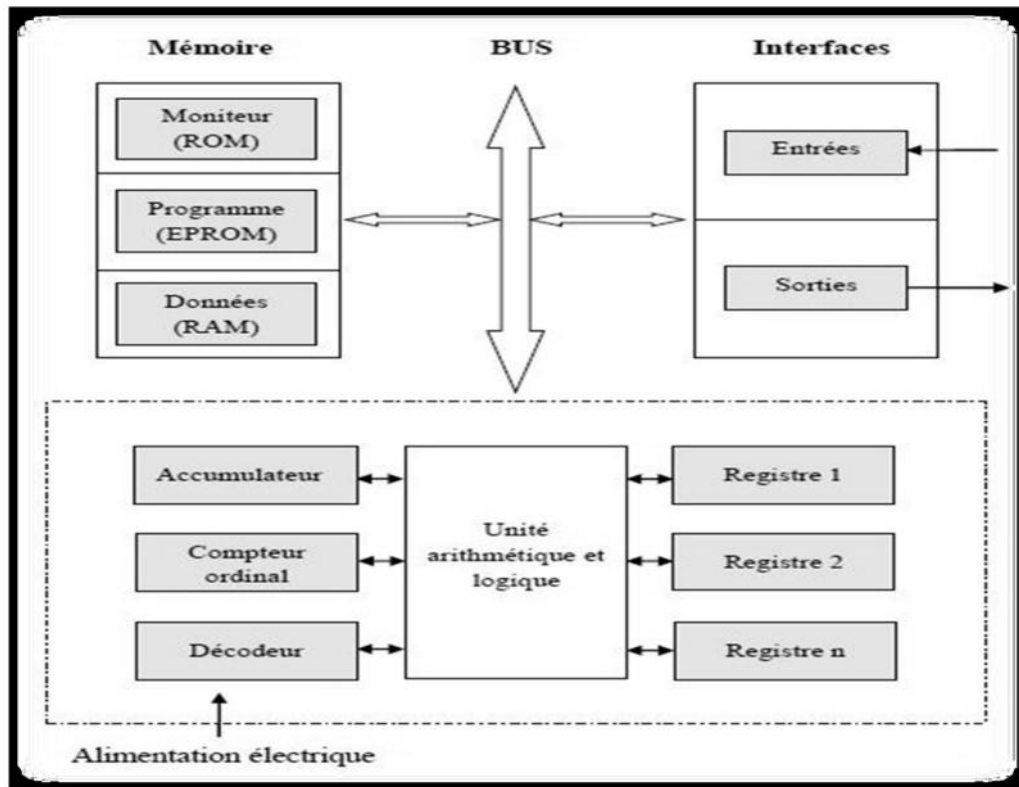


Figure III.5 Structure interne d'un API.

Détaillons successivement chacun des composants qui apparaissent sur ces schémas.

a) Le processeur

Il constitue le cœur de l'appareil dans l'unité centrale ; En fait, un processeur devant être automatisé, se subdivise en une multitude de domaines et processeurs partiels plus petits, liés les uns aux autres.

b) Les modules d'entrées/sorties

Ils assurent le rôle d'interface entre la CPU et le processus, en récupérant les informations sur l'état de ce dernier et en coordonnant les actions. Plusieurs types de modules sont disponibles sur le marché selon l'utilisation souhaitée :

- Modules TOR (Tout Ou Rien): l'information traitée ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1 ...). C'est le type d'information délivrée par une cellule photoélectrique, un bouton poussoir ...etc.
- Modules analogiques : l'information traitée est continue et prend une valeur qui évolue dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (débitmètre, capteur de niveau, thermomètre...etc.).

- Modules spécialisés : l'information traitée est contenue dans des mots codes sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.

c) Les mémoires

Un système de processeur est accompagné par un ou plusieurs types de mémoires. Elles permettent :

- De stocker le système d'exploitation dans des ROM ou PROM ;
- Le programme dans des EEPROM ;
- Les données système lors du fonctionnement dans des RAM. Cette dernière est généralement secourue par pile ou batterie. On peut, en règle générale, augmenter la capacité mémoire par adjonction de barrettes mémoires type PCMCIA.

d) L'alimentation

Elle assure la distribution d'énergie aux différents modules. L'automate est alimenté généralement par le réseau monophasé 230V-50 Hz mais d'autres alimentations sont possibles (110V...etc.).

e) Liaisons de communication

Elles Permettent la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions. Les liaisons s'effectuent :

- Avec l'extérieur par des borniers sur lesquels arrivent des câbles transportant le signal électrique ;
- Avec l'intérieur par des bus reliant divers éléments, afin d'échanger des données, des états et des adresses.

III.3.2. Principe de fonctionnement d'un automate [16]

Lorsque L'API est en fonctionnement, quatre phases se succèdent:

1. **Traitement interne** : L'automate effectue des opérations de contrôle et met à jour certains paramètres systèmes (détection des passages en RUN / STOP, mises à jour des valeurs de l'horodateur, ...).
2. **Lecture des entrées** : L'automate lit les entrées (de façon synchrone) et les recopie dans la mémoire image des entrées.
3. **Exécution du programme** : L'automate exécute le programme instruction par instruction et écrit les sorties dans la mémoire image des sorties.
4. **Ecriture des sorties** : L'automate bascule les différentes sorties (de façon synchrone) aux positions définies dans la mémoire image des sorties.

Ces quatre opérations sont effectuées continuellement par l'automate (fonctionnement cyclique).

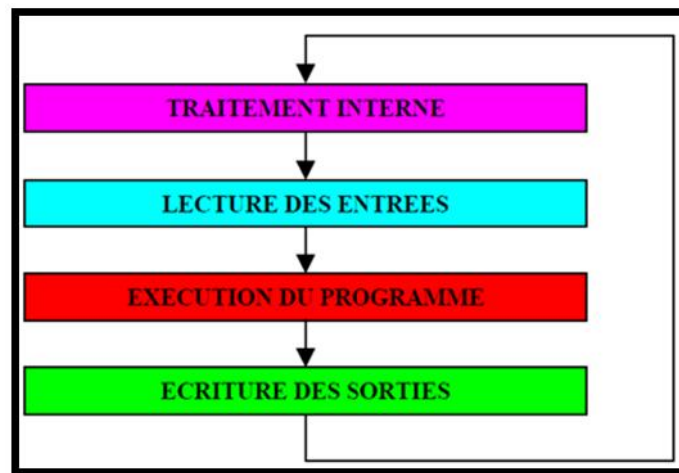


Figure III.6 Structure de fonctionnement d'un automate.

III.4. Critère de choix d'un API [16]

Le choix d'un automate programmable est en premier lieu le choix d'une société ou d'un groupe et les contacts commerciaux et expériences vécues sont déjà un point de départ. Les grandes sociétés privilégieront du fabricant pour faire jouer la concurrence et pouvoir se retourner en cas de perte de vitesse de l'une d'entre elles. Le personnel de maintenance doit toutefois être formé sur matériels et une trop grande diversité des matériels peut avoir des graves répercussions.

Un automate utilisant des langages de programmation de type GRAFCET est également préférable pour assurer la mise au point et dépannages dans les meilleures conditions.

La possession d'un logiciel de programmation est aussi source d'économies (achat du logiciel et formation du personnel), des outils permettant une simulation des programmes sont également souhaitables, Il faut ensuite quantifier les besoins.

III.5. Description du logiciel step7 [17]

STEP7 est le progiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC S300et S400. Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. Le logiciel de base assiste dans toutes les phases du processus de création de la solution d'automatisation, La conception de l'interface utilisateur du logiciel STEP7 répond aux connaissances ergonomiques modernes. STEP7 comporte les quatres sous logiciels de base suivants :

III.5.1 Gestionnaire de projets SIMATIC Manager

SIMATIC Manager constitue l'interface d'accès à la configuration et à la programmation. Ce gestionnaire de projets présente le programme principal du logiciel STEP7 il gère toutes les données relatives à un projet d'automatisation, quelque-soit le système cible sur lequel elles ont été créées. Le gestionnaire de projets SIMATIC démarre automatiquement les applications requises pour le traitement des données sélectionnées.



SIMATIC MANAGER

III.5.2 Editeur de programme et les langages de programmation

Les langages de programmation CONT, LIST et LOG, font partie intégrante du logiciel de base.

➤ **Programmation à schéma à contacte (CONT)**

C'est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions fait penser aux schémas de circuits électriques. Le langage CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines.

➤ **Programmation à liste d'instruction (LIST)**

La liste d'instructions (LIST) est un langage de programmation textuel proche de la machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme.

➤ **Programmation à schémas logique (LOG)**

Le logigramme (LOG) est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes, comme par exemple les fonctions mathématiques, peuvent être représentées directement combinées avec les boîtes logiques.

La figure III.7 représente les différents langages de programmation.

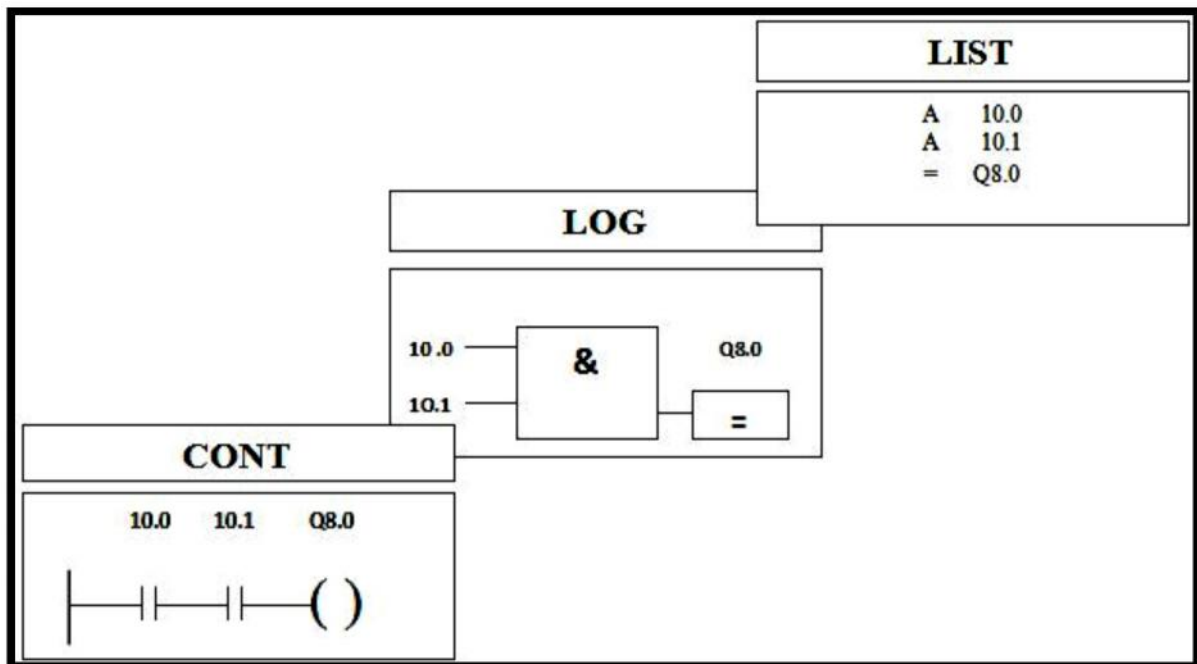


Figure III.7 Mode de représentation des langages basiques de programmation STEP7.

III.5.3 Paramétrage de l'interface PG-PC

Cet outil sert à paramétrer l'adresse locale des PG/PC, la vitesse de transmission dans le réseau MPI (Multi-Point Interface ; protocole de réseau propre à SIEMENS) ou PROFIBUS en vue d'une communication avec l'automate et le transfert du projet

III.5.4. 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 (AP) qu'on simule dans un ordinateur ou dans une console de programmation. La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP7, il n'est pas nécessaire qu'une liaison soit établie avec un matériel S7 quelconque (CPU ou module de signaux). L'AP S7 de simulation permet de tester des programmes destinés aux CPU S7-300 et aux CPU S7-400, et de remédier à d'éventuelles erreurs.

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'AP de simulation, on a également la possibilité de mettre en œuvre les diverses applications du logiciel STEP7 comme, par exemple, la table des variables (VAT) afin d'y visualiser et d'y forcer des variables.

La figure III.8 représente les différentes interfaces de simulateur.

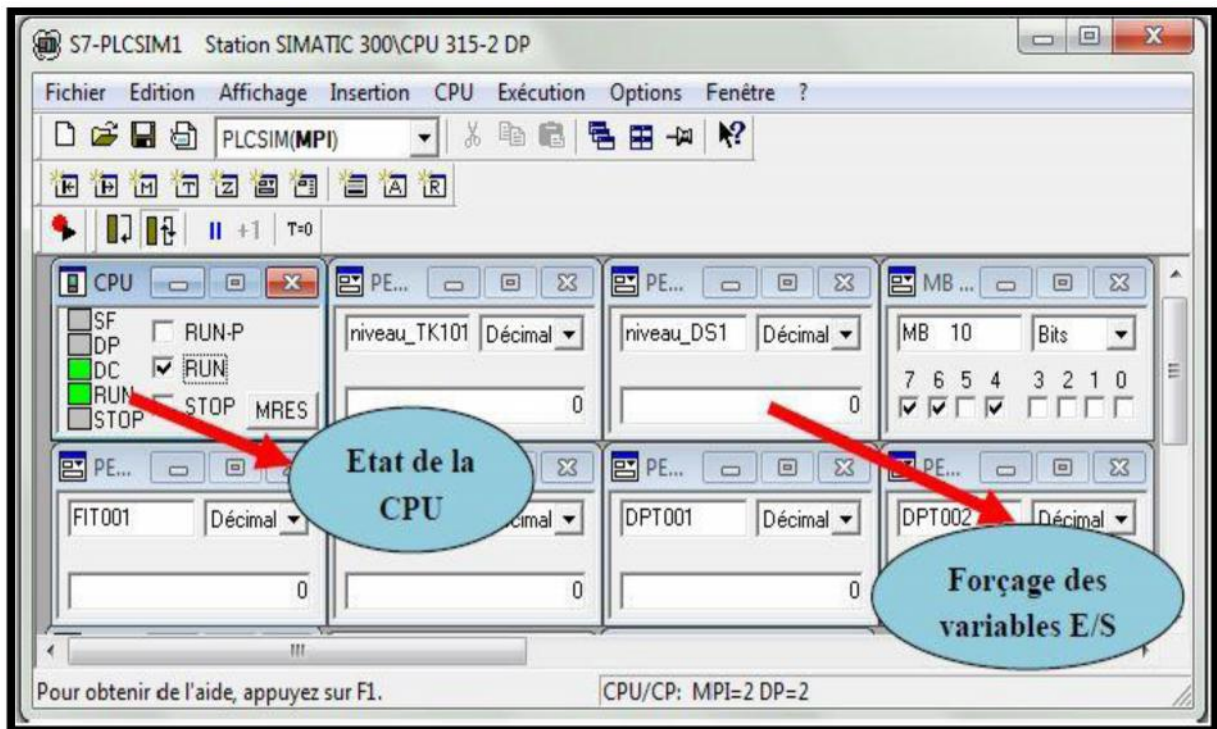


Figure III.8 Interface de simulation PLCSIM.

III.5.5. Stratégie pour la conception d'une structure programme complète

La mise en place d'une solution d'automatisation avec STEP7 nécessite la réalisation des tâches fondamentales suivantes :

- Création du projet SIMATIC STEP7
- Configuration matérielle HW Con

Dans une table de configuration, on définit les modules mis en œuvre dans la solution d'automatisation ainsi que les adresses permettant d'y accéder depuis le programme utilisateur, pouvant en outre, y paramétrer les caractéristiques des modules.

➤ Définition des mnémoniques

Dans une table des mnémoniques, on remplace des adresses par des mnémoniques locales ou globales de désignation plus évocatrice afin de les utiliser dans le programme.

➤ Création du programme utilisateur

En utilisant l'un des langages de programmation mis à disposition, on crée un programme affecté ou non à un module, qu'on enregistre sous forme de blocs, de sources ou de diagrammes.

✓ Exploitation des données

Création des données de références : Utiliser ces données de référence afin de faciliter le test et la modification du programme utilisateur et la configuration des variables pour le "control commande".

✓ Test du programme et détection d'erreurs

Pour effectuer un test, on a la possibilité d'afficher les valeurs de variables depuis le programme utilisateur ou depuis une CPU, d'affecter des valeurs à ces variables et de créer une table des variables qu'on souhaite afficher ou forcer.

✓ Chargement du programme dans le système cible

Une fois la configuration, le paramétrage et la création du programme terminés, on peut transférer le programme utilisateur complet ou des blocs individuels dans le système ciblé (module programmable de la solution matérielle). La CPU contient déjà le système d'exploitation.

✓ Surveillance du fonctionnement et diagnostic du matériel

La détermination des causes d'un défaut dans le déroulement d'un programme utilisateur se fait à l'aide de la « Mémoire tampon de diagnostic », accessible depuis le SIMATIC Manager.

III.6. Description du logiciel WinCC Flexible [18]

WinCC Flexible, est un logiciel compatible avec l'environnement STEP7, et propose pour la configuration de divers pupitres opérateurs, une famille de systèmes d'ingénierie évolutifs adaptés aux tâches de configuration.

Créer l'interface graphique et les variables, c'est pouvoir lire les valeurs du processus via l'automate, les afficher pour que l'opérateur puisse les interpréter et ajuster, éventuellement, le processus, toujours via l'automate.

III.6.1 Éléments du WinCC Flexible

L'environnement de travail de WinCC flexible se compose de plusieurs éléments. Certains de ces éléments sont liés à des éditeurs particuliers et uniquement visibles lorsque cet éditeur est activé. Il met à disposition un éditeur spécifique pour chaque tâche de configuration.

On peut configurer par exemple, l'interface utilisateur graphique d'un pupitre opérateur avec l'éditeur "Vues". Pour la configuration d'alarmes, on utilise p. ex. l'éditeur "Alarmes TOR".

Les différents outils et barres de l'éditeur de vues sont représentés dans la figure suivante:

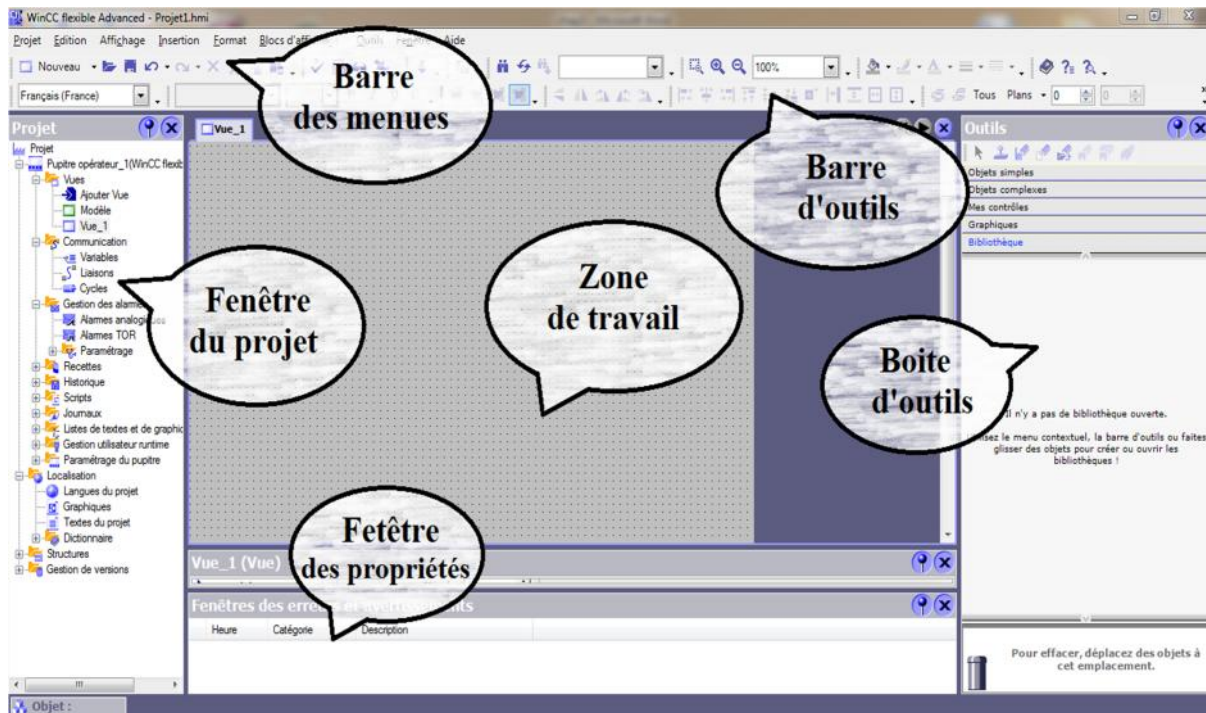


Figure III.9 Vue d'ensemble du progiciel WinCC flexible.

- **Barre des menus** : La barre des menus contient toutes les commandes nécessaires à l'utilisation de WinCC Flexible. Les raccourcis disponibles sont indiqués en regard de la commande du menu.
- **Barre d'outils** : La barre d'outils permet d'afficher tout dont le programmeur à besoin.
- **Zone de travail** : La zone de travail sert à configurer des vues, de façon qu'il soit le plus compréhensible par l'utilisateur, et très facile à manipuler et consulter les résultats.
- **Boîte d'outils** : La fenêtre des outils propose un choix d'objets simples ou complexes qu'on insère dans les vues, par exemple des objets graphiques et les éléments de commande.
- **Fenêtre des propriétés** : Le contenu de la fenêtre des propriétés dépend de la sélection actuelle dans la zone de travail, lorsqu'un objet est sélectionné, on peut étudier les propriétés de l'objet en question dans la fenêtre des propriétés.

Conclusion

Dans ce chapitre on a vu la structure modulaire d'un automate programmable de la firme SIEMENS essentiellement le S7-300, ainsi que son architecture interne. Par suite nous avons présenté les deux logiciels de programmation et supervision des automates SIEMENS à savoir le Step7 et le Wincc Flexible pour une meilleure exploitation pendant la programmation et la supervision qui sera l'objet du dernier chapitre (chapitre IV).

Chapitre IV

Programmation et supervision

IV.1 Introduction

Pour piloter la centrale, nous allons réaliser un programme que nous allons implanter dans l'automate grâce au logiciel de conception de programmes pour des systèmes d'automatisation SIMATIC STEP7.

Dans ce chapitre, nous allons décrire l'implantation du programme d'automatisation élaboré à partir de l'analyse fonctionnelle, ainsi que sa supervision.

IV.2 Réalisation du programme du système d'huile de lubrification et HP

IV.2.1 Création du projet dans SIMATIC Manager

Afin de créer un nouveau projet STEP7, il nous est possible d'utiliser « l'assistant de création de projet » ou bien créer le projet soi-même et le configurer directement, cette dernière est un peu plus complexe, mais nous permet aisément de gérer notre projet. En sélectionnant l'icône SIMATIC Manager, on affiche la fenêtre principale, pour sélectionner un nouveau projet et le valider.

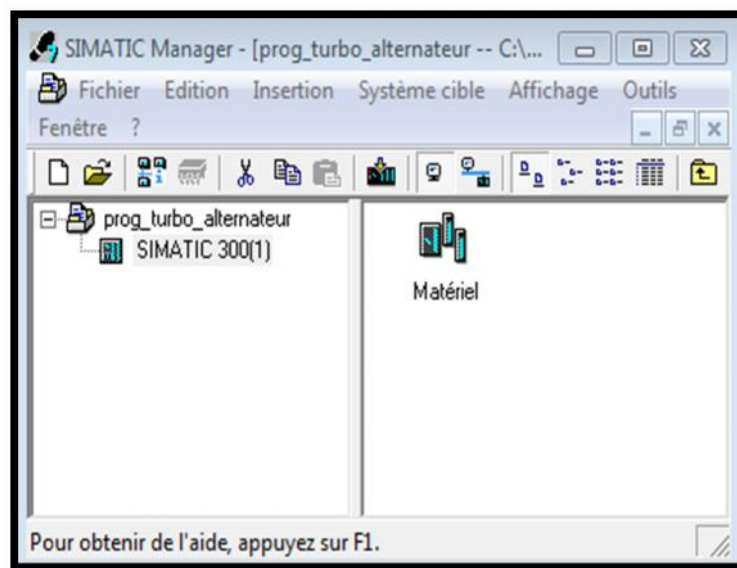


Figure IV.1 Page de démarrage de STEP7

Comme le projet est vide, il nous a fallu insérer une station *SIMATIC 300*. Deux approches sont possibles. Soit on commence par la création du programme puis la configuration matérielle ou bien l'inverse.

IV.2.2 Configuration matérielle (Partie Hardware)

C'est une étape importante, qui correspond à l'agencement des châssis, des modules et de la périphérie décentralisée.

Les modules sont fournis avec des paramètres définis par défaut en usine. Une configuration matérielle est nécessaire pour :

- Les paramètres ou les adresses pré-régler d'un module
- Configurer les liaisons de communication

Le choix du matériel SIMATIC S300 avec une CPU315-2DP nous conduit à introduire la hiérarchie suivante :

On commence par le choix du châssis selon la station choisie auparavant, pour la station SIMATIC S300, on aura le châssis « RACK-300 » qui comprend un rail profilé.

Sur ce profil, l'alimentation préalablement sélectionnée se trouve dans l'emplacement n°1.

Parmi celles proposées, notre choix s'est porté sur la « PS-307 10A ».

La « CPU 315-2DP » est impérativement mise à l'emplacement n°2.

L'emplacement n°3 est réservé comme adresse logique pour un coupleur dans une configuration multi-châssis.

À partir de l'emplacement n°4, il est possible de monter au choix jusqu'à 8 modules de signaux (SM), processeurs de communication (CP) ou modules fonctionnels (FM).

Nous allons y mettre les modules d'entrée et de sortie analogiques et numériques.

D'après l'identification des E/S il y a :

- ✓ 40 entrées analogiques (AI)
- ✓ 63 entrées numériques (DI)
- ✓ 28 sorties numérique (DO)

Pour assurer la flexibilité du système, on a choisi les modules E/S suivants :

- ✓ 05 embases de 08 entrées analogiques (5 × 08 AI)
- ✓ 02 embases de 32 entrées numériques (2× 32 DI)
- ✓ 01 embase de 32 sorties numériques (1× 32 DO).

Le matériel choisi est représenté par la figure IV.2 suivante

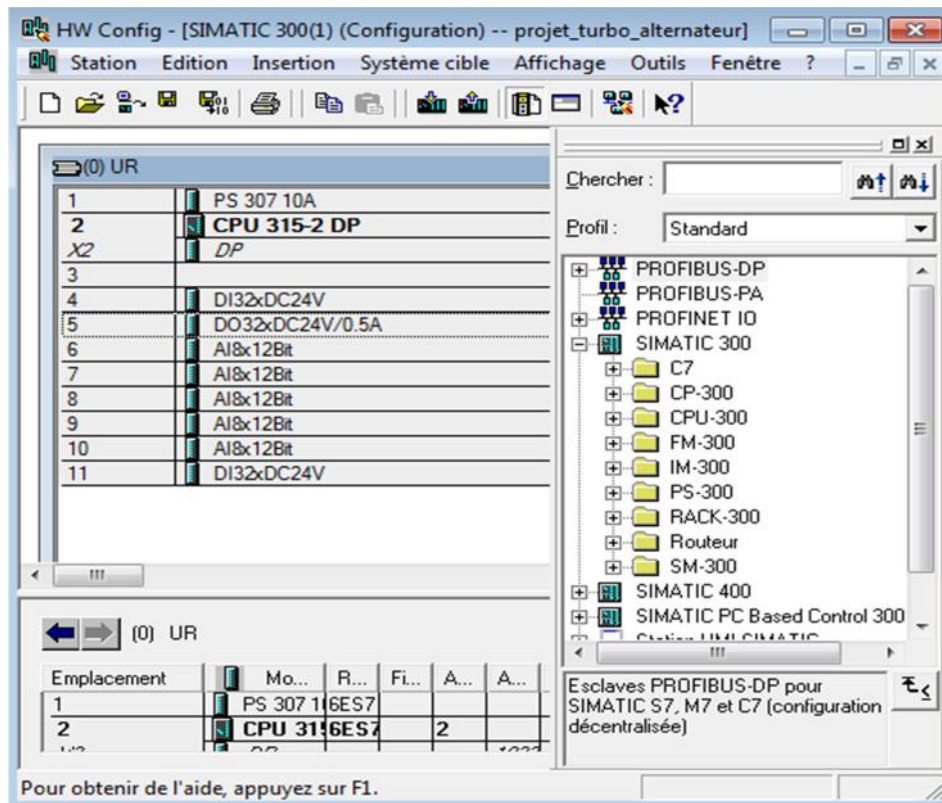


Figure IV.2 Configuration matériel

Après cela, il ne nous reste qu’à enregistrer et compiler. La configuration matérielle étant terminée, un dossier « Programme S7 » est automatiquement inséré dans le projet, comme indiquer dans la figure IV.3 suivante :

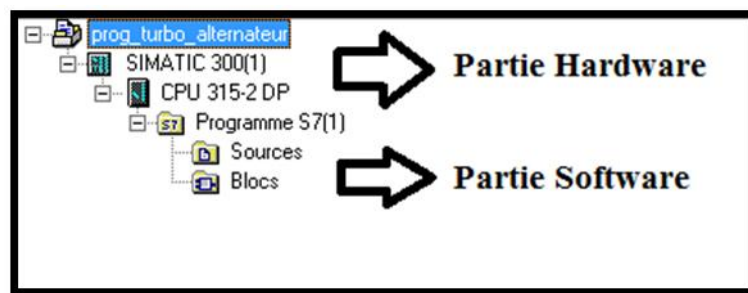


Figure IV.3 Hiérarchie du programme STEP7

IV.2.3 Création de la table des mnémoniques (Partie Software)

Dans tout programme, il faut définir la liste des variables qui vont être utilisées lors de la programmation. Pour cela la table des mnémoniques est créée. L’utilisation des noms appropriés rend le programme plus compréhensible et plus facile à manipuler.

On édite la table des mnémoniques en respectant notre cahier des charges, pour les entrées et les sorties. La figure IV.4 suivante présente une partie de la table des mnémoniques.

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de d	Commentaire
130	local_P103	E 4.4	BOOL	pompe P103 en mode local
131	Local_P200	E 28.3	BOOL	Pompe P200 en mode Local
132	local_P300A	E 4.0	BOOL	pompe P300A en mode local
133	local_P300B	E 4.1	BOOL	pompe P300B en mode local
134	local_V103	E 4.2	BOOL	ventilateur V103 en mode local
135	Local_V200	E 28.2	BOOL	Vireur V200 en mode Local
136	LSL121	E 1.4	BOOL	seuil bas flotteur
137	LSL300	E 2.0	BOOL	seuil bas flotteur huile HP
138	LSL320	E 31.5	BOOL	niveau reservoir huile HP
139	memo_autoris_demarrage	M 6.2	BOOL	autorisation de demarrage turbine
140	memo_part_1_autoris_dem	M 6.0	BOOL	partie 1 autorisation de demarrage
141	memo_part_1_declench_tur	M 10.1	BOOL	partie 1 declenchement turbine
142	memo_part_2_autoris_dem	M 6.1	BOOL	partie 2 autorisation de demarrage
143	memo_part_2_declench_tur	M 10.2	BOOL	partie 2 declenchement turbine
144	memo_part_3_autoris_dem	M 6.3	BOOL	partie 3 autorisation de demarrage
145	memorisation 1	M 5.0	BOOL	mémorisation de la pompe P101
146	memorisation 2	M 5.1	BOOL	memorisation pompe P300A
147	memorisation 3	M 5.2	BOOL	memorisation pompe P300B
148	mémorisation grp_soulvm	M 9.5	BOOL	groupe soulèvement
149	mémorisation P200	M 9.1	BOOL	pompe P200
150	memorisation vireur	M 9.0	BOOL	vireur
151	N>90%	E 4.6	BOOL	vitesse de rotation superier a 90% vitesse nominale
152	N1<350tr/mn	E 4.7	BOOL	contact vitesse inferier a 350tr/mn
153	N1>350 tr/mn	E 28.5	BOOL	contact vitesse superieur a 350 tr/mn
154	NO TRIP	M 10.3	BOOL	no trip declenchement
155	part_vanne d'arret	M 3.2	BOOL	partie vanne d'arret
156	PDSH122	E 1.5	BOOL	pressostat differentiel sur filtre
157	PDSH320	E 2.2	BOOL	indicateur de colmatage sur filtre F300A
158	PDSH321	E 2.3	BOOL	indicateur de colmatage sur filtre F300B
159	programme comparateur an	FB 10	FB 10	programme comparateur an
160	PSH132	E 30.2	BOOL	pression echappement correcte
161	PSL131	E 29.1	BOOL	pressostat huile lubrification

Figure IV.4 Table des mnémoniques du projet

IV.2.4 Elaboration du programme S7 (Partie Software)

IV.2.4.1 Les blocs de code

Le dossier bloc, contient les blocs que l'on doit charger dans la CPU pour réaliser la tâche d'automatisation, il englobe :

- Les blocs de code (OB, FB, SFB, FC, SFC) qui contiennent les programmes
- Les blocs de données DB d'instance et DB globaux qui contiennent les paramètres du programme.

✚ Les blocs d'organisation (OB)

Les OB sont appelés par le système d'exploitation, on distingue plusieurs types :

- Ceux qui gèrent le traitement de programmes cycliques
- ceux qui sont déclenchés par un événement
- ceux qui gèrent le comportement à la mise en route de l'automate programmable
- et en fin, ceux qui traitent les erreurs. [19]

Le bloc OB1 est généré automatiquement lors de la création d'un projet. C'est le programme cyclique appelé par le système d'exploitation.

✚ Les blocs fonctionnels (FB), (SFB)

Le FB est un sous programme écrit par l'utilisateur et exécuté par des blocs de code. On lui associe un bloc de données d'instance relatif à sa mémoire et contenant ses paramètres. Les SFB système sont utilisés pour des fonctions spéciales intégrées dans la CPU. [20]

✚ Les fonctions (FC), (SFC)

La FC contient des routines pour les fonctions fréquemment utilisées. Elle est sans mémoire et sauvegarde ses variables temporaires dans la pile de données locales. Cependant, elle peut faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de ses données. [19]

Les SFC sont utilisées pour des fonctions spéciales, intégrées dans la CPU S7, elle est appelée à partir du programme.

✚ Les blocs de données (DB)

Ces blocs de données servent uniquement à stocker des informations et des données, mais pas d'instructions comme les blocs de code. Les données utilisateurs stockés seront utilisées ensuite par d'autres blocs.

IV.2.4.2 Création du programme du groupe turbo alternateur

Le programme réalisé contient les blocs représentés dans la figure IV.5 qui suit.

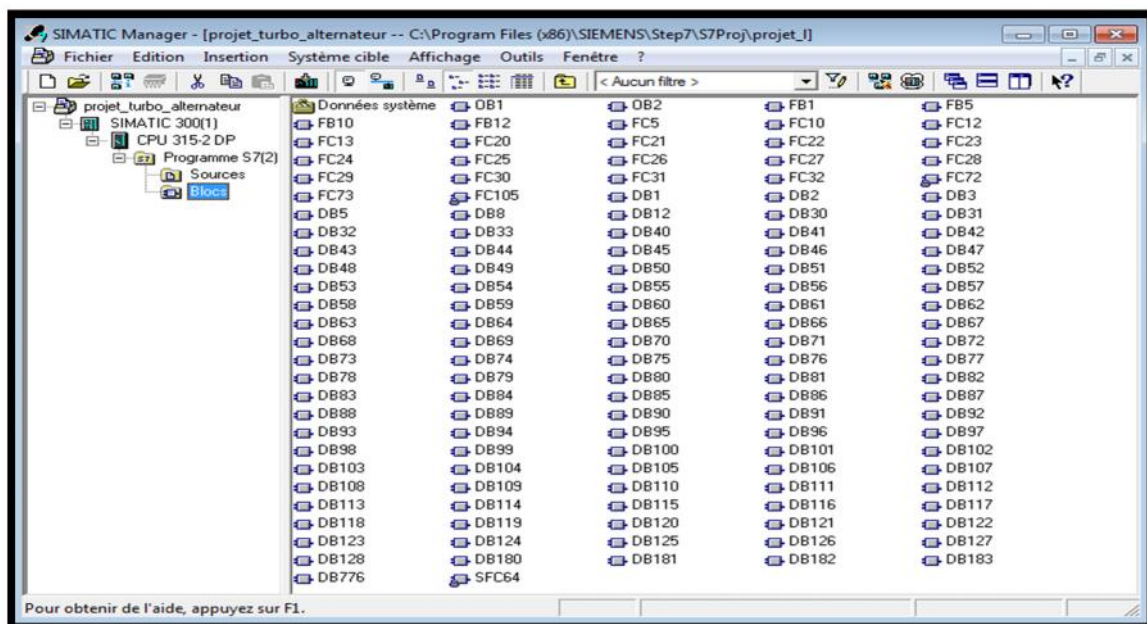


Figure IV.5 Blocs du projet.

Nous allons représenter les liaisons qui existent entre les blocs, cette architecture est donnée par la figure IV.6 suivante :

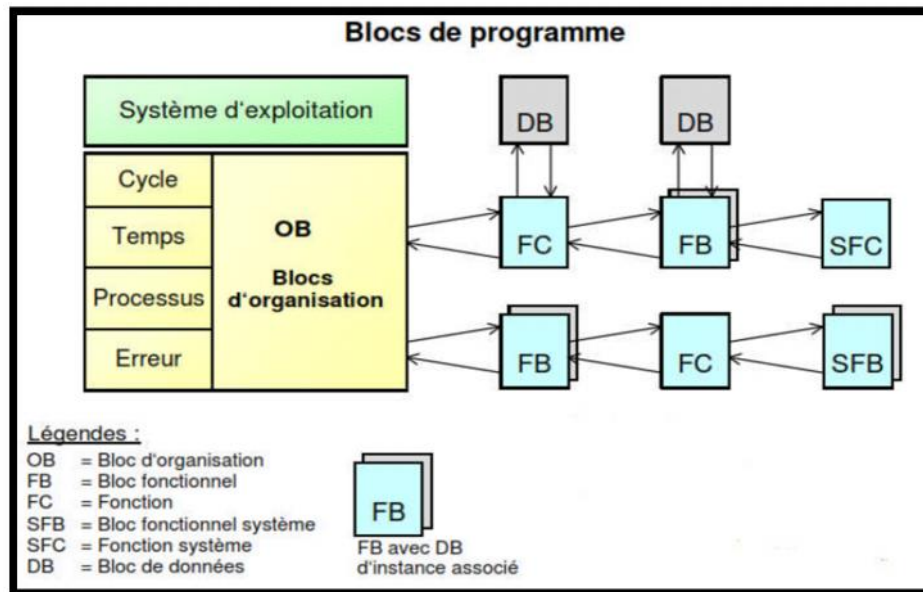


Figure IV.6 Architecture des blocs.

IV.2.4.2.1 Programmation des blocs

La programmation des blocs se fait du plus profond sous-bloc vers le bloc principal ; nous avons choisi le langage de programmation à contact (CONT), nous allons commencer par la programmation des blocs fonctionnels (FB5, FB10, FB12), et pour le bloc fonctionnel (FB1) on a choisi le langage graphique (GRAPH) .

➤ **FB10**

Ce bloc est programmé pour le traitement des entrées analogiques, c-à-dire comparer la mesure transmise par les différents transmetteurs avec des seuils définis, par la fonction SCALE existante dans la bibliothèque standard, voici un aperçu :

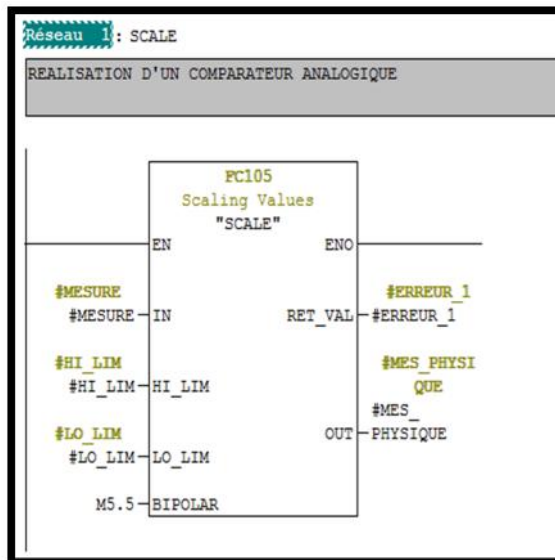


Figure IV.7 Comparateur analogique

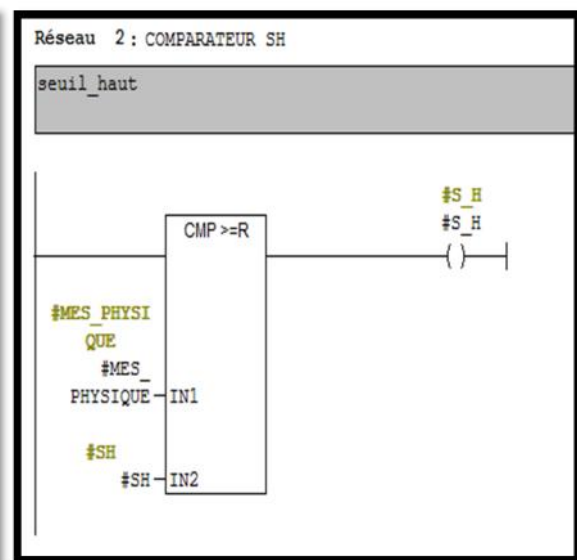


Figure IV.8 Comparateur seuil haut

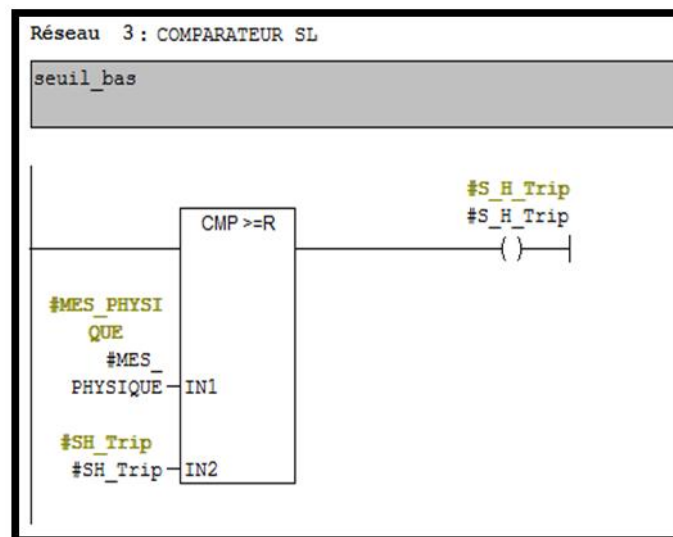


Figure IV.9 Comparateur seuil bas

➤ FB5

Le bloc fonctionnel FB5 est programmé pour la sélection en mode automatique ou en mode manuel pour les pompes.

- La sélection en mode automatique se fait par une commande pupitre auto
- La sélection en mode manuel se fait par une commande pupitre manuel.

Si la sélection était en mode automatique et un défaut est survenu, la sélection redevient Automatiquement en mode manuel, voici un aperçu :

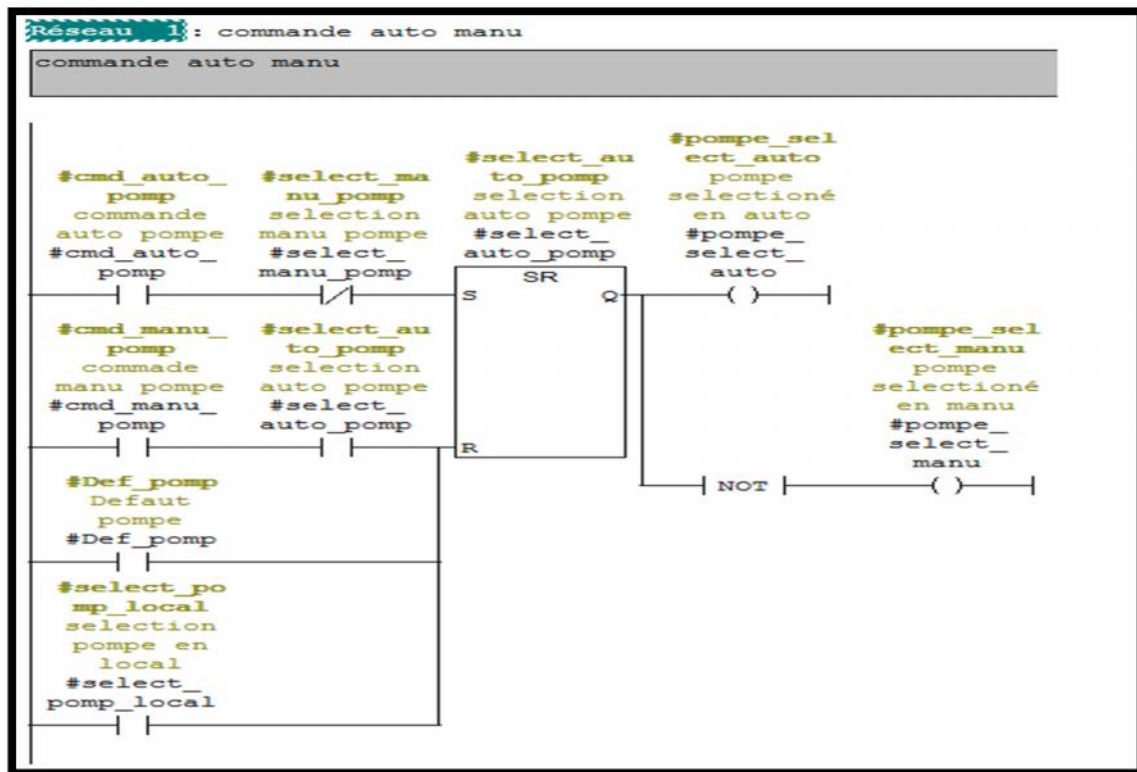


Figure IV.10 Bloc fonctionnel de commande auto/manu des pompes

➤ **FB12**

Le bloc fonctionnel FB12 est programmé pour le traitement des défauts, on effectue une réponse au front du signal de défaut, car si le défaut persistait, la mémoire serait immédiatement remise à 1 après l’acquiescement.

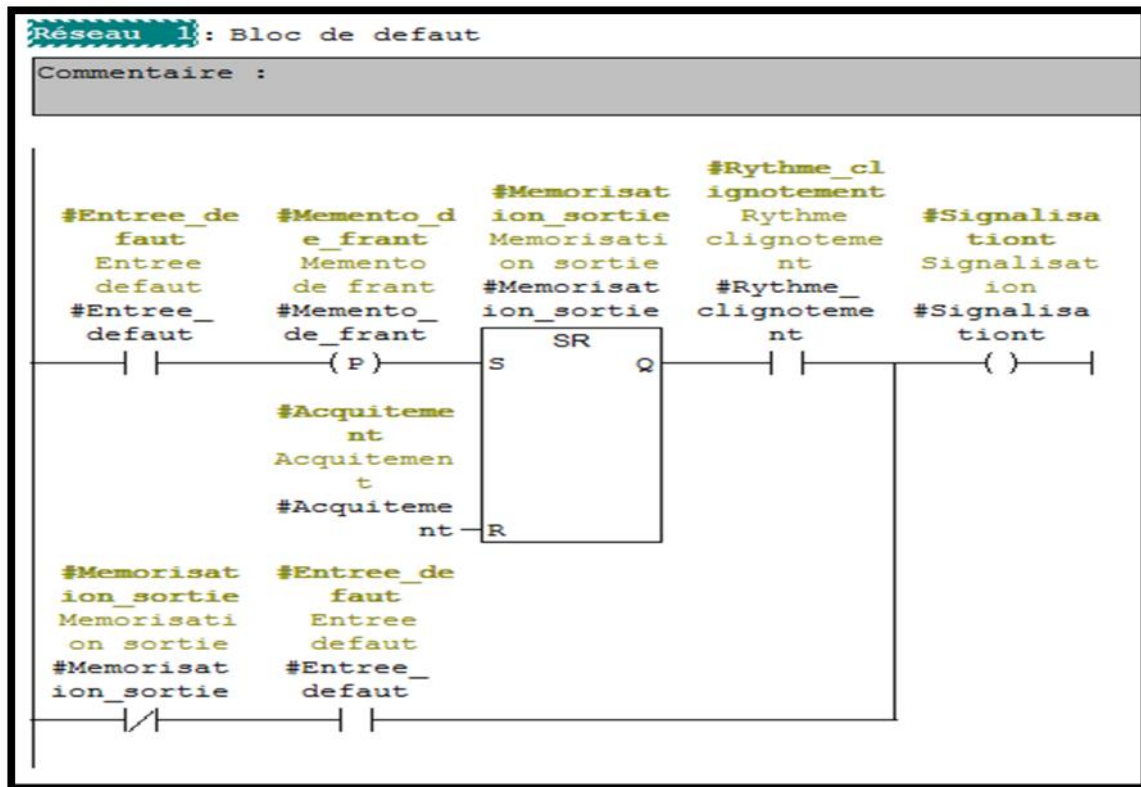


Figure IV.11 Bloc fonctionnel de traitement des défauts

➤ **FB1**

Le bloc fonctionnel FB1 est programmé pour la gestion des séquences démarrages de la turbine, le langage de programmation choisi est graphique (GRAPH), il contient plusieurs étapes, il peut faire appel au différent blocs, les graficets de programmation sont déduits à partir du logigramme explicité dans le chapitre II.

➤ **FC10**

FC10 est une fonction qui fait appel à des blocs fonctionnels FB10 pour le traitement des valeurs analogiques, voici un aperçu :

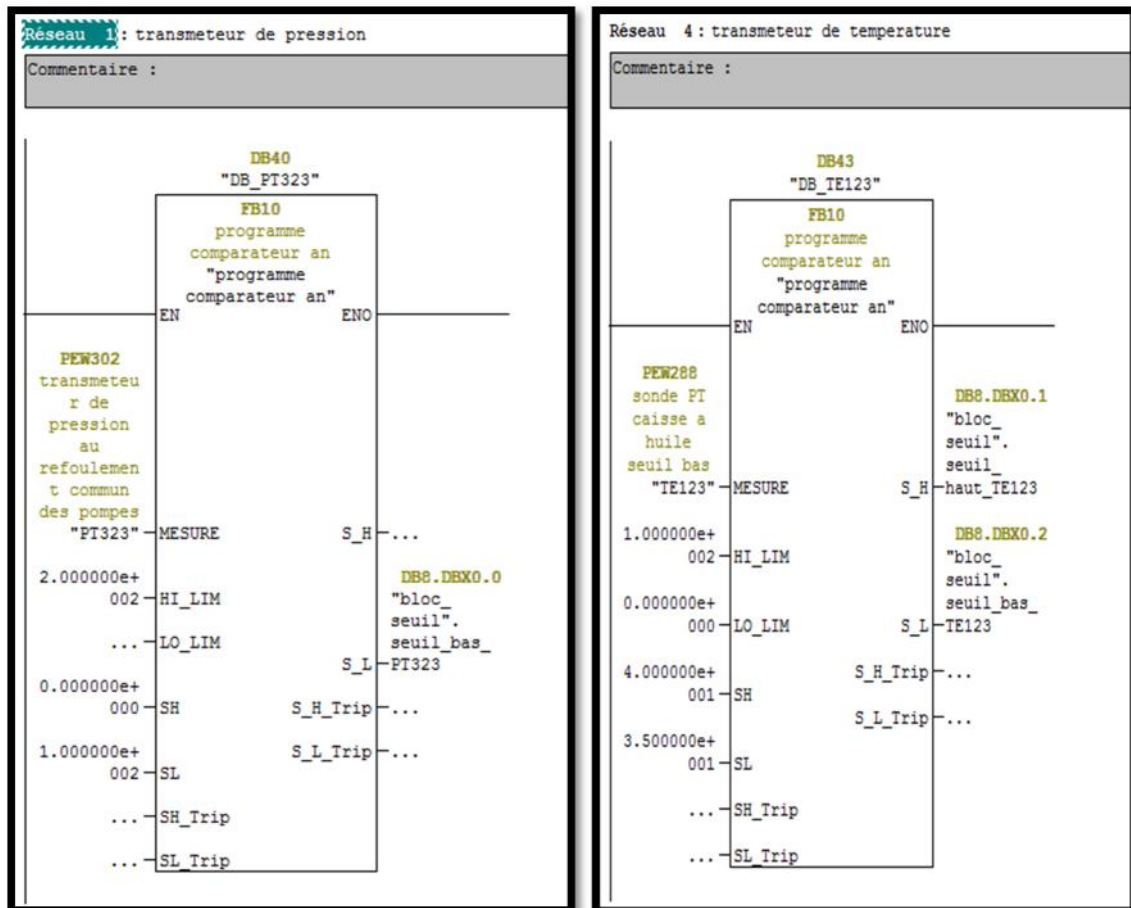


Figure IV.12 Fonctions de traitements des valeurs analogiques

➤ FC5

FC5 est une fonction qui fait appel à des blocs FB5 pour la gestion auto manu, cependant en fait appel aux blocs de données globaux :

- DB1 pour les entrées (commandes)
- DB5 pour les sorties (état auto/manu)

Voici un aperçu des blocs contenu dans FC5 :

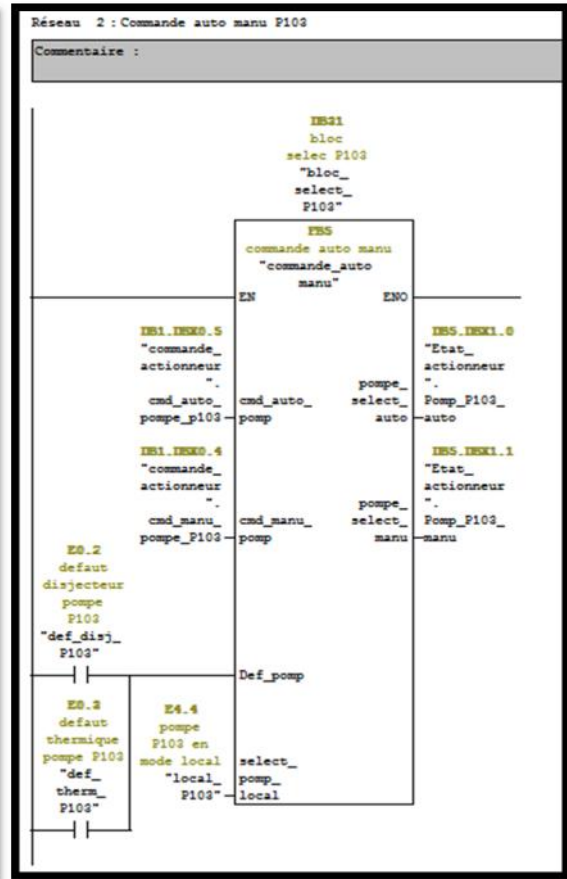
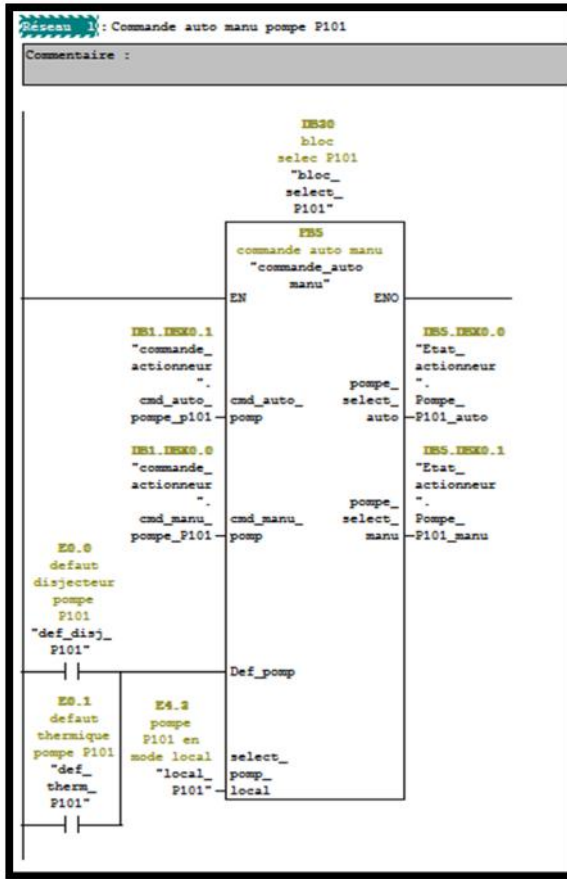


Figure IV.13 Gestion auto/manu pompe 101 Figure IV.14 Gestion auto/manu pompe 103

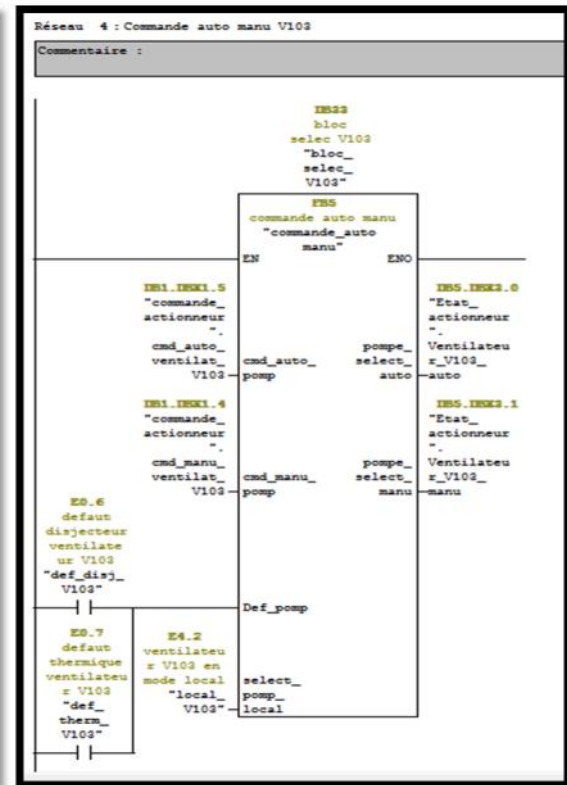
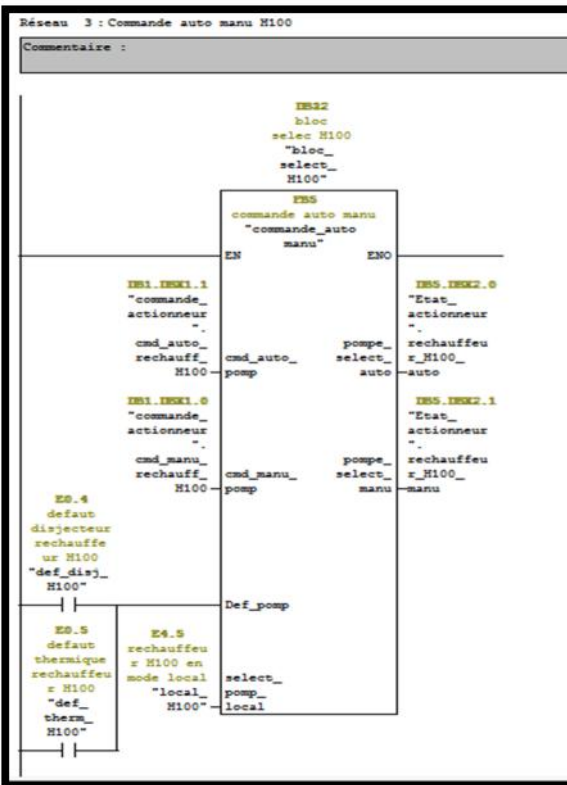
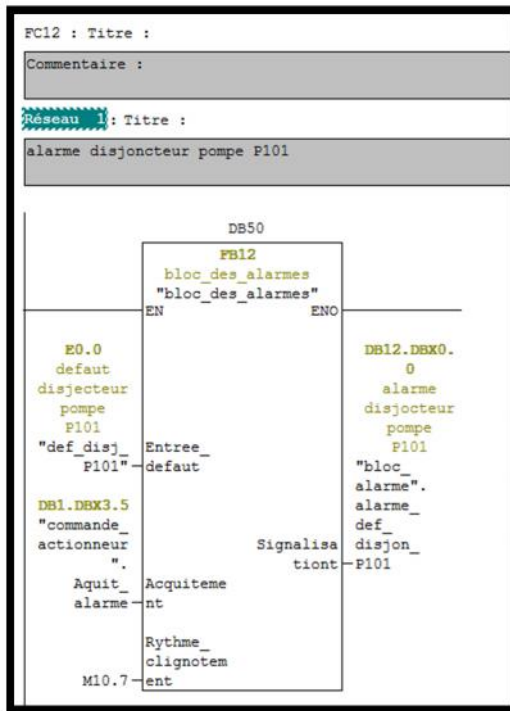


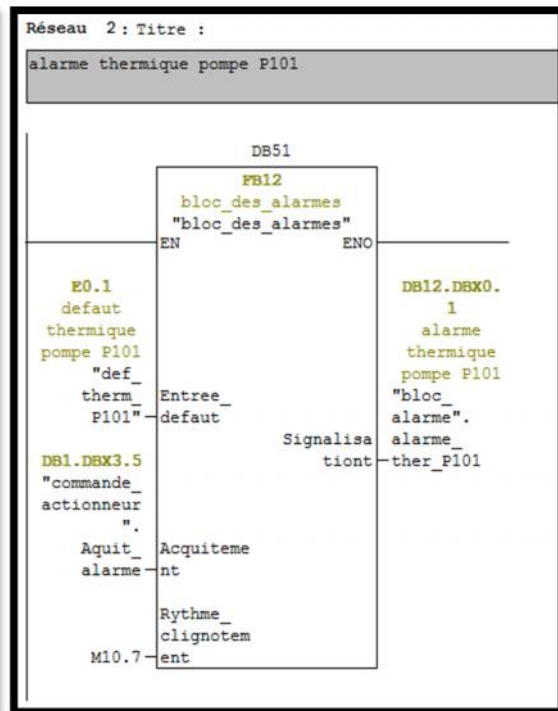
Figure IV.15 Gestion auto/manu réchauffeur Figure IV.16 Gestion auto/manu ventilateur

➤ **FC12**

La fonction FC12 contient 33 blocs fonctionnels FB12 pour le traitement des défauts. La création de ce bloc nous a permis de gérer l'apparition des différentes alarmes. En associant l'entrée d'un défaut apparaissant, à la sortie alarme représentant ce défaut au rythme clignotement du memento de cadence M10.7, pour cela en fait appel au bloc de donnée DB12 et la table de mnémonique.



(17)



(18)

Figure IV.17 Bloc d'alarme disjoncteur pompe 101

Figure IV.18 Bloc d'alarme thermique pompe 101

➤ **FC13**

FC13 contient des réseaux pour la sélection (principale, secoure) pour les deux pompes (P300A, P300B), avant la sélection (principale, secoure) il faut que les deux pompes soient déjà sélectionnées en mode automatique, voici un aperçu :

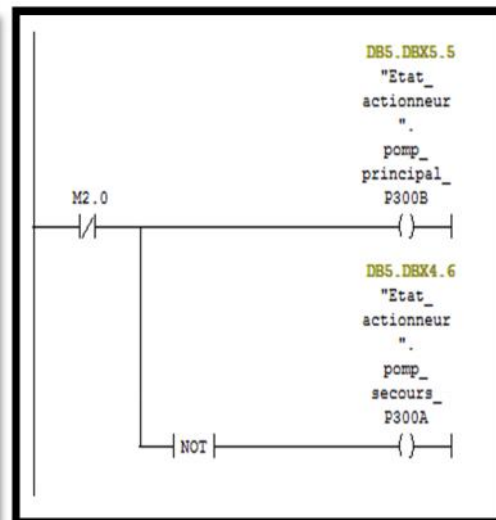
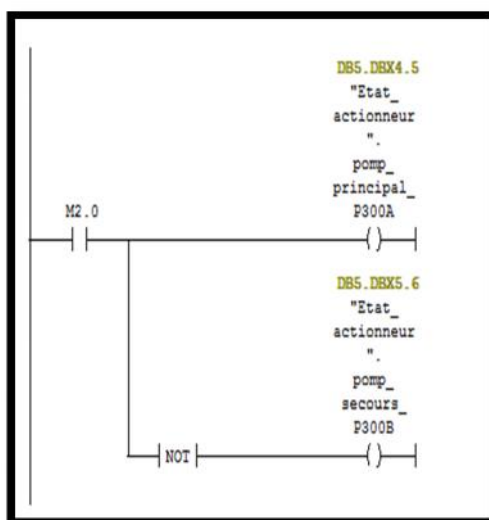
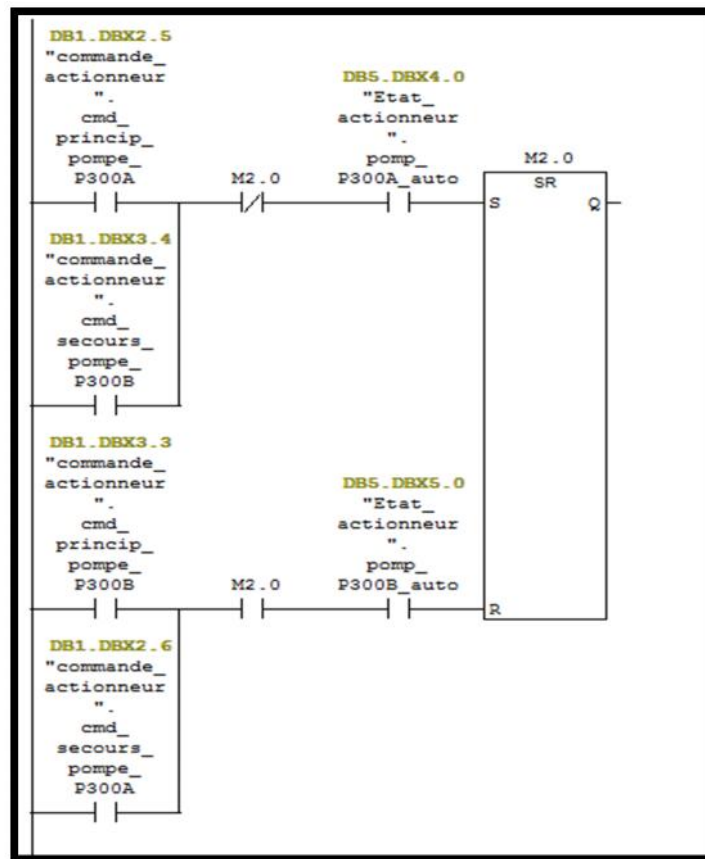


Figure IV.19 Bloc sélection principale/secours pour les deux pompes P300A, P300B

IV.3 Réalisation de la supervision de la centrale

IV.3.1 Introduction de la supervision

Lorsque la complexité des processus augmente et que les machines et l'installation doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette transparence s'obtient au moyen de l'Interface Homme-Machine (IHM). Un système IHM constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et le processus (machine/installation). Le contrôle proprement dit du processus est assuré par le système d'automatisation.

Une fois le pupitre mis sous réseau, il permet :

- De visualiser l'état des actionneurs (Pompes, ventilateur) et des capteurs (pression, température, niveau)
- d'afficher les alarmes
- d'agir sur les moteurs

IV.3.2 Outils de supervision

Un système de supervision et de contrôle est constitué d'une partie matérielle (centrale de mesure, bus de terrain...) et d'une partie logicielle (traitement et affichage des données).

La partie matérielle permet de relever les paramètres et d'interagir physiquement avec l'installation, alors que le logiciel est le cerveau du système.

IV.3.3 Etapes de mise en œuvre

Pour créer une interface Homme Machine, il faut avoir au préalable des connaissances sur les éléments de l'installation ainsi que le logiciel de programmation de l'automate utilisé. Dans notre travail, nous avons créé l'interface pour la supervision à l'aide du logiciel WinCC Flexible qui est le mieux adapté pour le matériel de la gamme SIEMENS.

IV.3.3.1 Etablir une liaison directe

La première étape à effectuer est de créer une liaison directe entre WinCC et l'automate, ceci dans le but que WinCC puisse aller lire les données qui se trouvent dans la mémoire de l'automate. Après avoir créé notre projet WinCC, nous avons établi une nouvelle liaison nommée « liaison_2 » à partir de l'onglet « liaison », puis entré les différents paramètres adéquats :

- Interface : MPI/DP : notre automate est relié par un MPI-DP

- Adresse : permet de spécifier l'adresse de la station, dans notre cas l'adresse MPI est « 2 ».

L'éditeur "Liaisons" affiche la connexion à l'automate configurée, comme la montre la Figure IV.20

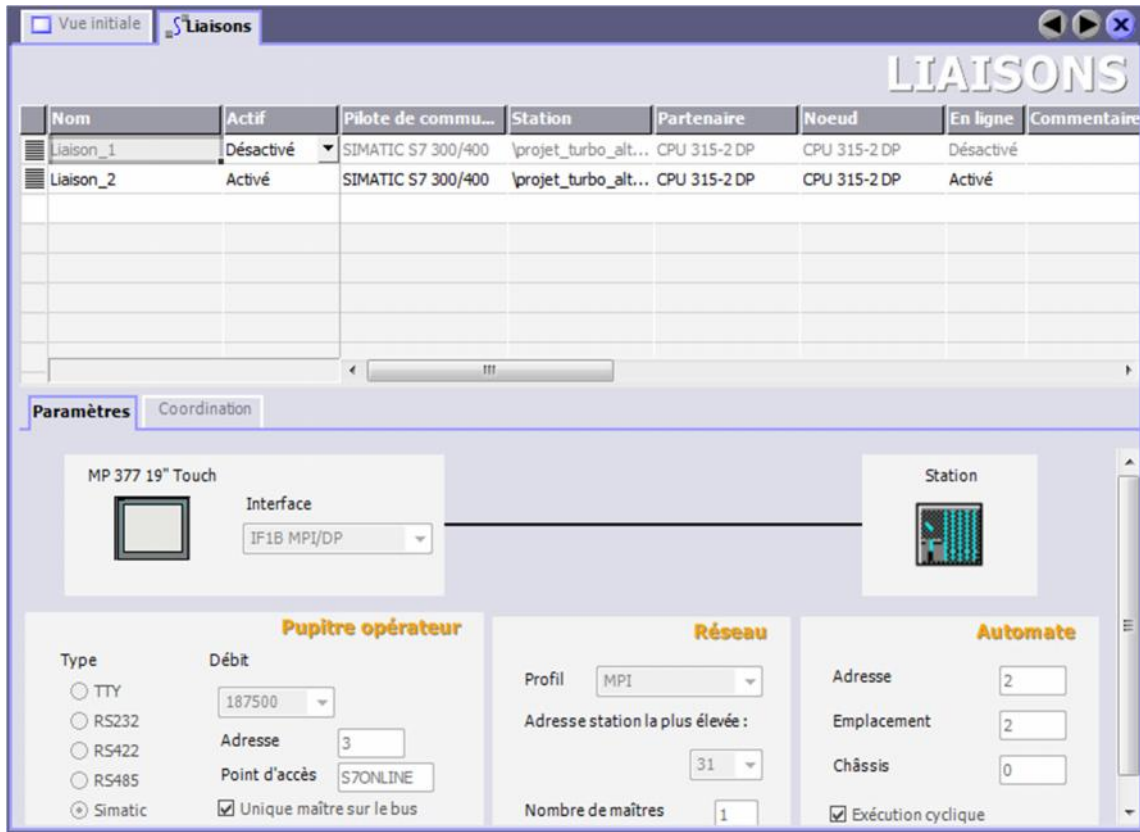


Figure IV.20 Création d'une liaison

IV.3.3.2 Création de la table des variables

Maintenant, la liaison entre notre projet WinCC et l'automate est établie. Il nous est possible d'accéder à toutes les zones mémoire de l'automate.

- Mémoire entrée/sortie
- Mémentos
- Bloc de données

Les variables permettent de communiquer, échanger des données entre les composants d'un processus automatisé, entre un pupitre opérateur et un automate.

Une variable est l'image d'une cellule mémoire définie de l'automate. L'accès en lecture et en écriture à cette cellule mémoire est possible aussi bien à partir du pupitre opérateur que de l'automate.

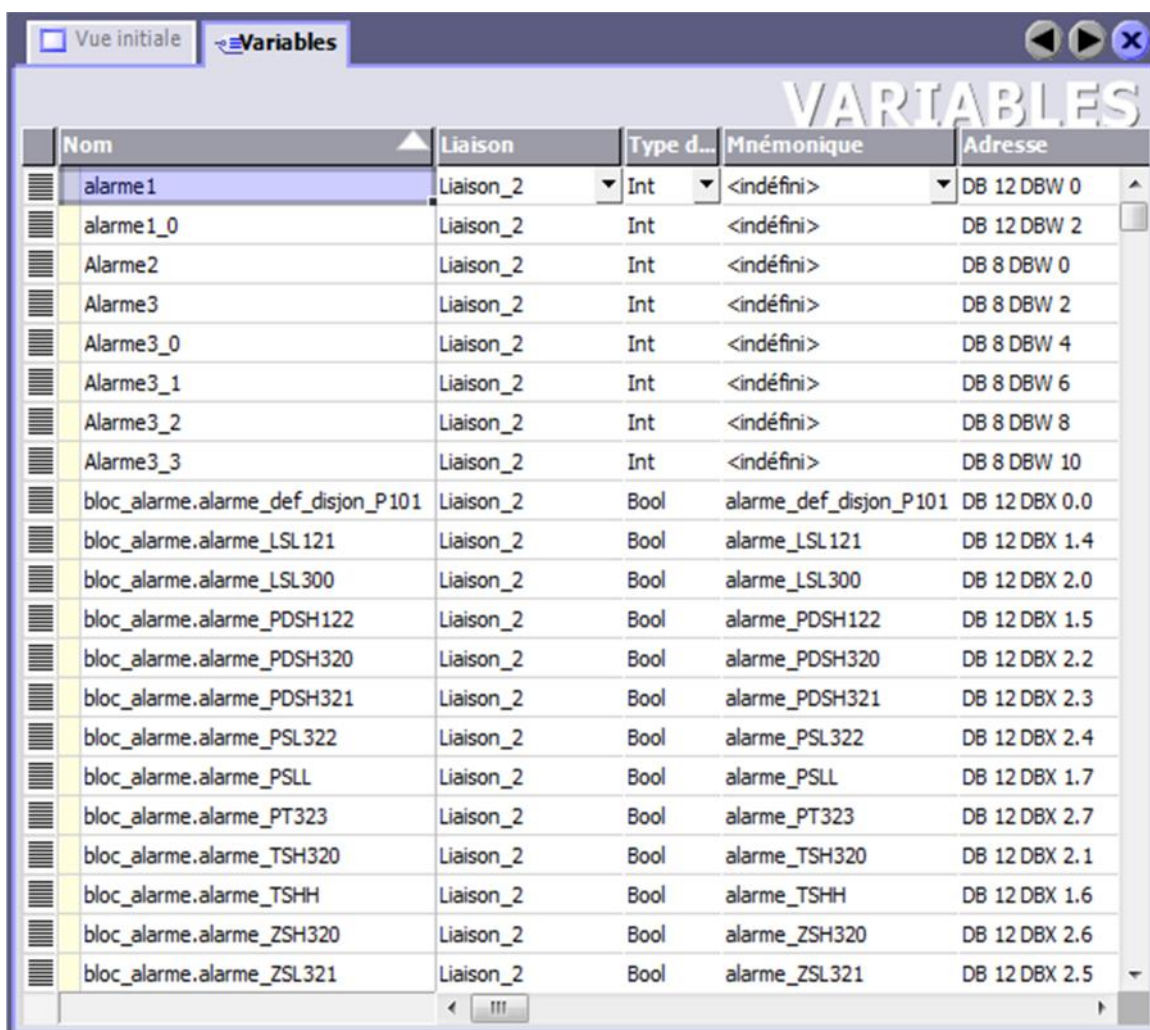
La correspondance entre les données du projet Step7 et les données du projet WinCC est créée automatiquement dès l'appel de la variable par le projet WinCC.

On trouve cette correspondance des données dans l'onglet « Variable », chaque ligne correspond à une variable de WinCC. Elle est spécifiée par :

- Son nom
- La liaison vers l'automate
- Son type
- Le taux de rafraîchissement.

Le taux de rafraîchissement est le temps que doit mettre WinCC entre deux lectures dans la mémoire de l'automate.

L'éditeur "Variables" affiche toutes les variables du projet. Il est représenté dans la figure IV.21 suivante :



Nom	Liaison	Type d...	Mnémonique	Adresse
alarme1	Liaison_2	Int	<indéfini>	DB 12 DBW 0
alarme1_0	Liaison_2	Int	<indéfini>	DB 12 DBW 2
Alarme2	Liaison_2	Int	<indéfini>	DB 8 DBW 0
Alarme3	Liaison_2	Int	<indéfini>	DB 8 DBW 2
Alarme3_0	Liaison_2	Int	<indéfini>	DB 8 DBW 4
Alarme3_1	Liaison_2	Int	<indéfini>	DB 8 DBW 6
Alarme3_2	Liaison_2	Int	<indéfini>	DB 8 DBW 8
Alarme3_3	Liaison_2	Int	<indéfini>	DB 8 DBW 10
bloc_alarme.alarme_def_disjon_P101	Liaison_2	Bool	alarme_def_disjon_P101	DB 12 DBX 0.0
bloc_alarme.alarme_LSL121	Liaison_2	Bool	alarme_LSL121	DB 12 DBX 1.4
bloc_alarme.alarme_LSL300	Liaison_2	Bool	alarme_LSL300	DB 12 DBX 2.0
bloc_alarme.alarme_PDSH122	Liaison_2	Bool	alarme_PDSH122	DB 12 DBX 1.5
bloc_alarme.alarme_PDSH320	Liaison_2	Bool	alarme_PDSH320	DB 12 DBX 2.2
bloc_alarme.alarme_PDSH321	Liaison_2	Bool	alarme_PDSH321	DB 12 DBX 2.3
bloc_alarme.alarme_PSL322	Liaison_2	Bool	alarme_PSL322	DB 12 DBX 2.4
bloc_alarme.alarme_PSL1	Liaison_2	Bool	alarme_PSL1	DB 12 DBX 1.7
bloc_alarme.alarme_PT323	Liaison_2	Bool	alarme_PT323	DB 12 DBX 2.7
bloc_alarme.alarme_TSH320	Liaison_2	Bool	alarme_TSH320	DB 12 DBX 2.1
bloc_alarme.alarme_TSHH	Liaison_2	Bool	alarme_TSHH	DB 12 DBX 1.6
bloc_alarme.alarme_ZSH320	Liaison_2	Bool	alarme_ZSH320	DB 12 DBX 2.6
bloc_alarme.alarme_ZSL321	Liaison_2	Bool	alarme_ZSL321	DB 12 DBX 2.5

Figure IV.21 Table des variables.

IV.3.3.3 Création de vues

Dans WinCC flexible, on crée des vues pour le contrôle-commande des machines et d'installations. Lors de la création des vues, on dispose d'objets prédéfinis permettant d'afficher des procédures et de définir des valeurs du process.

Planifier la création de vues

Les principales étapes ci-dessous sont nécessaires à la création de vues :

- Planifier la structure de la représentation du process : Combien de vues sont nécessaires, dans quelle hiérarchie
- Planifier la navigation entre les diverses vues
- Adapter le modèle
- Créer les vues

Constitution d'une vue

Une vue peut être composée d'éléments statiques et d'éléments dynamiques.

- Les éléments statiques, tels que du texte
- Les éléments dynamiques varient en fonction de la procédure. Ils visualisent les valeurs de process actuelles à partir de la mémoire de l'automate ou du pupitre

Les objets sont des éléments graphiques qui permettent de configurer la présentation des vues de process du projet.

La fenêtre des outils contient les différents types d'objets fréquemment utilisés dans les vues de process. On trouve parmi les objets simples des objets graphiques simples tels qu'un champ de texte et des éléments de commande simples, tels qu'un champ d'E/S représenté dans la figure IV.22

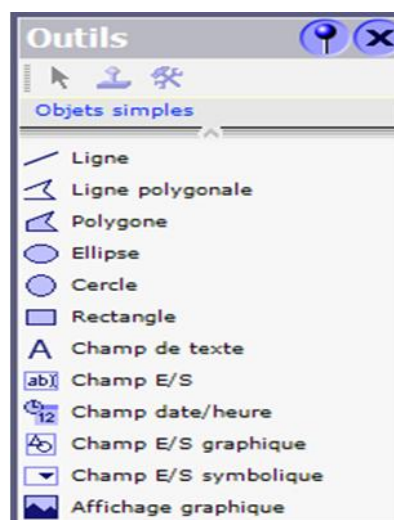


Figure IV.22 Boite à outils « objets simples »

✚ Vues du process

Les process partiels peuvent être représentés dans des vues séparées, puis regroupés en une vue principale (initiale). La figure IV.23 suivante montre les vues créées pour la commande et le contrôle du process.

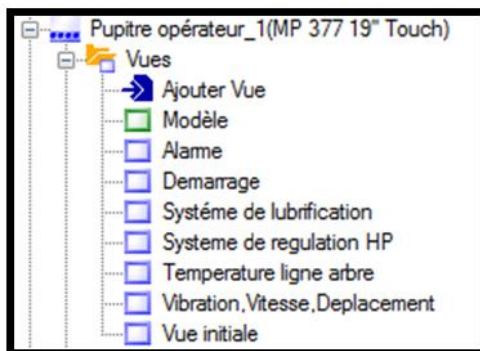


Figure IV.23 Vues du process

➤ Vue initiale

Les process partiels peuvent être représentés dans des vues séparées, puis regroupés en une vue principale (vue initiale). La figure IV.24 qui suit représente une vue initiale qui permet d'y accéder à six vues partielles (vue sur le démarrage turbine, vues du système de l'huile de lubrification, vue du système de régulation huile HP, vue sur la surveillance des températures de la ligne d'arbre, vue sur la surveillance des vibrations vitesse et déplacement turbine, et la vue des alarmes).

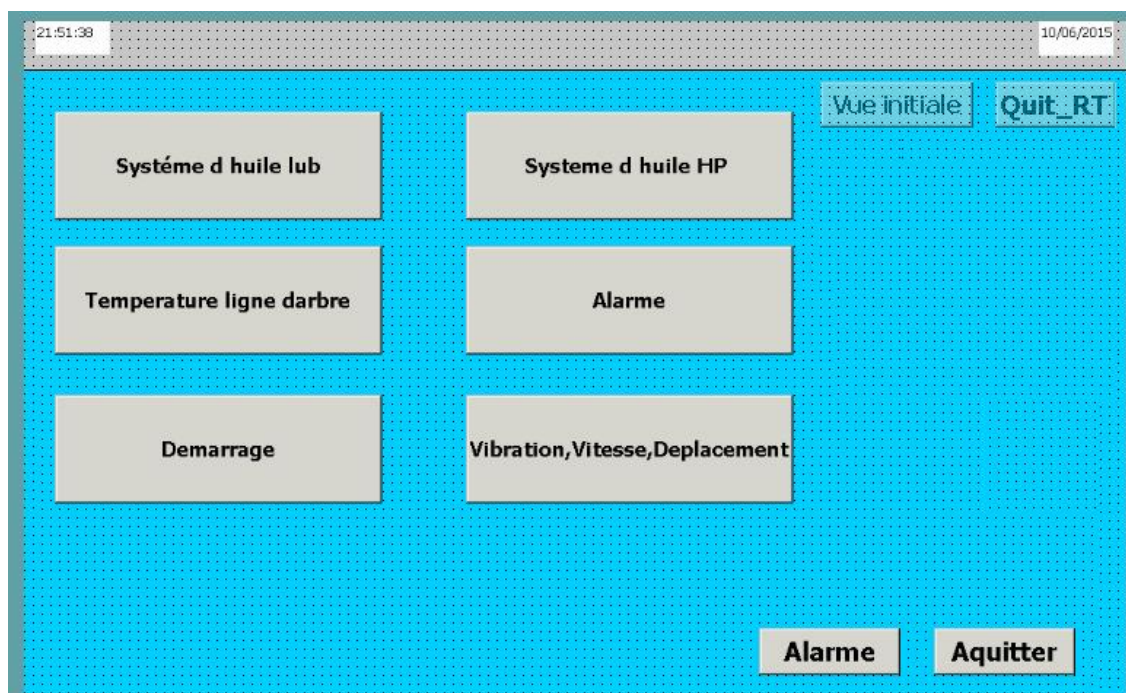


Figure IV.24 Vue initiale

➤ Vue sur démarrage

Cette vue permet :

- la mise en marche ou a l'arrêt de la turbine avec les boutons « marche » et « arrêt »
- la commande des pompes P200 et V200 avec leurs sélections en « auto » « manu »
- de visualiser en utilisant un champ E/S :
 - ✓ Les seuils de pression au niveau de la vapeur d'admission et d'échappement en utilisant un champ E/S
 - ✓ Les seuils de température de l'air de au niveau de l'admission et d'échappement.

La figure IV.25 montre un exemple la configuration du champ E/S pour l'affichage de la pression d'échappement.

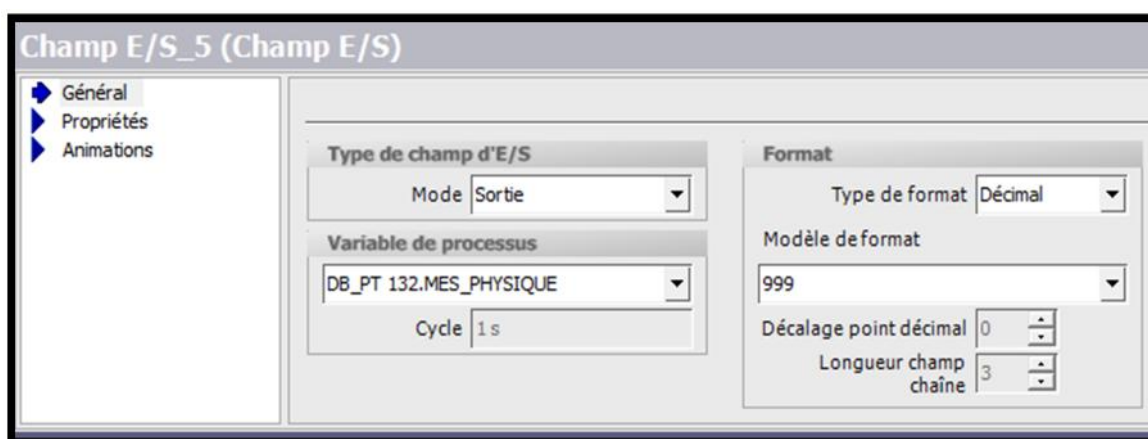


Figure IV.25 Configuration du champ E/S

- ✓ de visualiser l'état des soupapes d'admission, ouverte (couleur verte), fermée (couleur jaune)

La figure IV.26 montre la configuration de l'animation pour les soupapes.

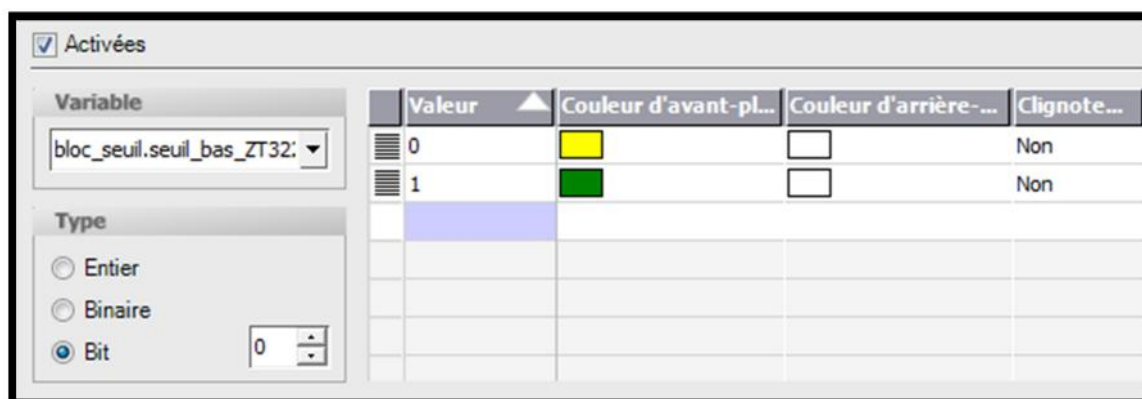


Figure IV.26 Configuration de l'animation des soupapes.

La figure IV.27 suivante représente la vue de démarrage

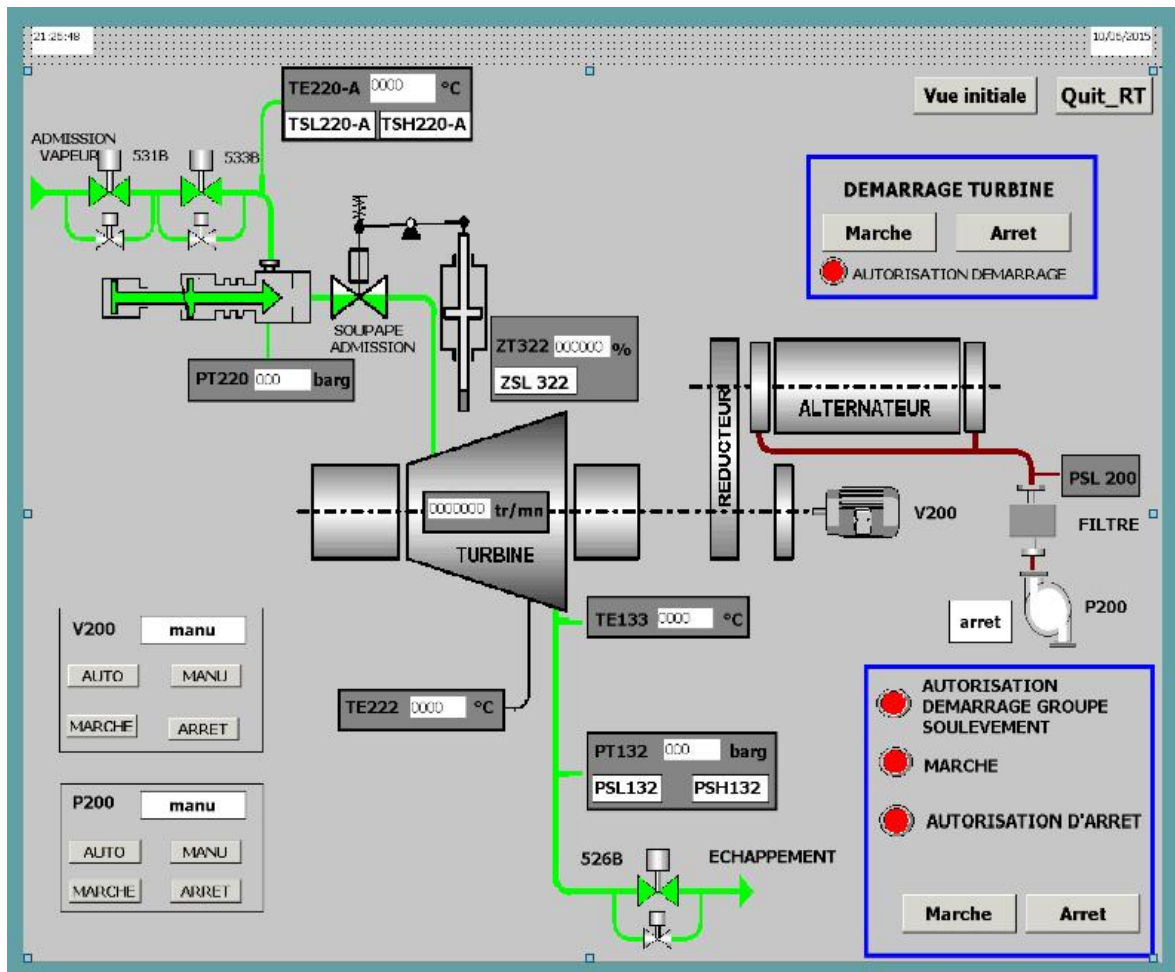


Figure IV.27 Vue démarrage

➤ Vue du système d'huile lubrification

La création de cette vue permet à l'opérateur de :

- Commander et contrôler tous les éléments du circuit
- Mettre en marche les pompes si celles-ci sont mises au mode manuel
- Visualiser la mesure transmise par les transmetteurs différentiels de pression implantés aux bornes des filtres (filtre à huile)
- Visualiser le niveau du réservoir d'huile (LSL)
- Visualiser la mesure de la température transmise par la sonde PT

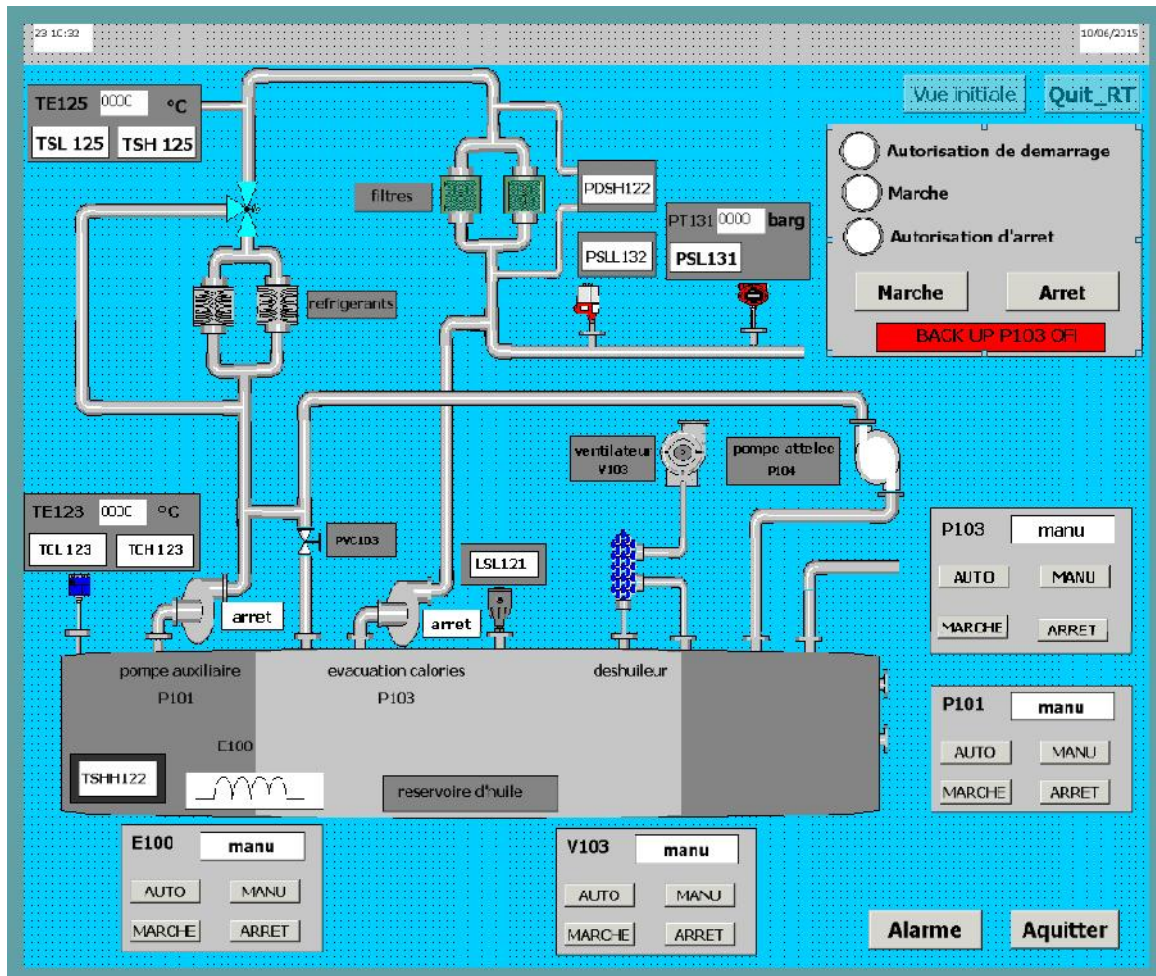


Figure IV.28 Vue du système d'huile de lubrification

➤ Vue du système d'huile HP

La figure IV.29 représente une vue du système d'huile de régulation HP qui permet de :

- Commander les pompes à huile HP P300A /P300B
- Commander le vérin de la vanne d'arrêt
- Commander le servo-vérin des soupapes admission
- Visualiser le niveau caisse à huile LSL300
- Visualiser la mesure transmise par le transmetteur de pression PT323

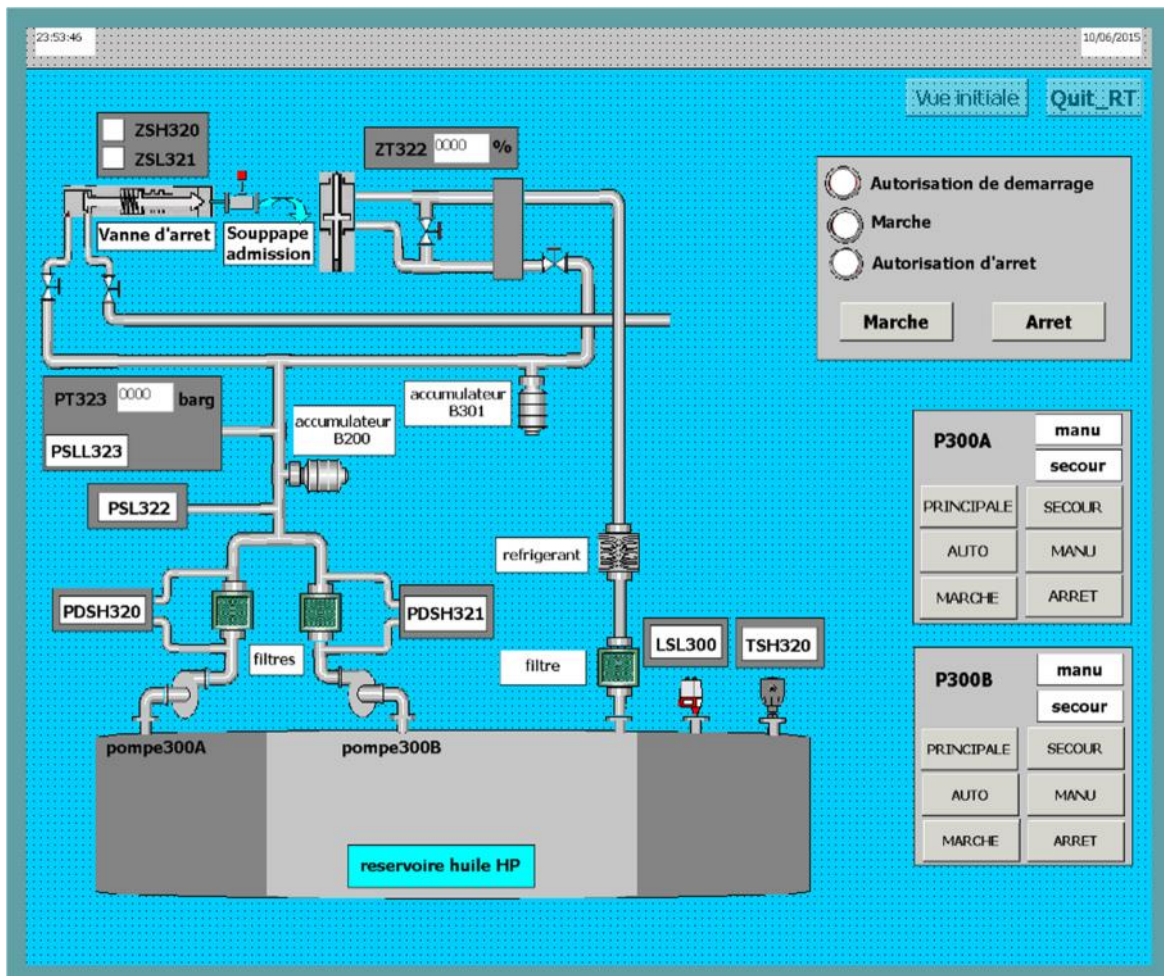


Figure IV.29 Vue du système d'huile HP

➤ **Vue sur les températures ligne d'arbre**

La figure IV.30 nous permet de Surveiller les températures des :

- Butée
- Palier coté (COA, CA)
- Enroulement
- Air froid
- Air chaud

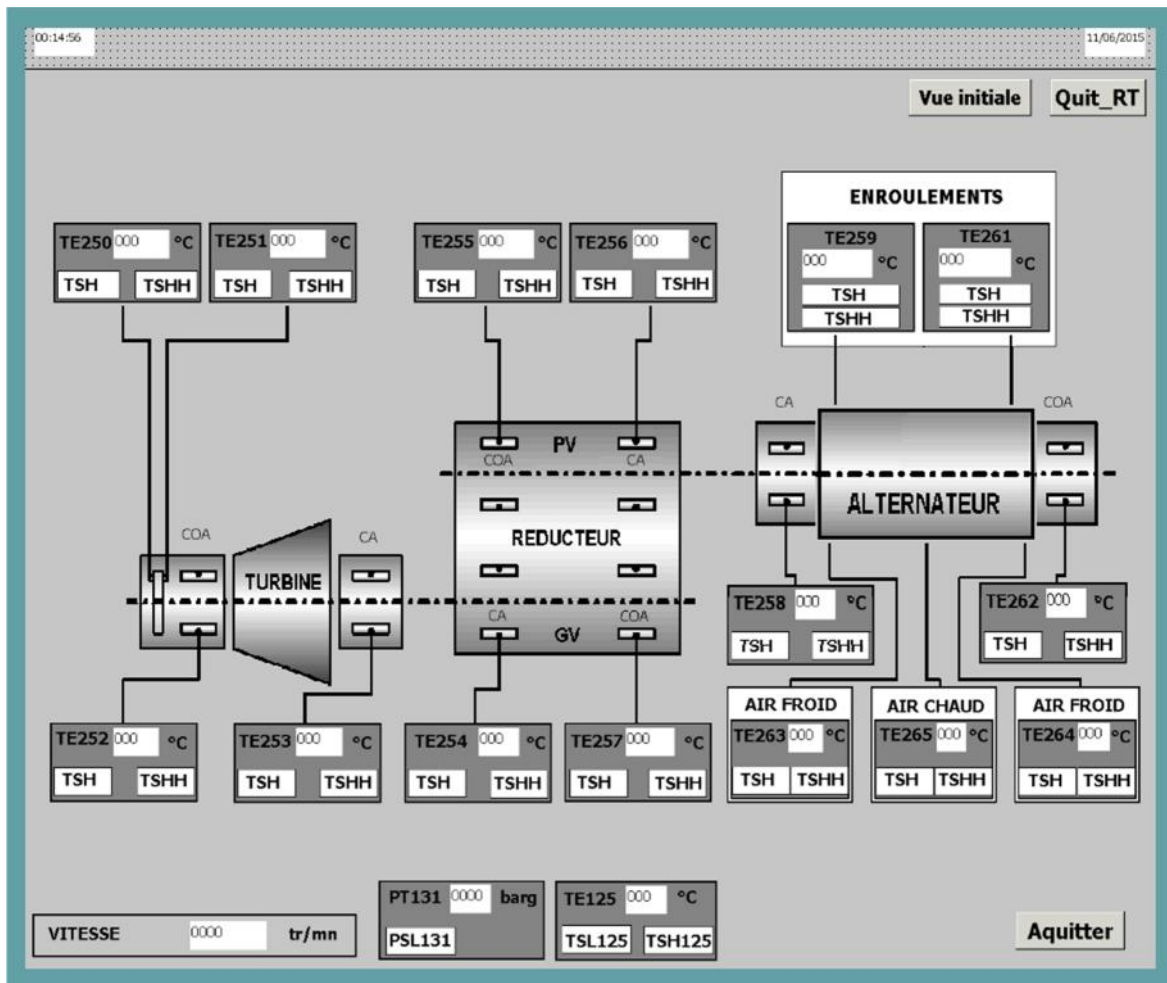


Figure IV.30 Températures ligne d'arbre

➤ **Vue sur vibration, vitesse, déplacement**

Cette vue a pour but de :

- Surveiller les seuils de vibration des paliers (C.O.A et C.A), turbine réducteur et alternateur
- Visualiser le déplacement axial de la turbine C.O.A
- Surveiller la vitesse et signaler la survitesse

La figure IV.31 nous montre la manière dont on a procédé a cette supervision

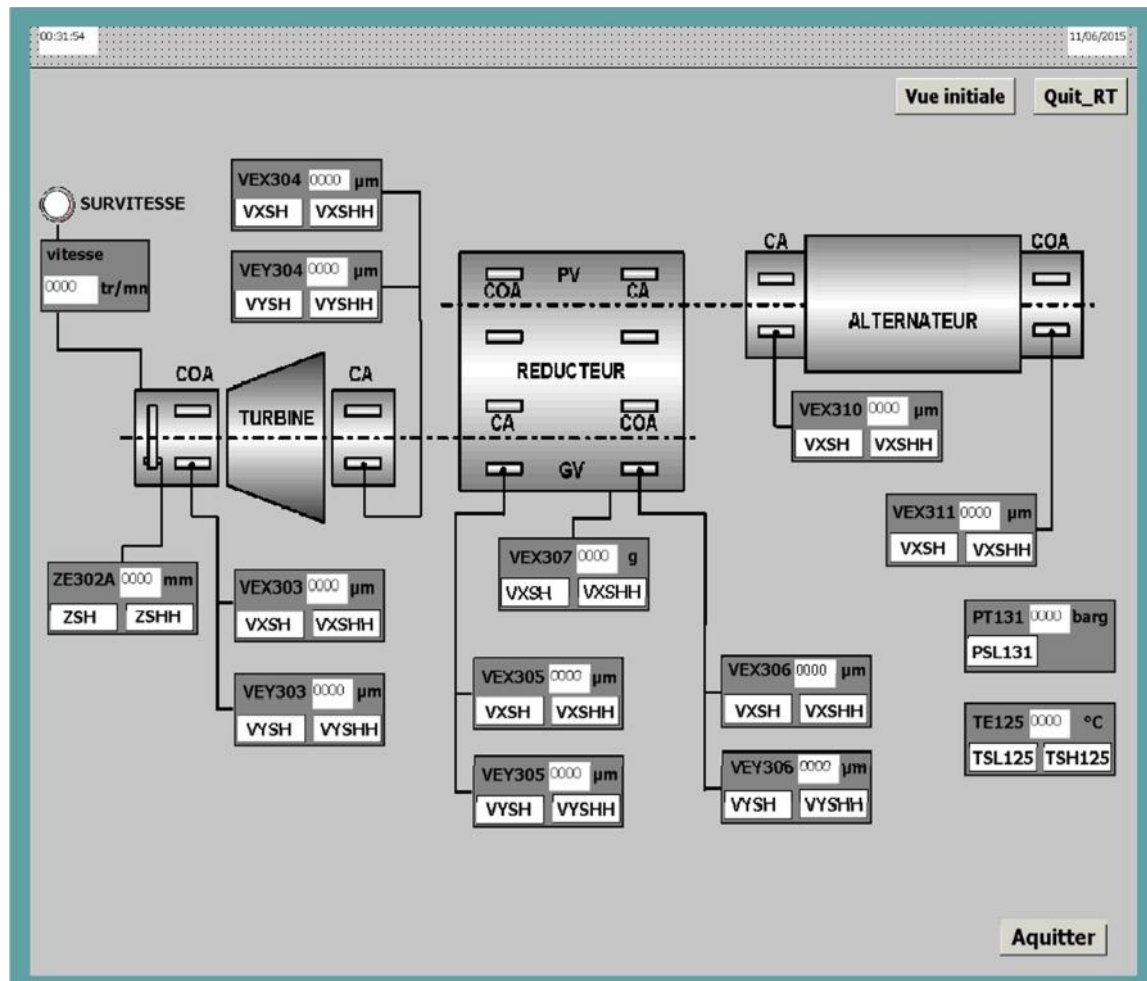


Figure IV.31 Vue de vibration, vitesse, déplacement

➤ Vue des alarmes

Le pupitre opérateur déclenche une alarme lorsqu'un bit est mis à 1 dans l'automate. Pour cela, nous avons configuré des alarmes TOR dans WinCC flexible. Ce dernier comporte les tableurs suivants pour la configuration des alarmes :

- « Alarmes TOR » permet de créer et de modifier des alarmes TOR
- « Classes d'alarmes » permet de créer et de modifier des classes d'alarmes

Les classes d'alarmes déterminent en substance l'aspect des alarmes s'affichant sur le pupitre opérateur et leur comportement d'acquiescement.

Il est possible de rendre obligatoire l'acquiescement des alarmes TOR signalant des états critiques ou dangereux, afin de garantir que la personne qui commande l'installation en a bien pris connaissance.

L'opérateur dispose des moyens suivants pour acquiescer des alarmes :

- ✓ Acquiescement dans la fenêtre d'alarmes
- ✓ Acquiescement dans la vue des alarmes
- ✓ Acquiescement via le bouton « Acquiescer » dans les vues.

La classe d'alarme choisie est la classe "Erreur", les alarmes de cette classe doivent être acquittées, la figure IV.32 montre le paramétrage de la classe des alarmes et leurs animations qui sont comme suit :

- ✓ Lorsque la condition de déclenchement d'une alarme est vraie, l'alarme est à l'état clignotant (couleur rouge et blanc)
- ✓ Lorsque l'opérateur a acquitté l'alarme, elle est à l'état "Apparaissant/Acquittée" (couleur verte).

CLASSES D'ALARMES								
Nom	Nom d'affichage	Acquittement	Archive	Adresse e-mail	Couleur A	Couleur AD	Couleur AQ	Couleur A...
Avertissements		Désactivé	<aucune arch...>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Erreurs	Désactivé	Si "activé"	Archive_alarms_1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Evénements de diagnostic	S7	Désactivé	<aucune archive>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Système	\$	Désactivé	<aucune archive>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figure IV.32 Paramétrage de la classe des alarmes

L'éditeur "Alarmes TOR" a été utilisé et affiché les variables utilisées comme la montre la figure IV.33 suivante :

ALARMES TOR					
Texte	Num...	Classe	Variabl...	Adresse de dé...	Numéro de bit
alarme default disjoncteur pompe P300A	1	Erreurs	alar...	DB 12 DBX 1.0	0
alarme default thermique pompe P300A	2	Erreurs	alarme 1	DB 12 DBX 1.1	1
alarme default disjoncteur pompe P300B	3	Erreurs	alarme 1	DB 12 DBX 1.2	2
alarme default thermique pompe P300B	4	Erreurs	alarme 1	DB 12 DBX 1.3	3
alarme niveau bas caisse a huile lubrification	5	Erreurs	alarme 1	DB 12 DBX 1.4	4
alarme pressostat différentiel sur fitre	6	Erreurs	alarme 1	DB 12 DBX 1.5	5
alarme thermostat securite rechauffeur	7	Erreurs	alarme 1	DB 12 DBX 1.6	6
alarme default colcteur d'alimentation pompe de lubrification	8	Erreurs	alarme 1	DB 12 DBX 1.7	7
alarme default disjoncteur pompe P101	9	Erreurs	alarme 1	DB 12 DBX 0.0	8
alarme default thermique pompe P101	10	Erreurs	alarme 1	DB 12 DBX 0.1	9
alarme default disjoncteur pompe P103	11	Erreurs	alarme 1	DB 12 DBX 0.2	10
alarme default thermique pompe P103	12	Erreurs	alarme 1	DB 12 DBX 0.3	11
alarme default disjoncteur rechauffeur H100	13	Erreurs	alarme 1	DB 12 DBX 0.4	12
alarme default thermique rechauffeur H100	14	Erreurs	alarme 1	DB 12 DBX 0.5	13
alarme default disjoncteur ventilateur V103	15	Erreurs	alarme 1	DB 12 DBX 0.6	14
alarme default thermique ventilateur V103	16	Erreurs	alarme 1	DB 12 DBX 0.7	15
alarme sonde PT caisse a huile seuil bas	17	Erreurs	alarme1_0	DB 12 DBX 3.0	0
alarme sonde PT caisse a huile seuil haut	18	Erreurs	alarme1_0	DB 12 DBX 3.1	1
sonde PT refrigerant seuil haut	19	Erreurs	alarme1_0	DB 12 DBX 3.2	2
sonde PT refrigerant seuil bas	20	Erreurs	alarme1_0	DB 12 DBX 3.3	3
transmetteur de pression seuil bas	21	Erreurs	alarme1_0	DB 12 DBX 3.4	4

Figure IV.33 Table des alarmes

IV.4 Compilation et Simulation

Après avoir créé le projet et terminé la configuration, il est indispensable de vérifier la cohérence du projet, et de détecter les erreurs, à l'aide de la commande sur la barre du menu 'contrôle de la cohérence', après le contrôle de cohérence, le système crée un fichier de projet compilé.

La simulation permet de détecter des erreurs logiques de configuration, par exemple, des valeurs limites incorrectes, et cela a l'aide du simulateur RUNTIME par la commande « démarré le système Runtime du simulateur ».

IV.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la procédure à suivre pour la création du programme step7 et d'une interface homme machine (IHM) pour la commande et le contrôle de la ligne turbo-alternateur et donné un aperçu des blocs utilisés lors de la programmation.

La création d'une interface homme machine (IHM) exige une bonne connaissance du langage de supervision et de langage de programmation de l'automate afin de communiquer correctement les adresses et les variables qui nous intéressent. Ce système de supervision nous a permis d'observer et intervenir en temps réel le fonctionnement de notre système.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le présent mémoire a eu pour principal objectif l'étude théorique et expérimentale de d'une ligne turbo-alternateurs au niveau de Cevital, dont l'objectif essentiel était l'automatisation et supervision de cette ligne.

Nous avons, en premier lieu, étudié le fonctionnement de l'unité de production de l'énergie électrique au sein du complexe Cevital, tout en essayant de comprendre le mode de fonctionnement des groupes turboalternateurs.

Ensuite, cette étape d'étude nous a permis, d'élaborer une analyse fonctionnelle de notre système. A cet effet, afin de pouvoir programmer le fonctionnement de la ligne turbo alternateur et d'en récupérer les états des variables qui nous intéressent, nous avons opté à la prise de connaissance du logiciel Step7.

Cependant, pour créer notre interface Homme-Machine nous avons fait appel aux performances de WinCC flexible, qui est un logiciel permettant de gérer les interfaces graphiques, en supervisant le système par la visualisation des animations que nous avons implantées.

Le modèle du Grafcet, ainsi fait a été traduit au LADER avec l'outil de programmation STEP7. Nous avons programmé un écran de supervision pour opérateurs, et pour cela on a utilisés le logiciel WinCC flexible. Enfin, nous avons effectué une simulation du programme à l'aide de logiciel de simulation Step7 et l'automate S7-300 et faire la supervision du procédé avec WinCC flexible

Ce projet nous a été très bénéfique à plusieurs titres :

- ❖ Il nous a permis de nous familiariser avec les automates programmables S7-300 et de nous initier encore plus sur leurs langages de programmation.
- ❖ Et aussi de renforcer nos connaissances théoriques par une expérience pratique non négligeable dans le domaine de l'automatisation.
- ❖ Le déplacement sur le site nous a nettement aidés a mieux assimiler l'envergure du projet et nous a permis d'avoir un avant-gout des responsabilités que prennent les ingénieurs du terrain.

Puisse ce modeste travail servir de base de départ pour notre vie professionnelle, et être bénéfique aux promotions à venir.

Références bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]: Manuel d'utilisation à l'entreprise CEVITAL «cogénération»
- [2]: Meziane Boudellal, « la cogénération. Efficacité énergétique, micro-cogénération ». Edition DUNOD 2010.
- [3]: Amina CHENNA. « Etude et commande d'une centrale de cogénération basé sur une turbine a vapeur »Mémoire de magister. Université A-MIRA Bejaia.2010
- [4]: FATAH Amir « Etude du fonctionnement des centres de production dans un système de marché libre de l'énergie électrique » Mémoire de magister. Université Batna 2012.
- [5]: Thermodyn : 1X1593, N° de série : 972 et 973. Documentation CEVITAL « turbine à vapeur type 6-7 MP-5. 2010
- [6]: BHS.GETRIEBE, Document du constructeur du réducteur .2010
- [7]: J.FRENE, D.NICOLAS, B.DEGUEUREE, D.BERTHE et M.GODET «Lubrification hydrodynamique palier et butée». Edition Écoles-Germain 1990
- [8]: Association française des technicien du pétrole avec la collaboration du groupement pour l'avancement de la mécanique industrielle.«Les lubrifiants industriels». Edition Techip-Paris 1974
- [9]: Raymond COMOLET. «Mécanique des fluides expérimentales-Dynamique des fluides réels, turbomachines». Edition DUNOD. 2006
- [10]: C.VRIGNON et M.THENAISE, ISTI « Automatisation ». 1996
- [11]: Georges Vgt « Automatisation En Hors Procède ».. Edition DUNOD. Paris.2003
- [12]: G.MICHEL. « Les API, Architecture et Application des automates programmable industriels ». DUNOD, Paris.1987
- [13]: Daniel DUPONT et David DUBOIS « Réalisation technologique du GRAF CET ». Technique de l'ingénieur s8032.
- [14]: PATRICK.TRAW, « ULP-IPST ». Université Louis Pasteur institut professionnel de sciences et technologies. STRASBOURG.
- [15]: William BOLTON « Les Automates Programmables Industriel ». Edition DUNOD. Paris 2010.
- [16]: Schneider Electric « Automates Nano et plate-forme d'automatisme Micro » [104] 1999.
- [17]: Siemens « logique SIMATIC. STEP7 ». Version 5.3

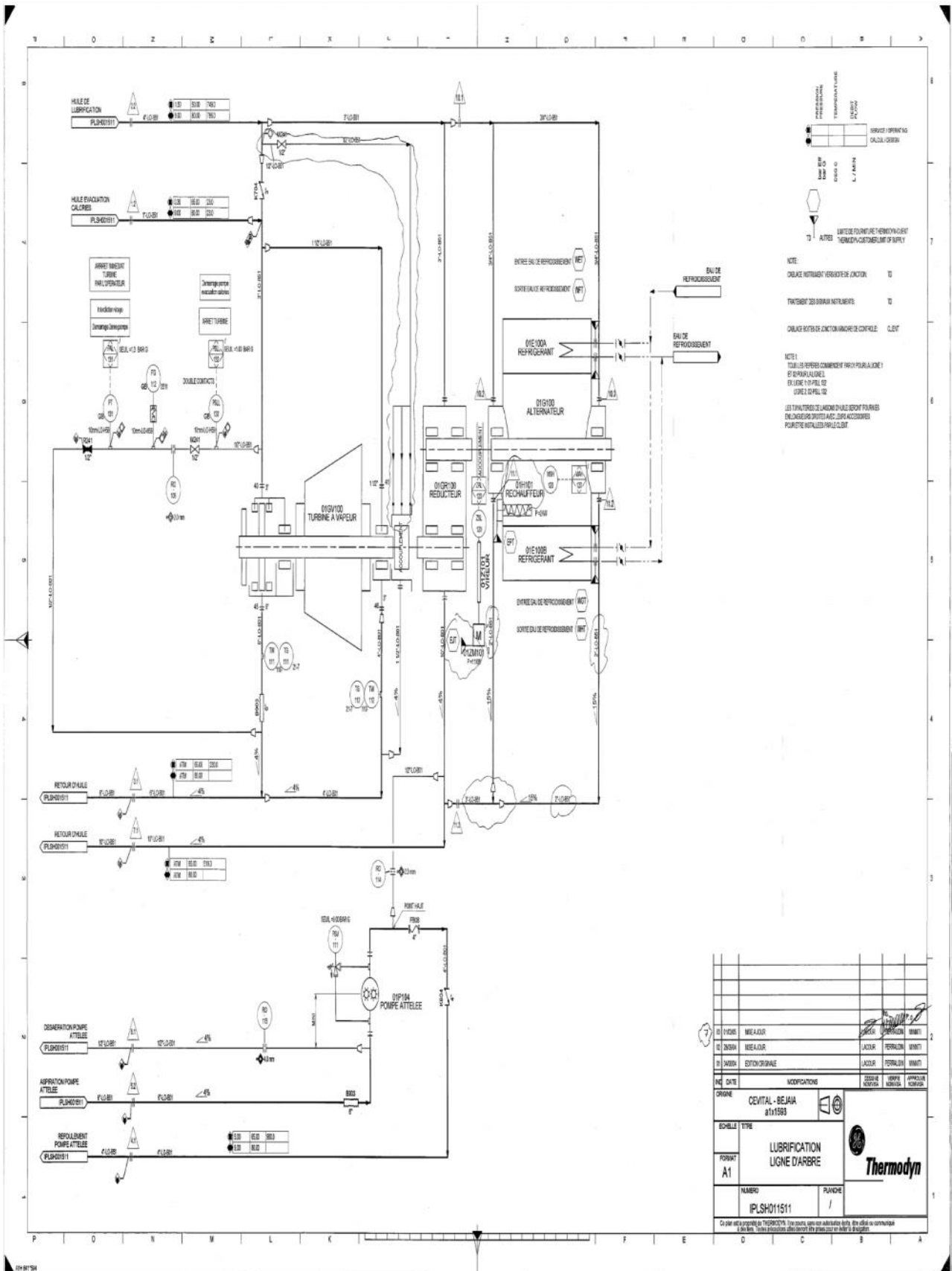
[18]: Siemens, «WinCC flexible 2008 Compact/ Standard/ Advanced», A5E012024767-0207/2008

[19]: Manuel siemens, « programmation avec STEP7 ». 2000

[20]: Manuel siemens, « STEP7. Testez vos programmes ». 2002

Annexe

ANNEXE 2



ANNEXE 3

9.Juin 2005-14:20

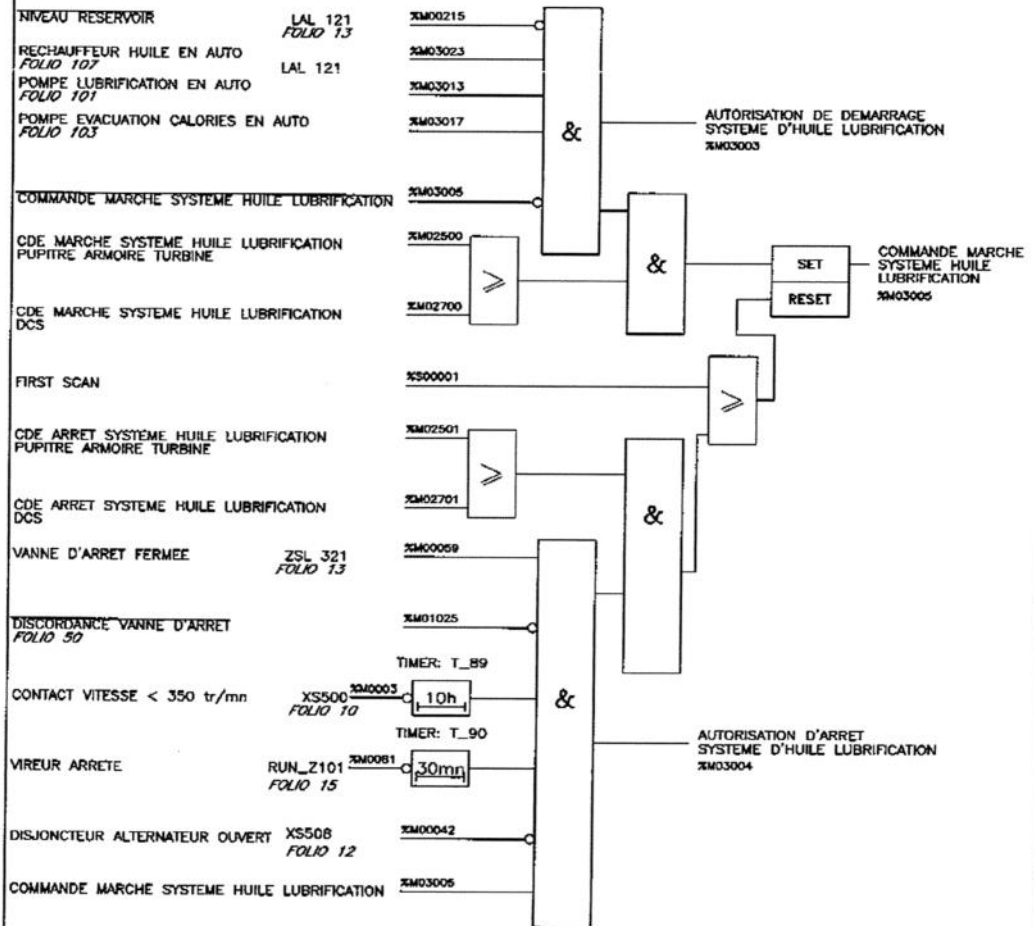
geral 0479812529

N°2558

P. 35

Ce plan est la propriété de THERMODYN. Il ne pourra, sans son autorisation écrite, être utilisé ou communiqué à des tiers. Toutes précautions utiles devront être prises pour en éviter la divulgation.

A3



02/06/05	APRES RECEPTION
01/10/04	PREMIERE EDITION
REV	DATE
	MODIFICATIONS

MARCHE / ARRET
SYSTEME HUILE
LUBRIFICATION



RNT IC 061 511 Folio: 100

ANNEXE 4

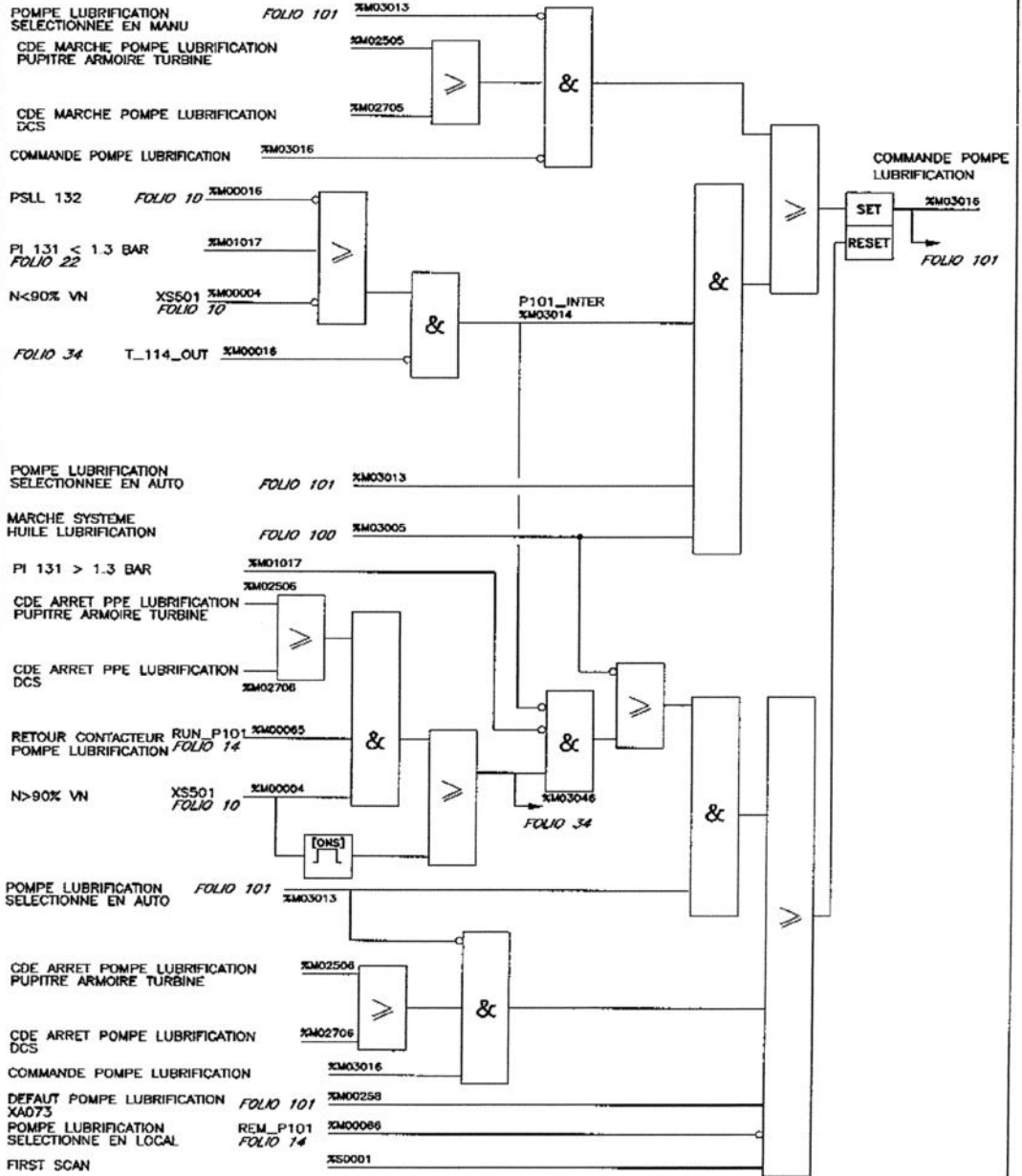
9.Juin 2005-14:20

geral 0479812529

N°2558 P. 37

Ce plan est la propriété de THERMODYN. Il ne pourra, sans son autorisation écrite, être utilisé ou communiqué à des tiers. Toutes précautions utiles devront être prises pour en éviter la divulgation.

A3



02/05/05	APRES RECEPTION
01/10/04	PREMIERE EDITION
REV	DATE
	MODIFICATIONS

POMPE LUBRIFICATION P101



Thermodyn

RNT IC 061 511

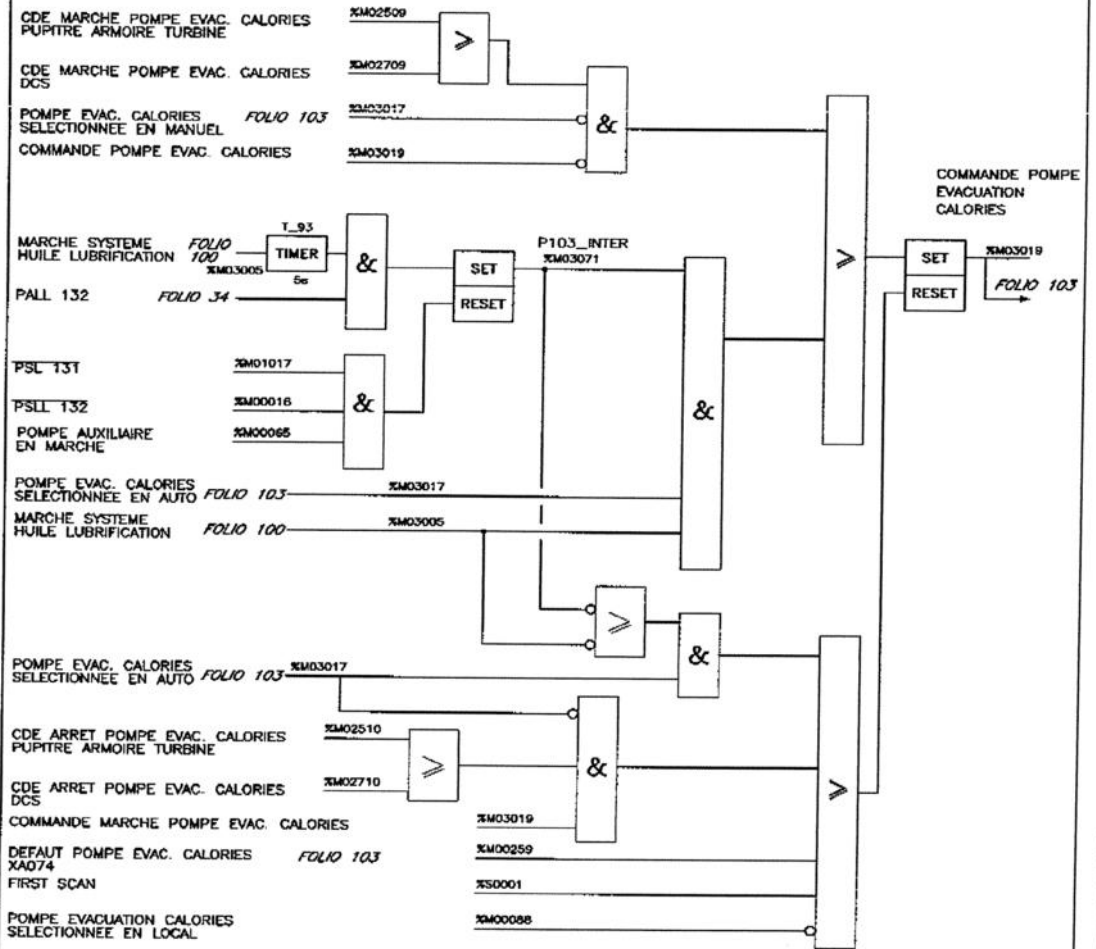
Folio: 102

ANNEXE 5

9.Juin 2005_14:21 Geral 0479812529 N°2558 P. 39

Ce plan est la propriété de THERMODYN. Il ne pourra, sans son autorisation écrite, être utilisé ou communiqué à des tiers. Toutes précautions utiles devront être prises pour en éviter la divulgation.

A3



02/06/05	APRES RECEPTION	
01/10/04	PREMIERE EDITION	
REV	DATE	MODIFICATIONS

POMPE EVACUATION CALORIES P103



RNT	IC	061	511	Folio: 104
-----	----	-----	-----	------------

ANNEXE 7

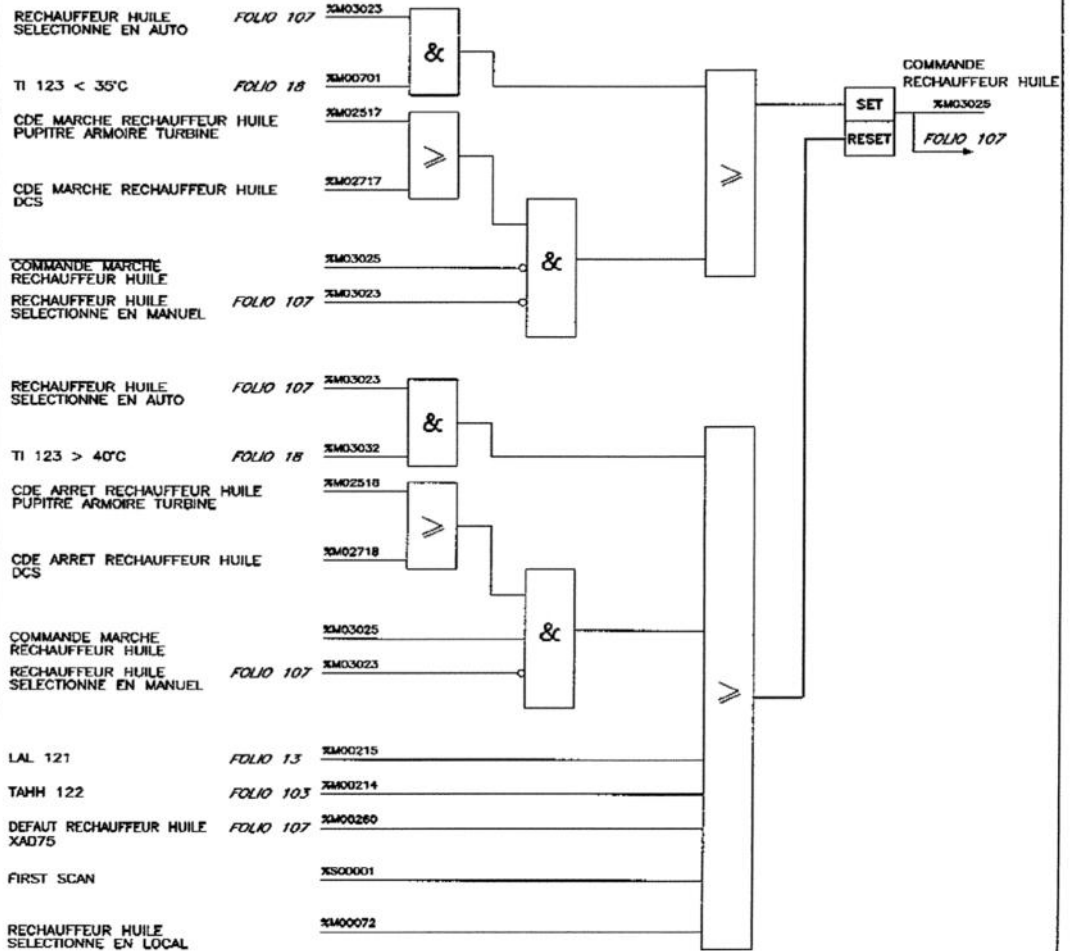
9.Juin 2005-14:22

geral 0479812529

N°2558 P. 43

Ce plan est la propriété de THERMODYN. Il ne pourra, sans son autorisation écrite, être utilisé ou communiqué à des tiers. Toutes précautions utiles devront être prises pour en éviter la divulgation.

43



02/06/05	APRES RECEPTION
01/10/04	PREMIERE EDITION
REV	DATE
	MODIFICATIONS

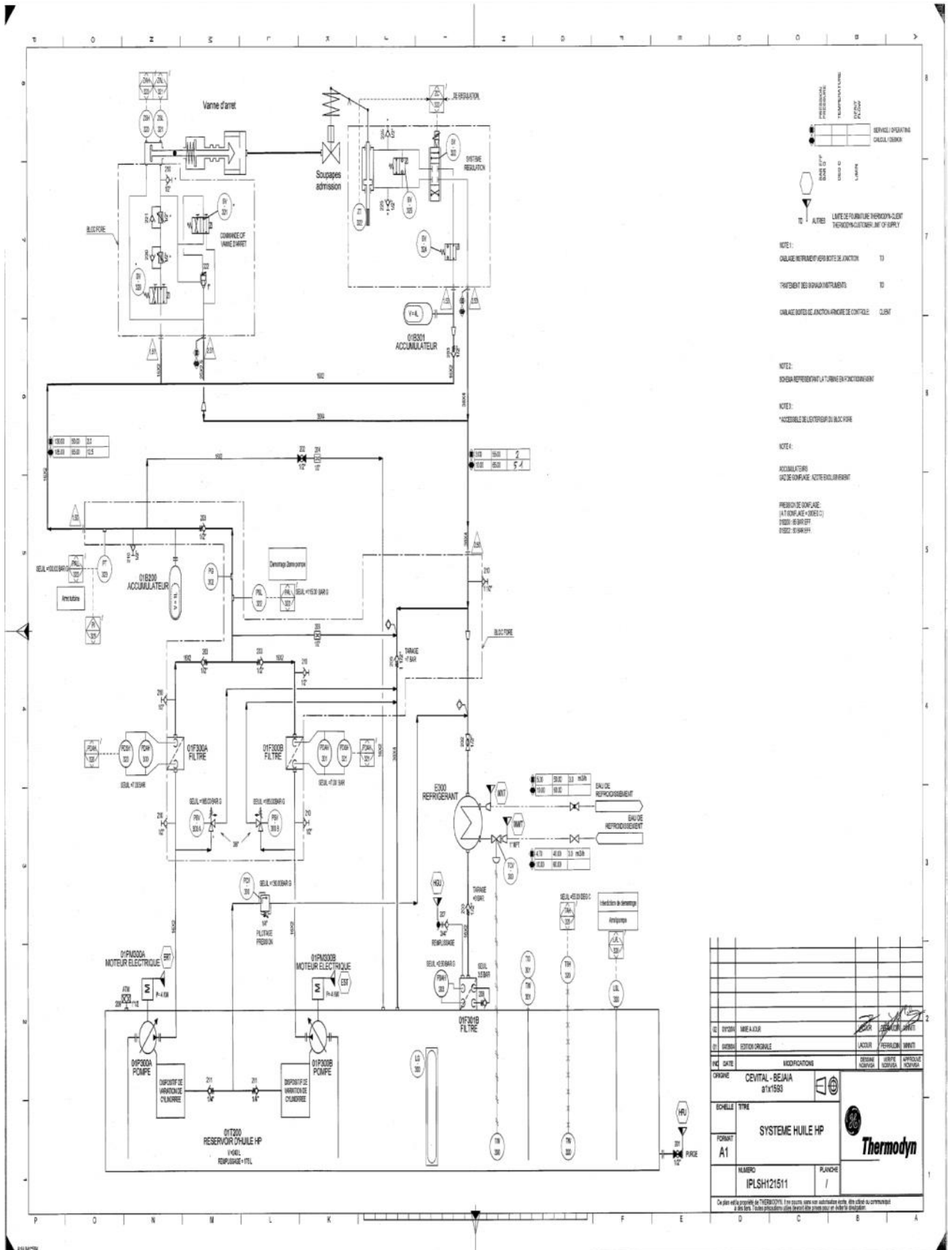
RECHAUFFEUR HUILE



RNT IC 061 511

Folio: 108

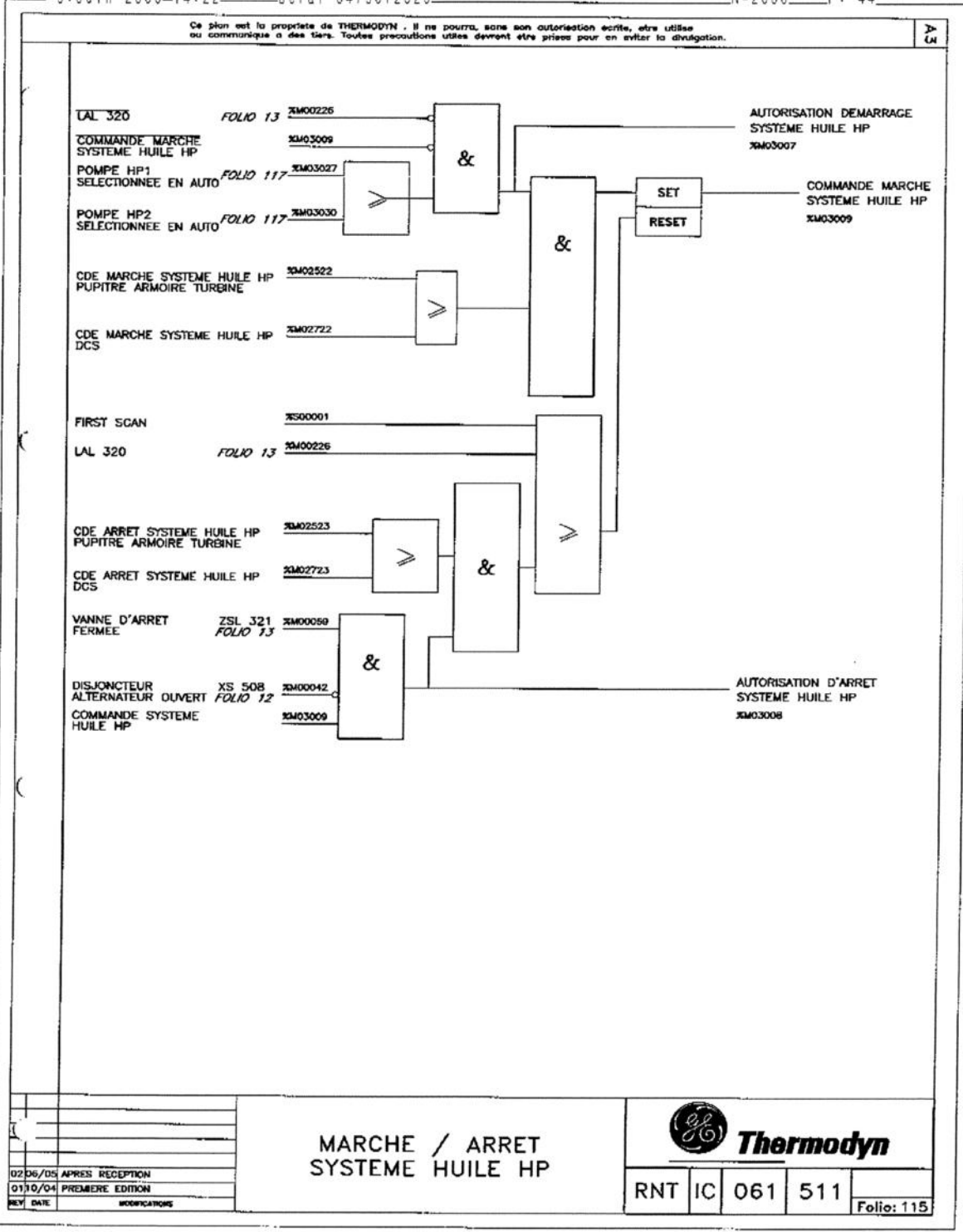
ANNEXE 8



ANNEXE 9

9.Juin 2005-14:22 gerald 0479812529 N°2558 P. 44

Ce plan est la propriété de THERMODYN. Il ne pourra, sans son autorisation écrite, être utilisé ou communiqué à des tiers. Toutes précautions utiles doivent être prises pour en éviter la divulgation.



MARCHE / ARRET
SYSTEME HUILE HP



02/06/05	APRES RECEPTION
01/10/04	PREMIERE EDITION
REV	DATE
	MODIFICATIONS

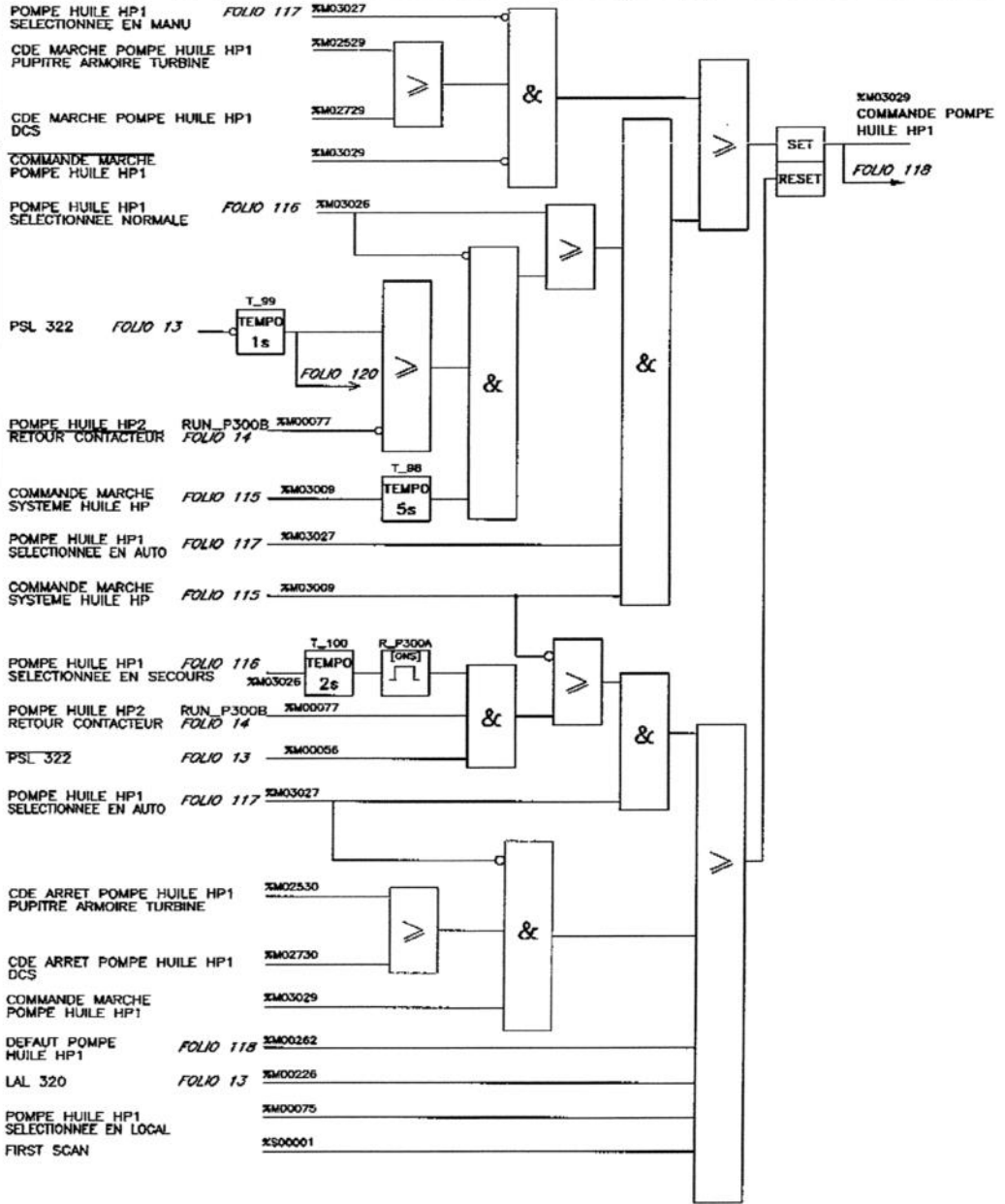
RNT	IC	061	511	Folio: 115
-----	----	-----	-----	------------

ANNEXE 10

9.Juin 2005_14:23 _geral 0479812529 _N°2558 _P. 48

Ce plan est la propriété de THERMODYN - Il ne pourra, sans son autorisation écrite, être utilisé ou communiqué à des tiers. Toutes précautions utiles devront être prises pour en éviter la divulgation.

A3



02/06/05	APRES RECEPTION
01/10/04	PREMIERE EDITION
REV.	DATE
	MODIFICATIONS

POMPE HUILE HP1
P300A



RNT IC 061 511

Folio: 119

ANNEXE 11

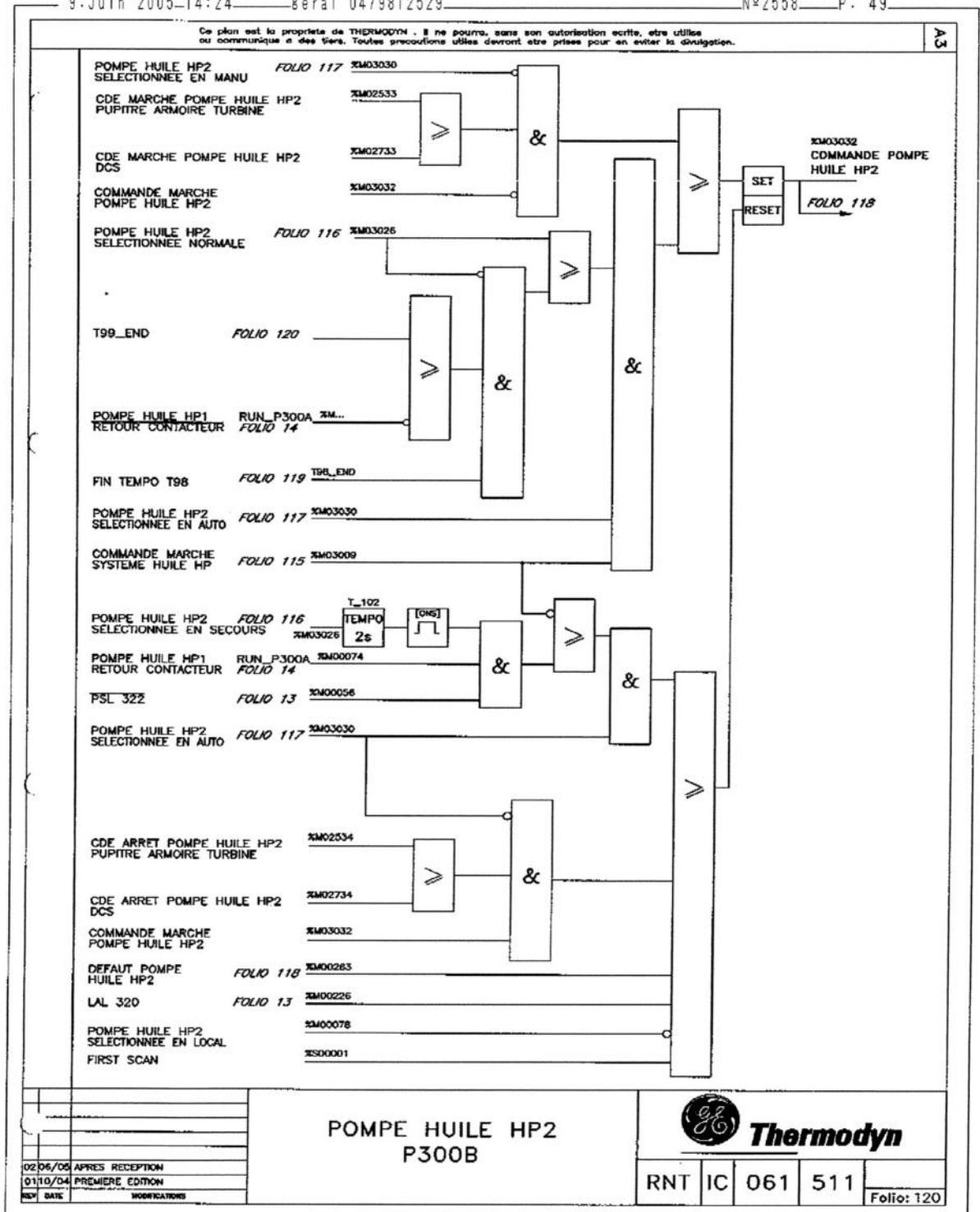
9. Juin 2005-14:24

Serial 0479812529

N°2558 P. 49

Ce plan est la propriété de THERMODYN. Il ne pourra, sans son autorisation écrite, être utilisé ou communiqué à des tiers. Toutes précautions utiles devront être prises pour en éviter la divulgation.

A3



POMPE HUILE HP2
P300B



RNT IC 061 511

Folio: 120

02/06/05 APRES RECEPTION
01/10/04 PREMIERE EDITION

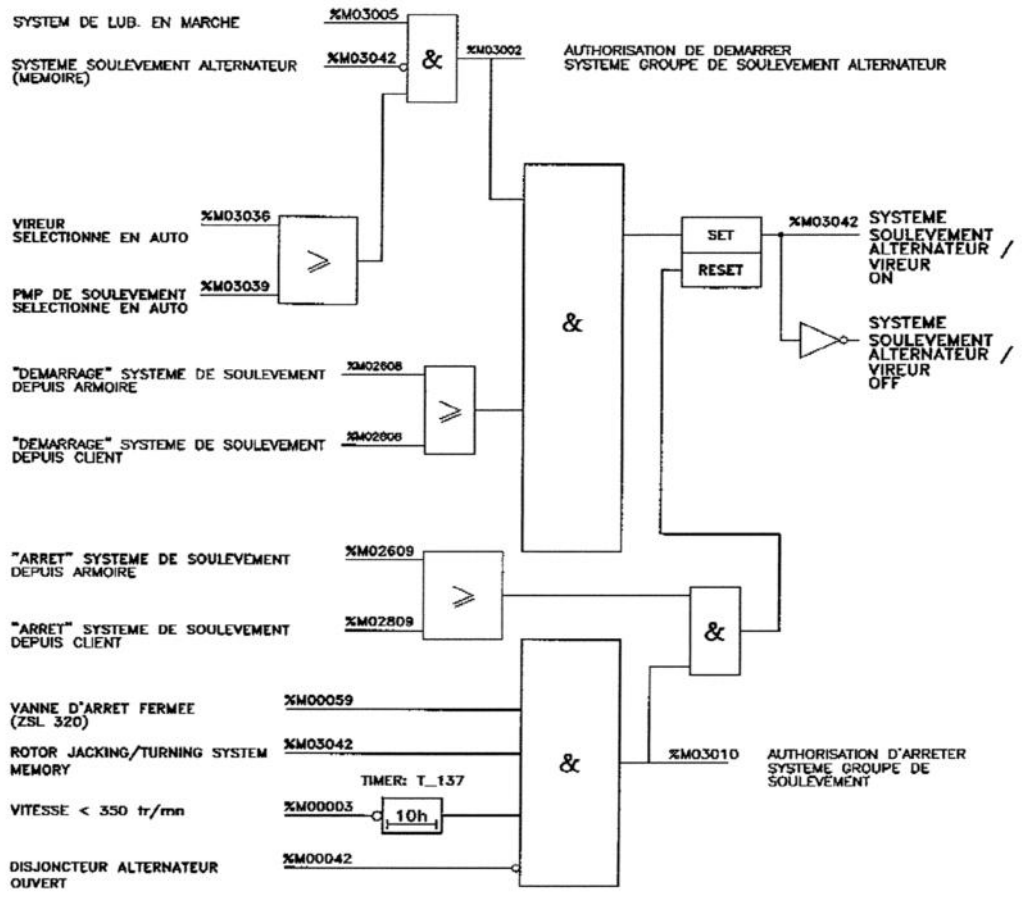
REV DATE MODIFICATIONS

ANNEXE 12

9.Juin 2005_14:24 _____ serial 0479812529 _____ N°2558 _____ P. 52

Ce plan est la propriété de THERMODYN . Il ne pourra, sans son autorisation écrite, être utilisé ou communiqué à des tiers. Toutes précautions utiles devront être prises pour en éviter la divulgation.

13



REV	DATE	MODIFICATIONS
02/06/05		APRES RECEPTION
01/10/04		PREMIERE EDITION

SYSTEME GROUPE DE SOULEVEMENT ALTERNATEUR ON / OFF



RNT IC 061 511

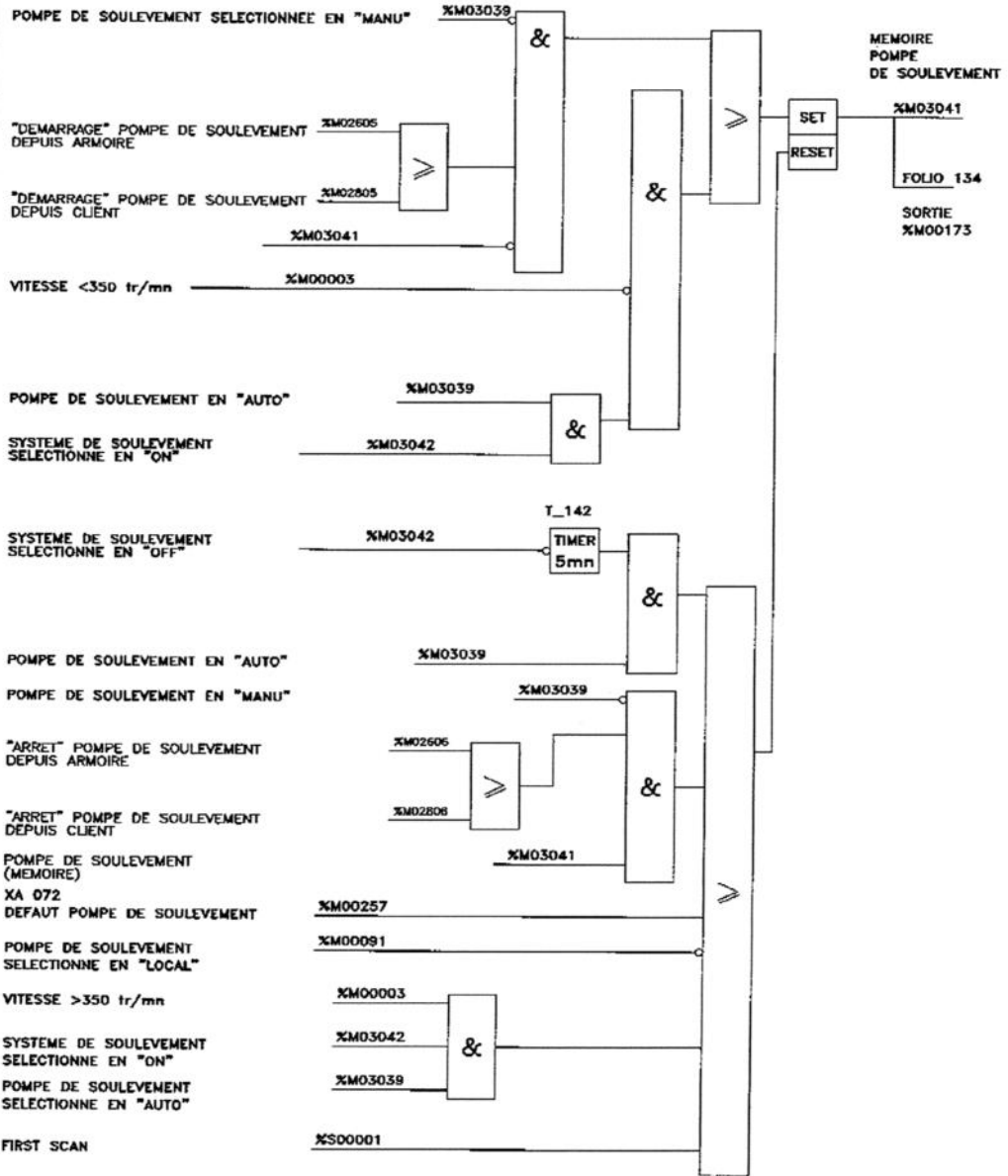
Folio: 133

ANNEXE 13

9.Juin 2005-14:25 gerald 0479812529 N92558 P. 54

De plan est la propriété de THERMODYN, il ne pourra, sans son autorisation écrite, être utilisé ou communiqué à des tiers. Toutes précautions utiles devront être prises pour en éviter la divulgation.

AN



02/06/05	APRES RECEPTION
01/10/04	PREMIERE EDITION
REV	DATE
	MODIFICATIONS

POMPE DE SOULEVEMENT ALTERNATEUR

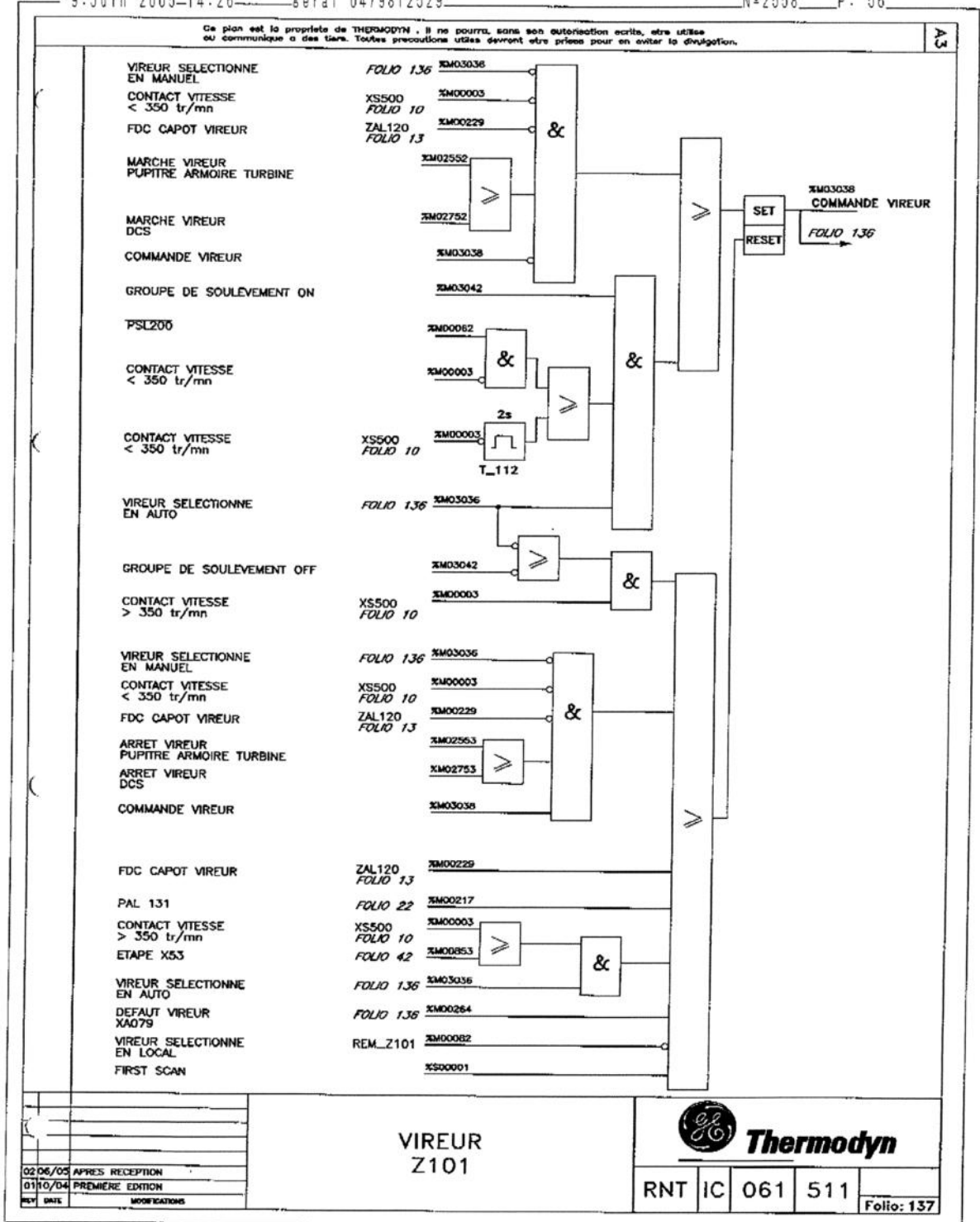


RNT	IC	061	511	Folio: 135
-----	----	-----	-----	------------

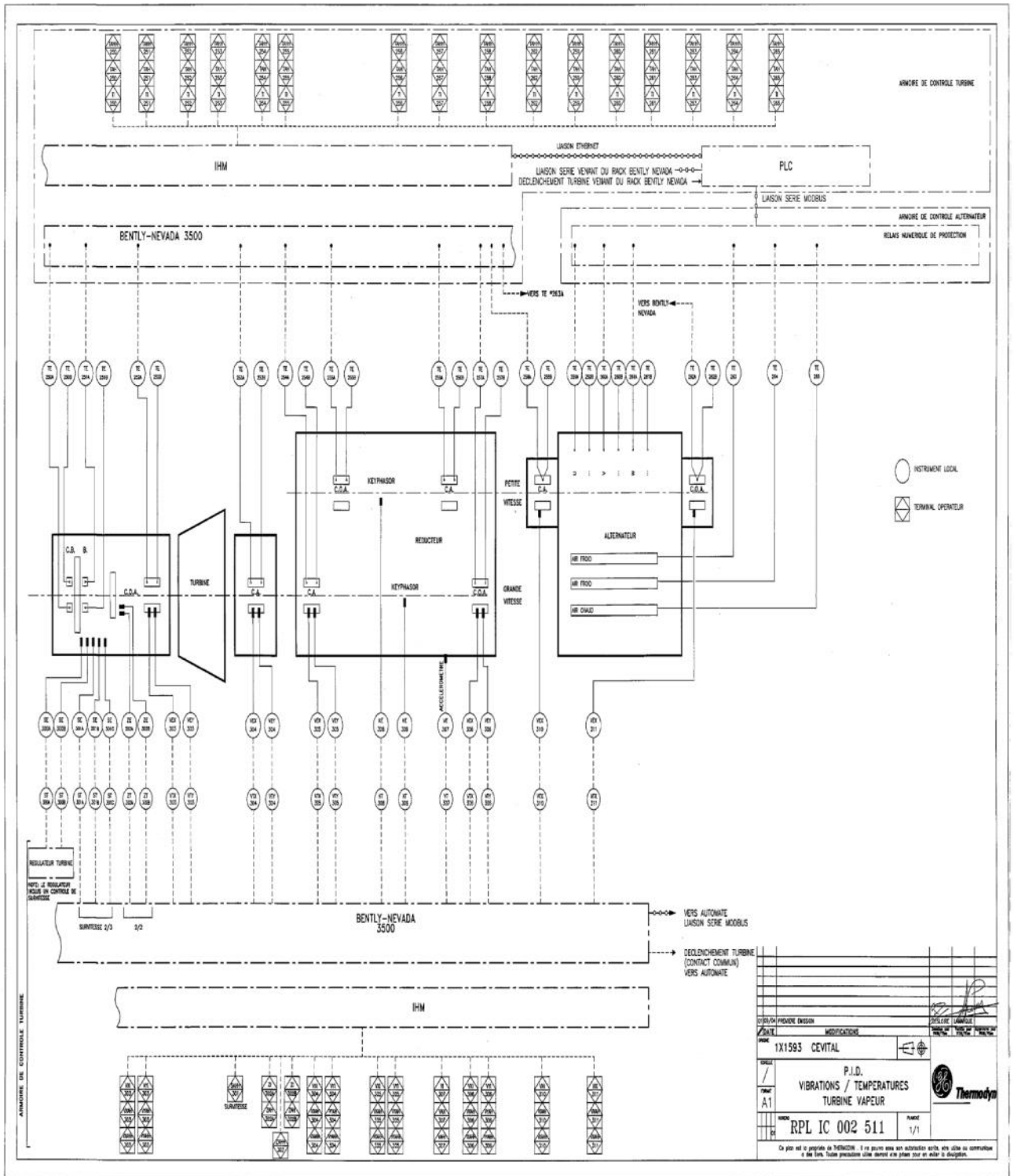
ANNEXE 14

9. Juin 2005-14:26 - gerald 0479812529

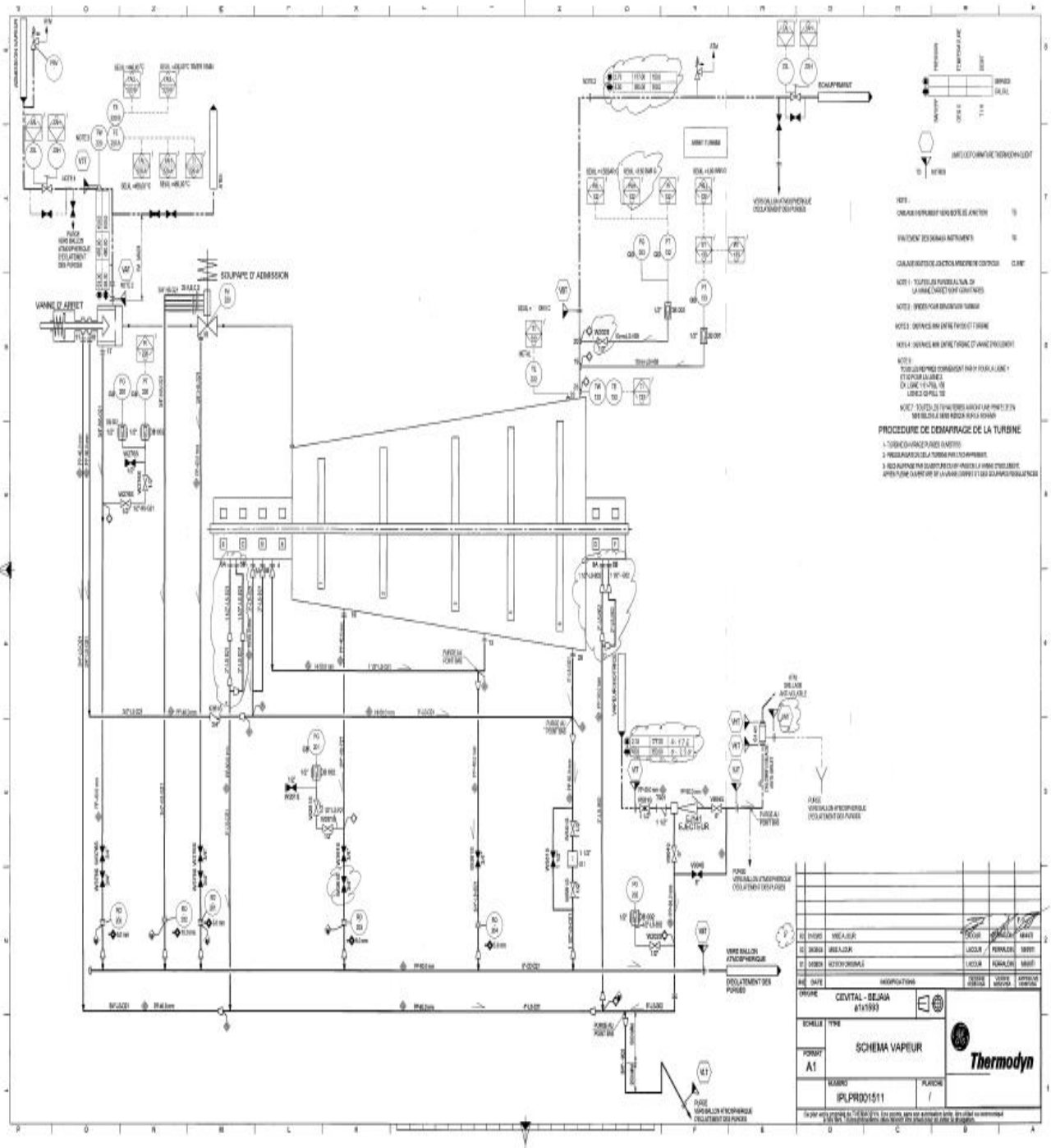
N°2558 P. 56



ANNEXE 15



ANNEXE 16

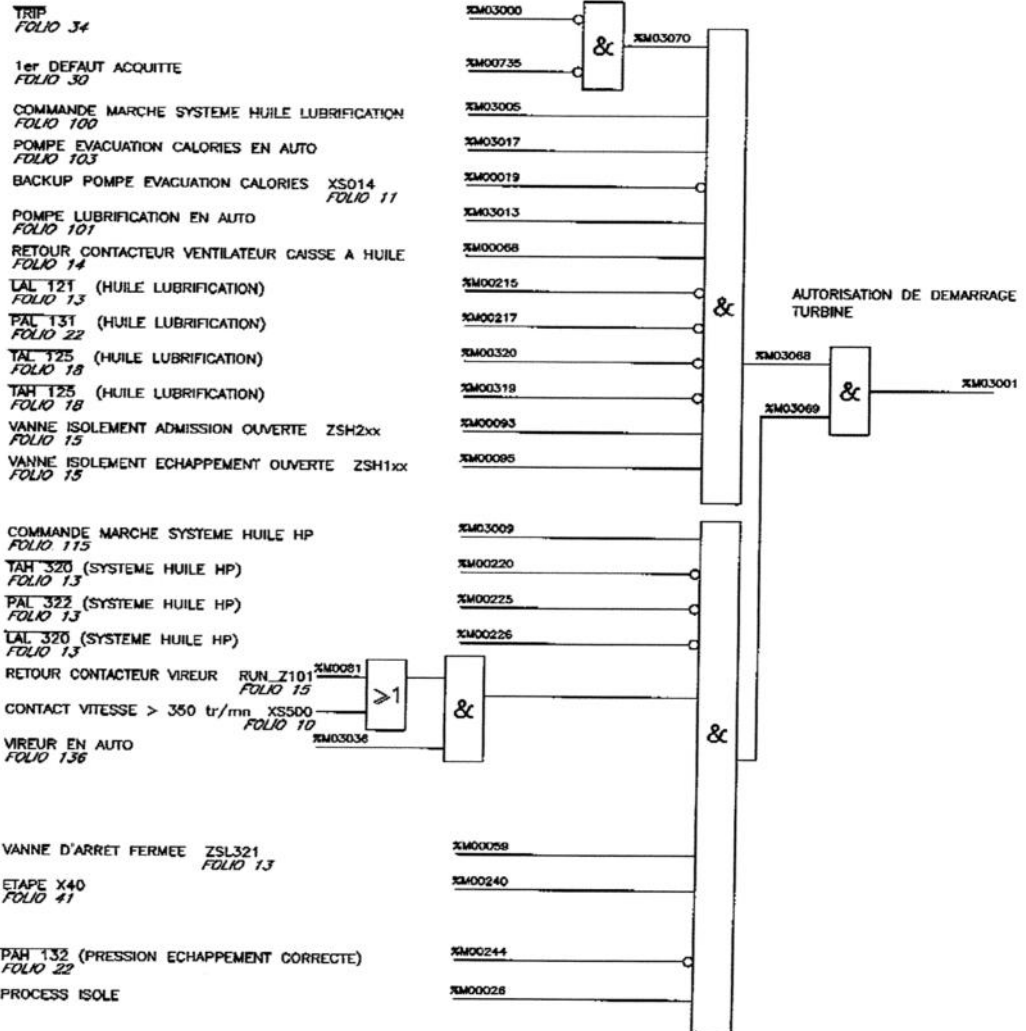


ANNEXE 17

9.Juin 2005-14:16 — serial 0479812529 — N°2558 — P. 22

Ce plan est la propriété de THERMODYN - Il ne pourra, sans son autorisation écrite, être utilisé ou communiqué à des tiers. Toutes précautions utiles devront être prises pour en éviter la divulgation.

A3



02/06/05	APRES RECEPTION
01/10/04	PREMIERE EDITION
REV	DATE
	MODIFICATIONS

AUTORISATION DE DEMARRAGE
TURBINE



RNT IC 061 511

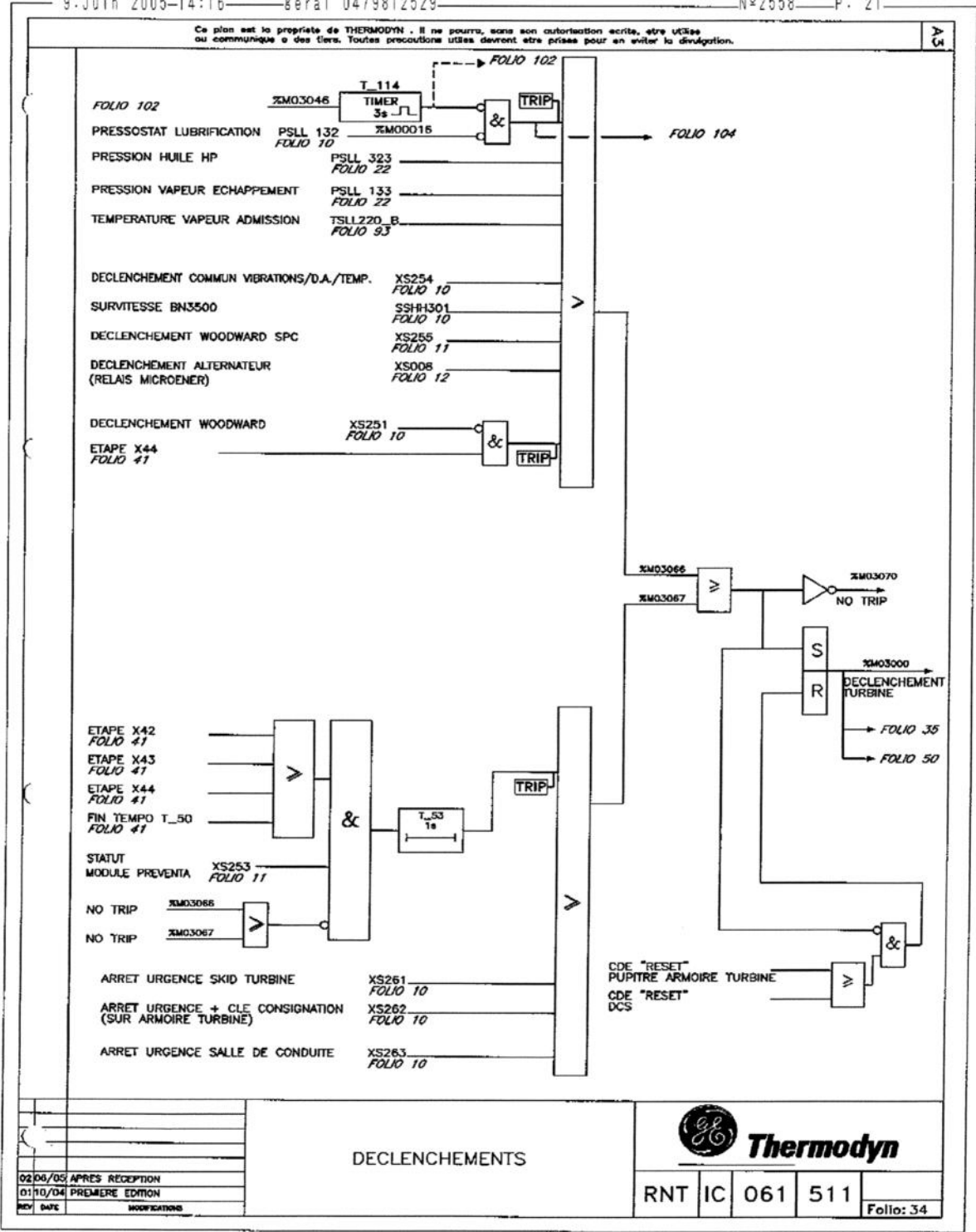
Folio: 35

ANNEXE 18

9.Juin 2005-14:16 — gerald 0479812529 — N°2558 — P. 21

Ce plan est la propriété de THERMODYN . Il ne pourra, sans son autorisation écrite, être utilisé ou communiqué à des tiers. Toutes précautions utiles doivent être prises pour en éviter la divulgation.

A3

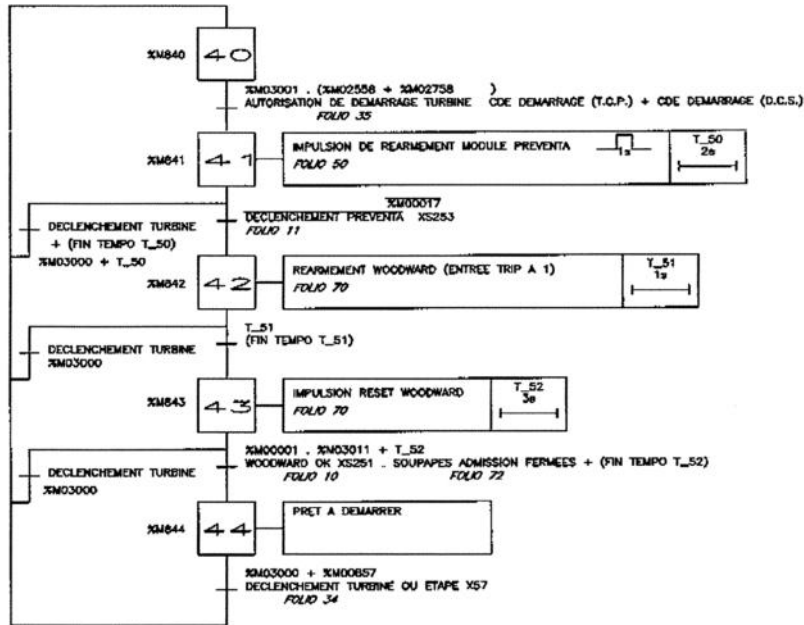


ANNEXE 19

9.Juin 2005_14:17 gerald 0479812529 N°2558 P. 23

Ca plan est la propriété de THERMODYN . Il ne pourra, sans son autorisation écrite, être utilisé ou communiqué à des tiers. Toutes précautions utiles devront être prises pour en éviter la divulgation.

A3



02/06/05	APRES RECEPTION
01/10/04	PREMIERE EDITION
REF: DATE	MODIFICATIONS

SEQUENCE DEMARRAGE



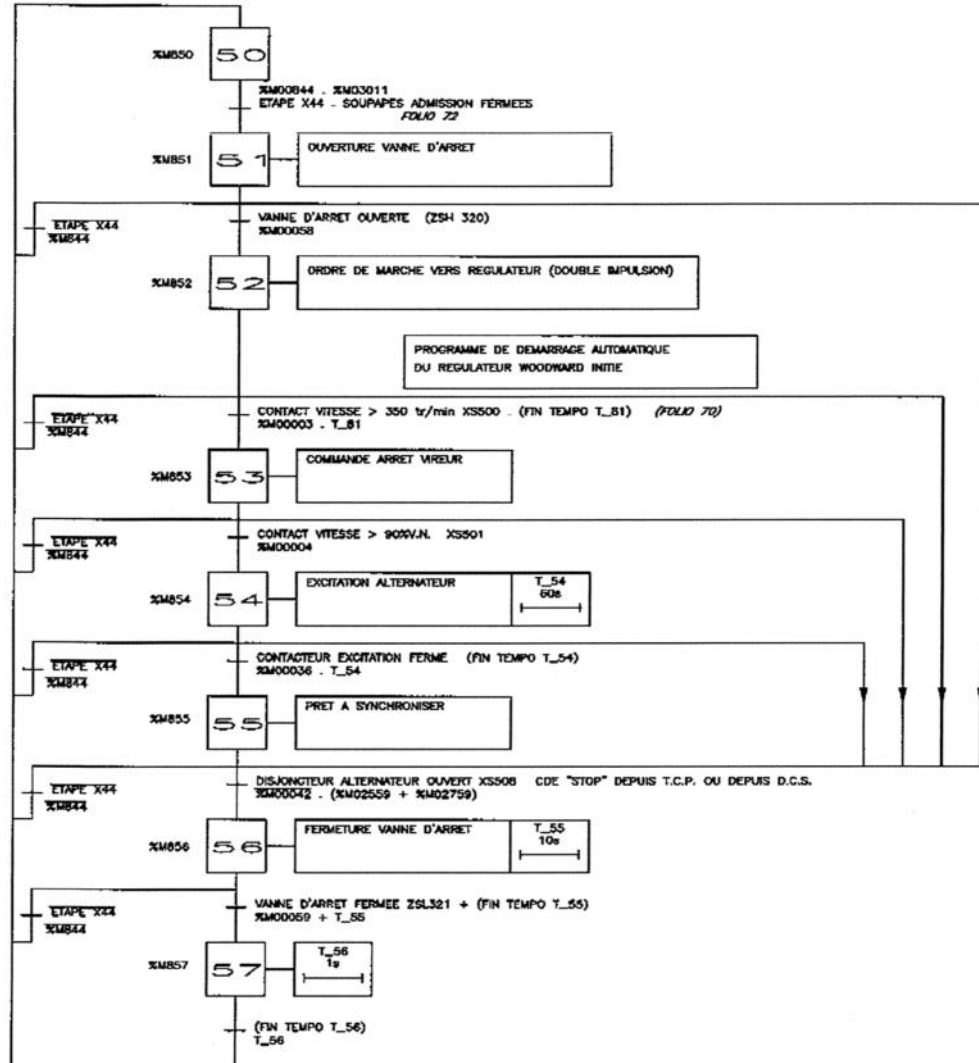
RNT	IC	061	511	Folio: 41
-----	----	-----	-----	-----------

ANNEXE 20

9.Juin 2005-14:17 — gerald 0479812529 — N°2558 — P. 24

Ce plan est la propriété de THERMODYN . Il ne pourra, sans son autorisation écrite, être utilisé ou communiqué à des tiers. Toutes précautions utiles devront être prises pour en éviter la divulgation.

A3



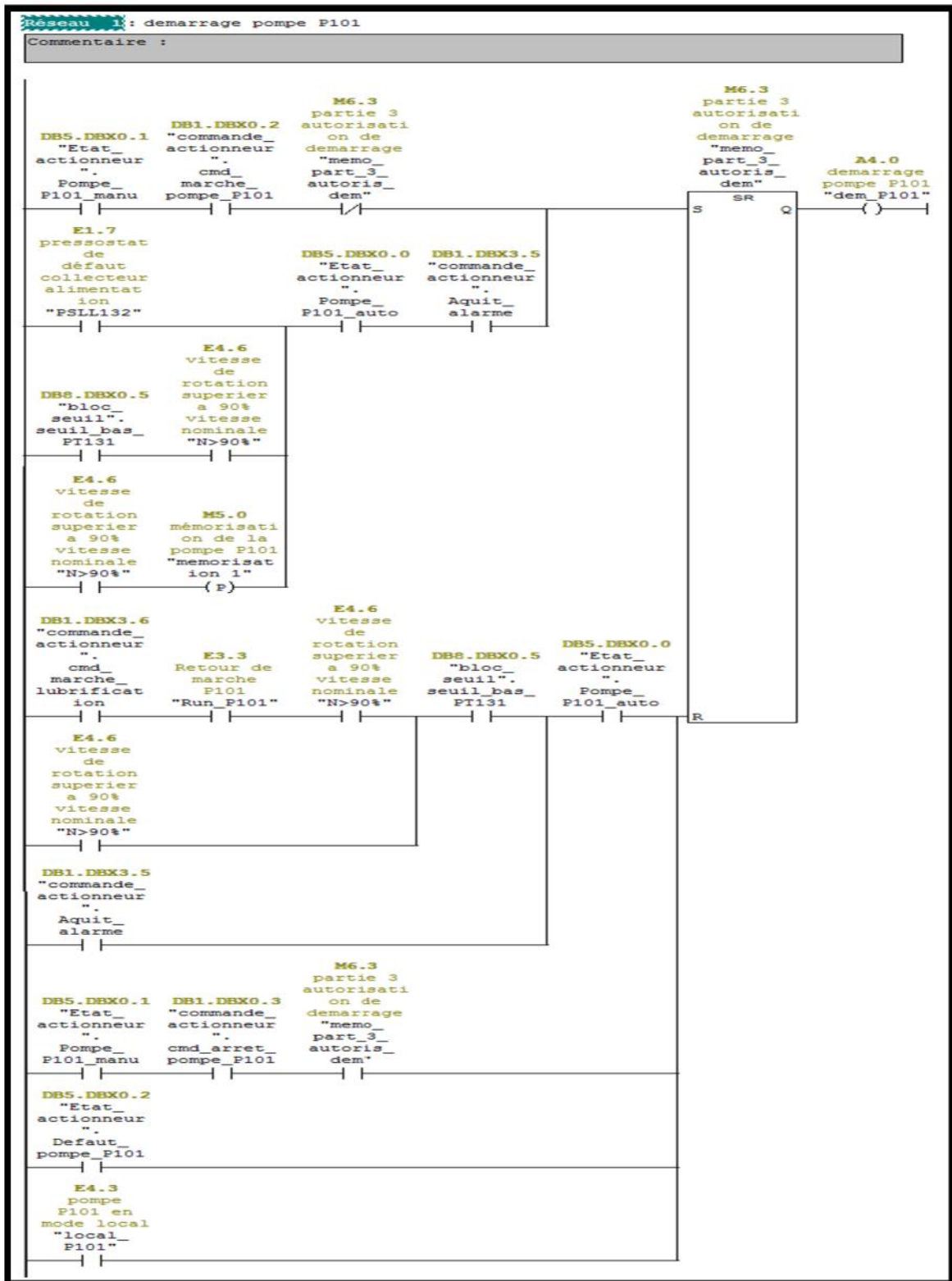
02/06/05	APRES RECEPTION
01/10/04	PREMIERE EDITION
REV	DATE
	MODIFICATIONS

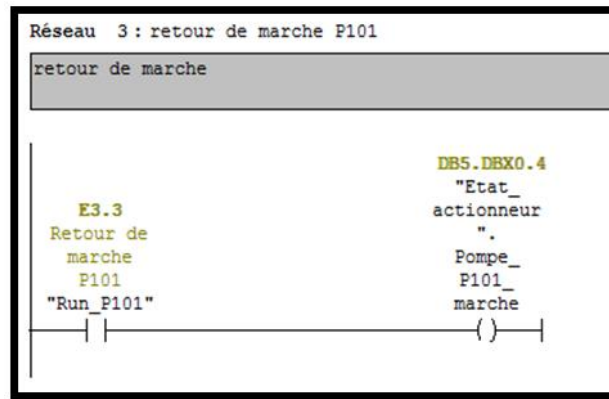
SEQUENCE DEMARRAGE



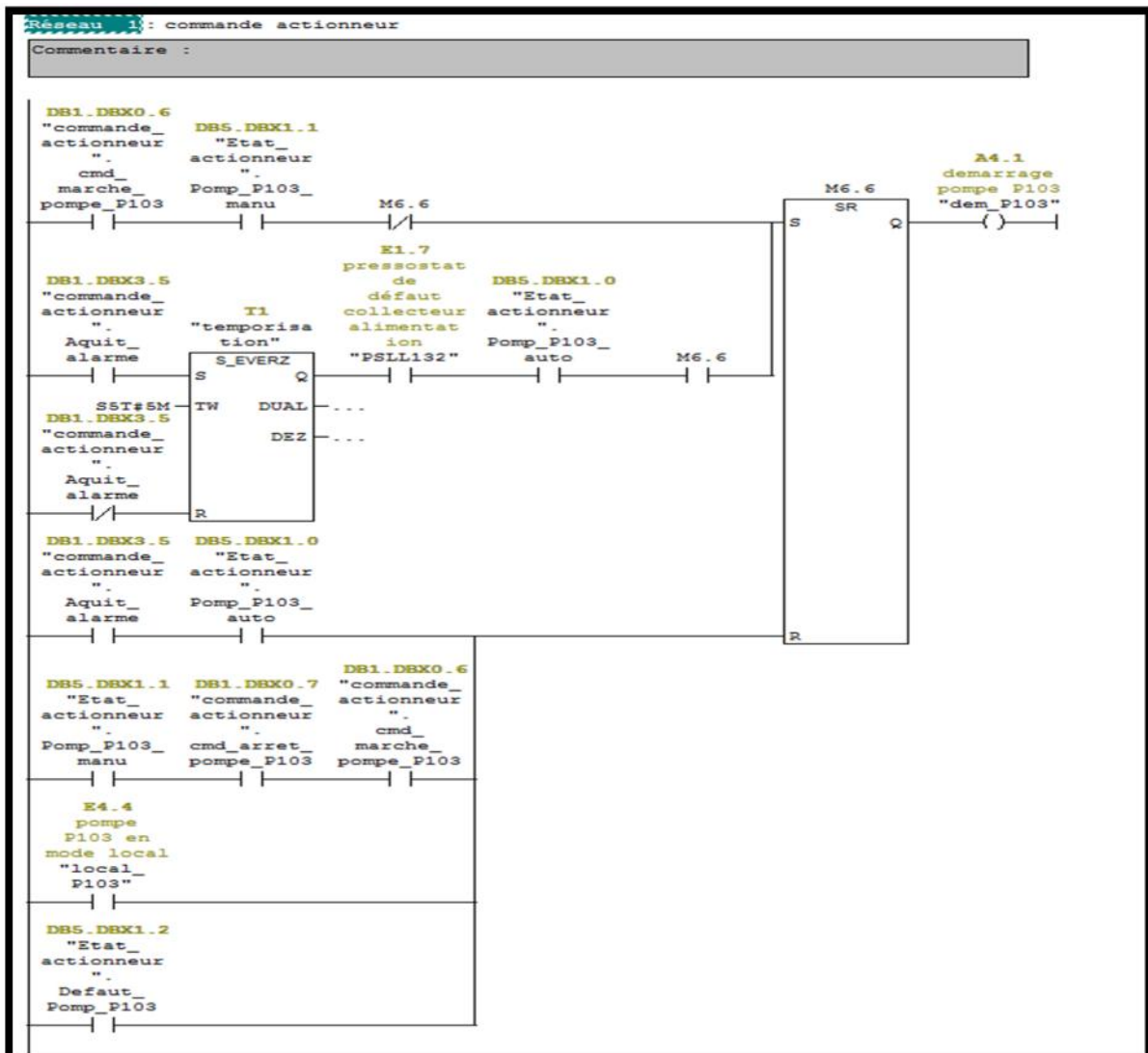
RNT	IC	061	511	Folio: 42
-----	----	-----	-----	-----------

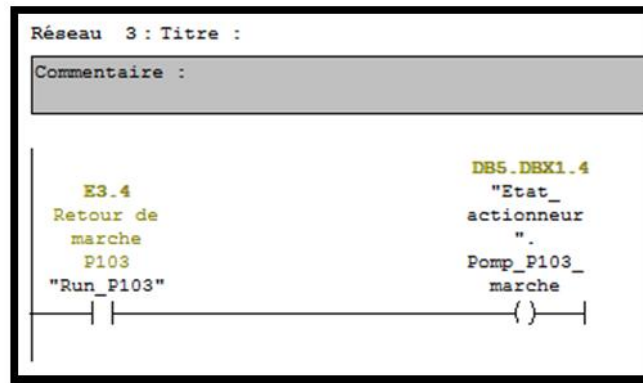
➤ FC22 : démarrage de la pompe P101(2 réseaux)



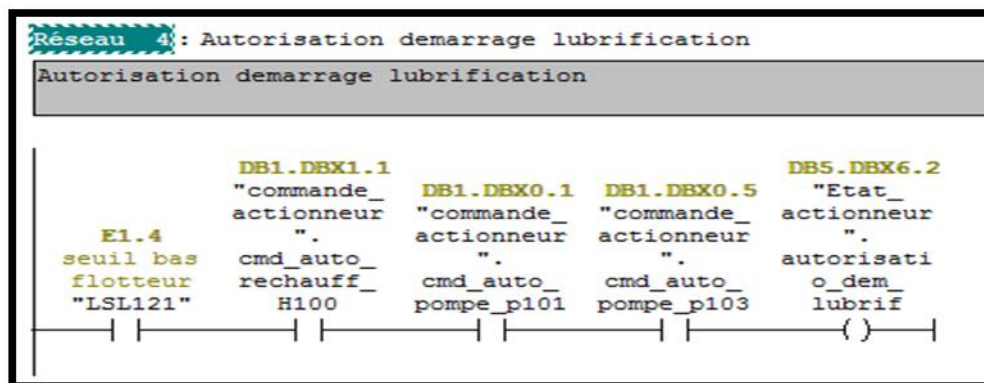
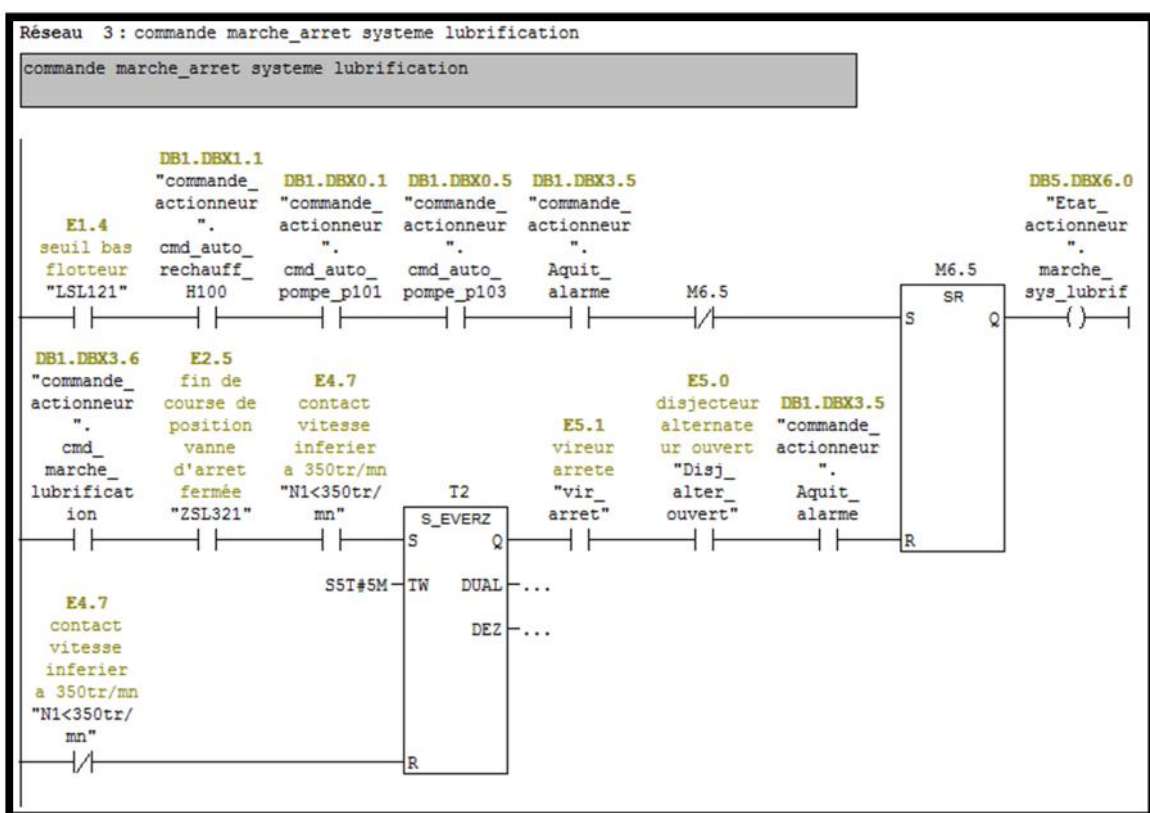


➤ FC23 : démarrer la pompe P103 (2 réseaux)



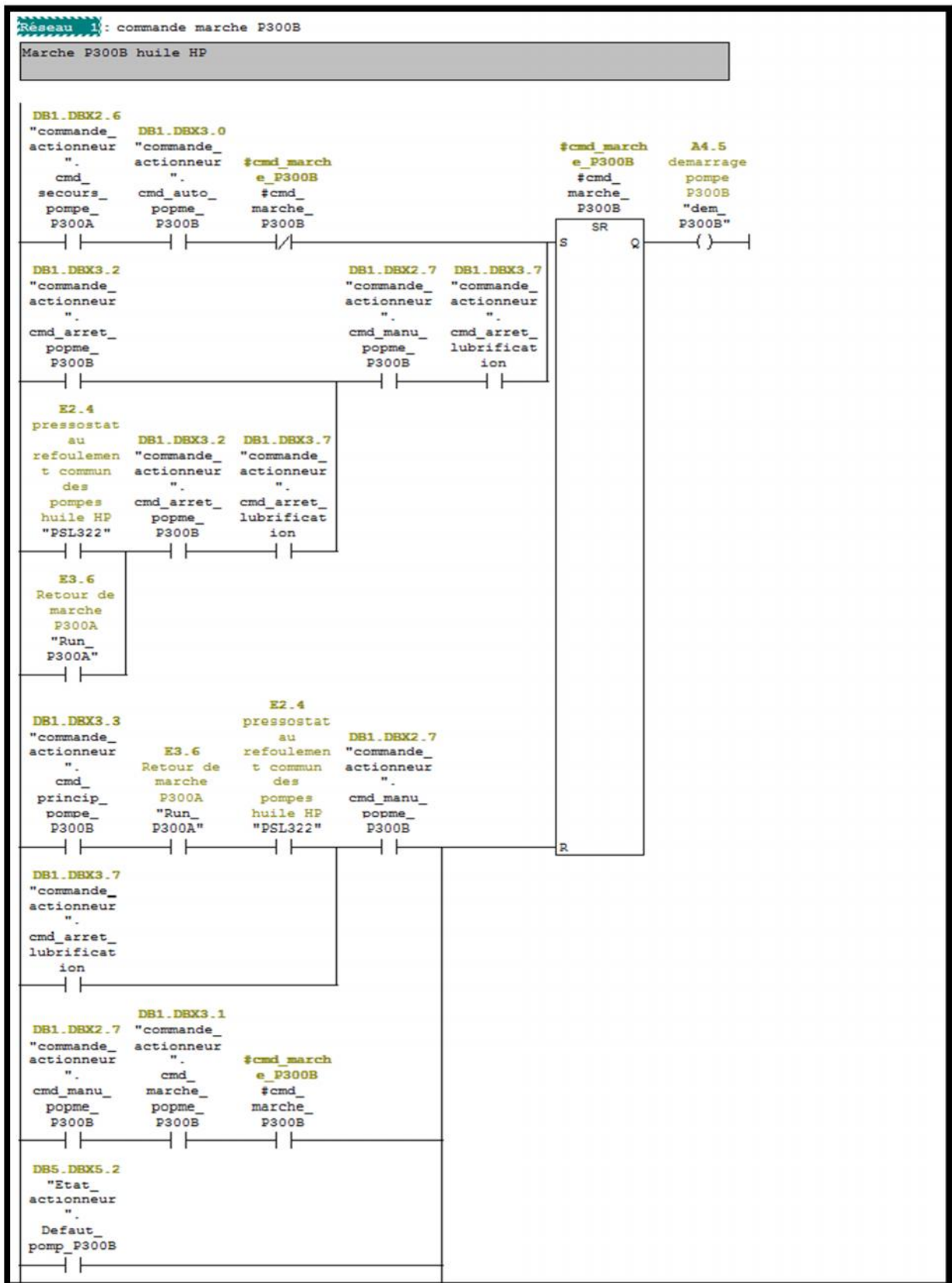


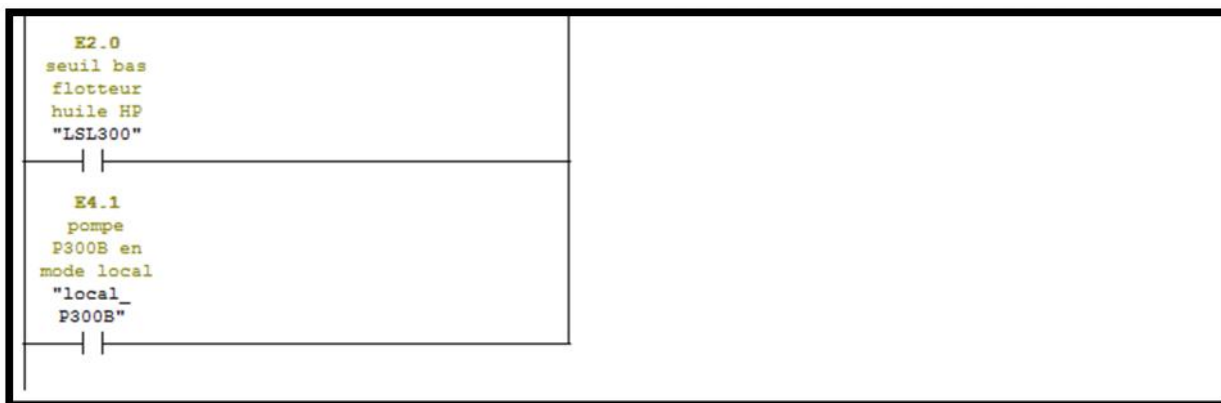
➤ FC24 : Commande (Marche/Arrêt) de système d'huile de lubrification



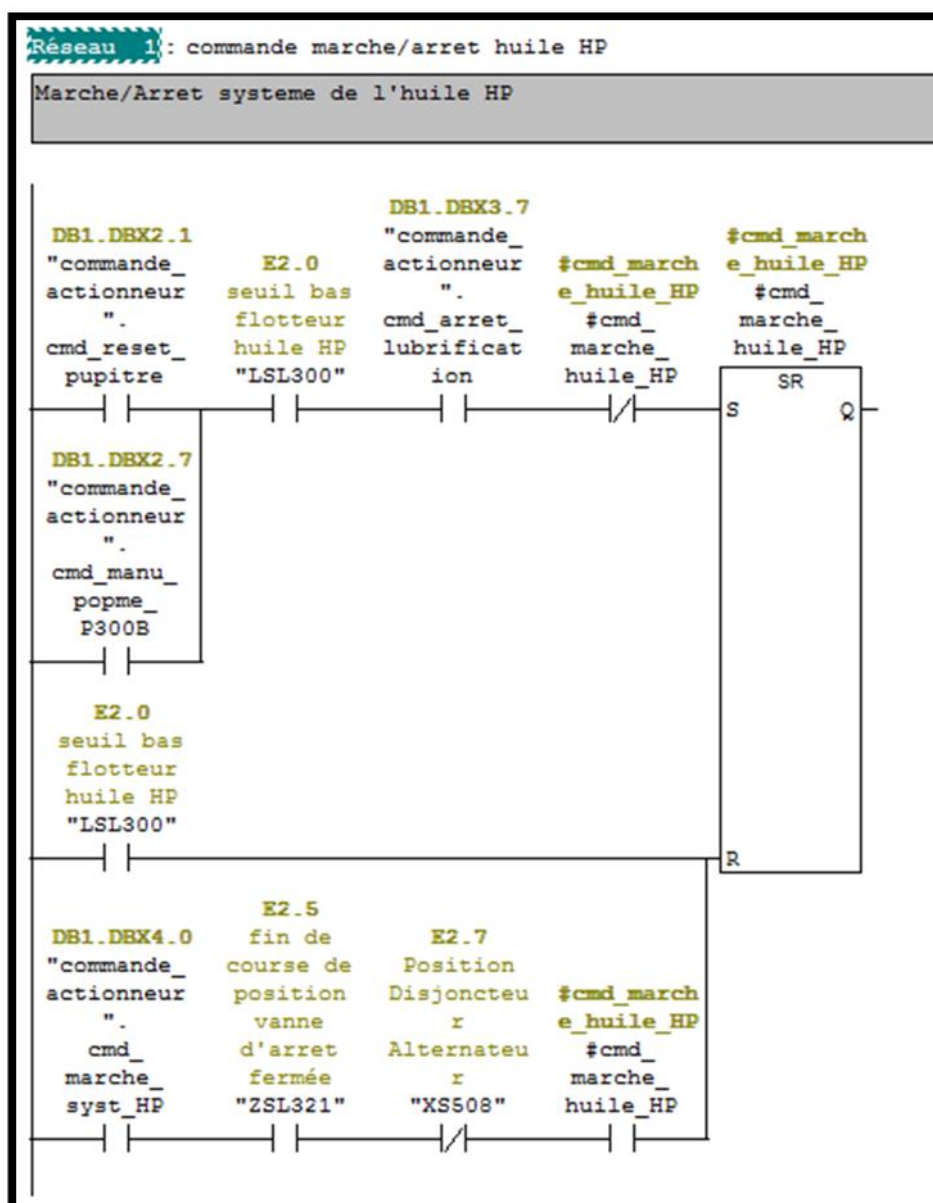
<pre>DB1.DEX3.7 "commande_ actionneur " cmd_arret_ lubrificat ion</pre>	
<pre>DB1.DEX2.3 "commande_ actionneur " DB5.DEX4.0 "Etat_ actionneur " cmd_ M7.0 marche_ étape X50 pompe_ "étape P300A_auto P300A X50"</pre>	
<pre>DB5.DEX4.2 "Etat_ actionneur " Defaut_ pompe_P300A</pre>	
<pre>E2.0 seuil bas flotteur huile HP "LSL300"</pre>	
<pre>E4.0 pompe P300A en mode local "local_ P300A"</pre>	

➤ FC27 : démarrage de la pompe P300B

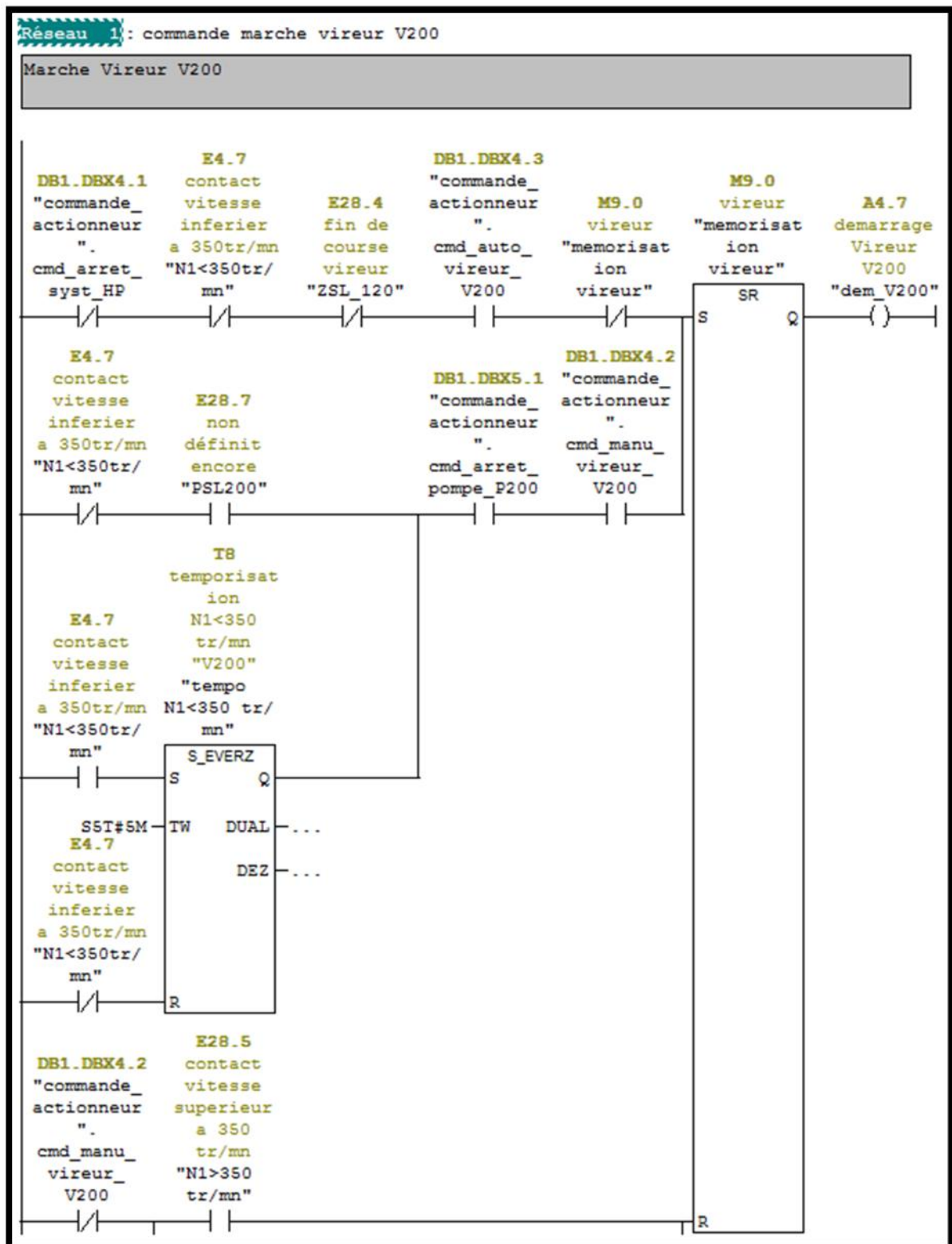


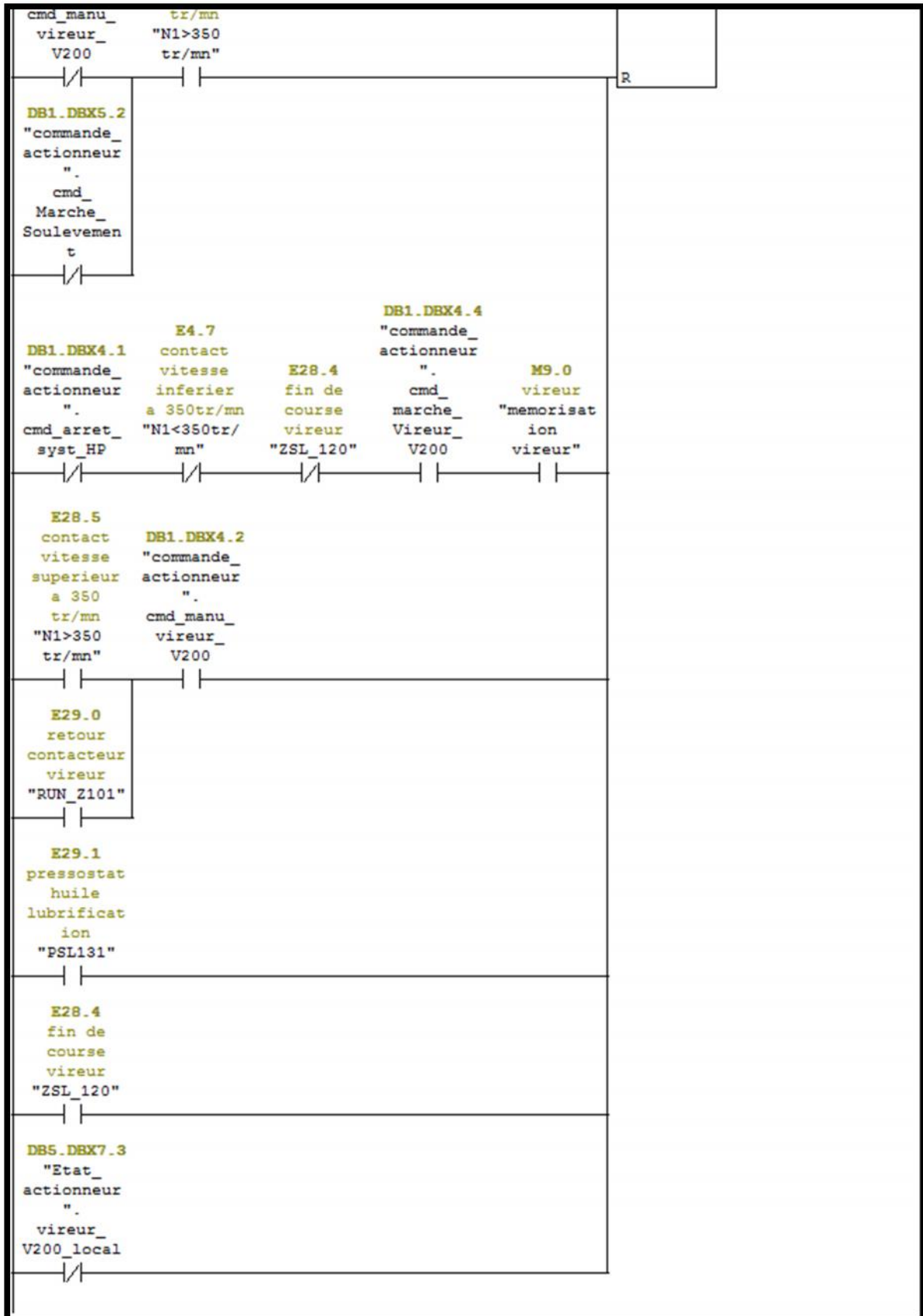


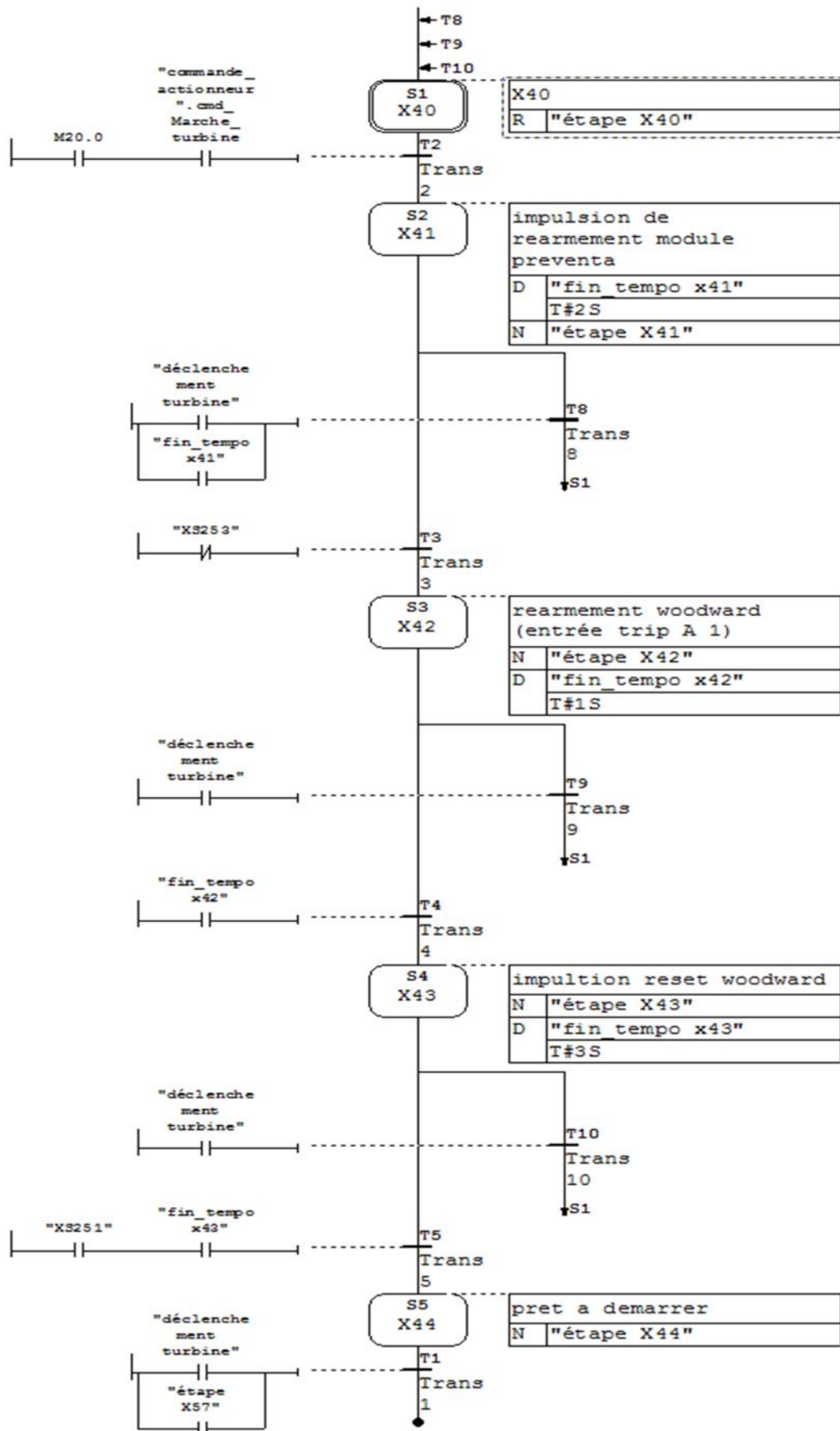
➤ **FC25** : Commande (Marche/Arrêt) du système de l'huile HP

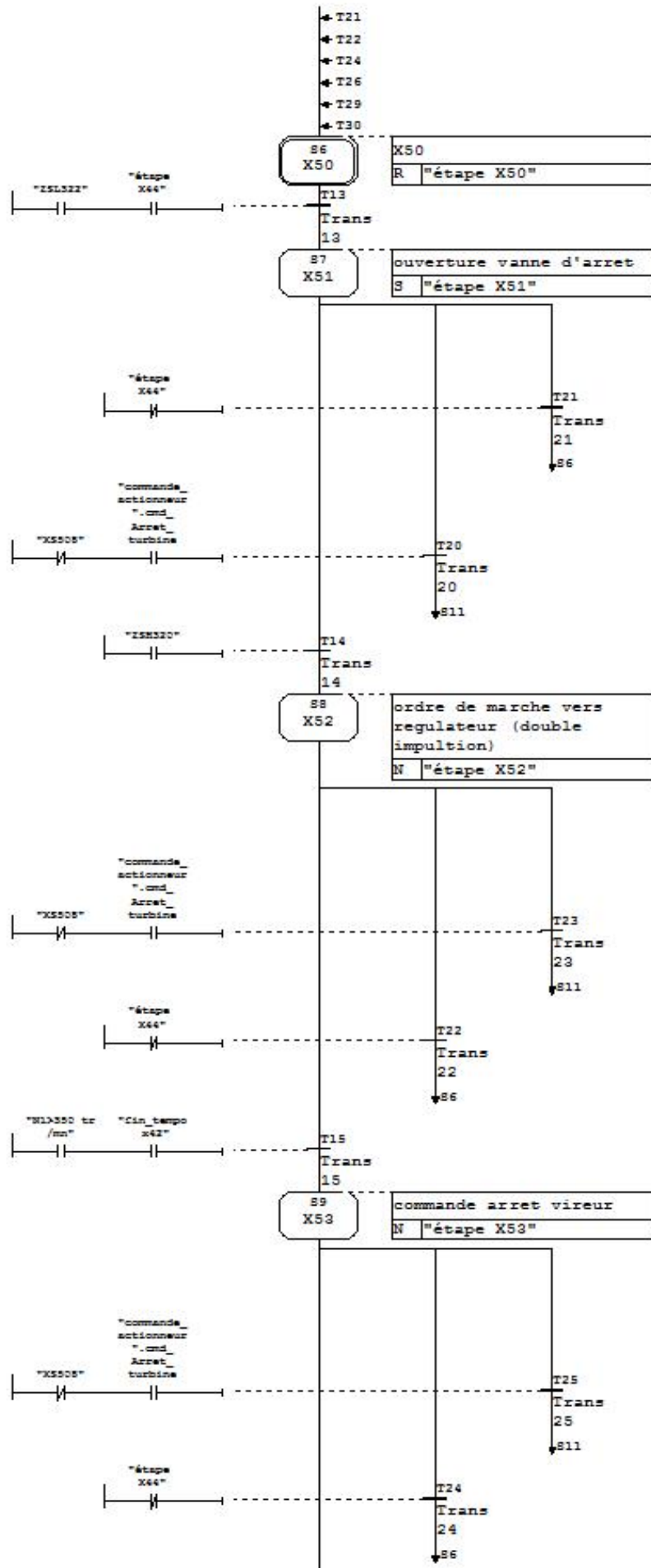


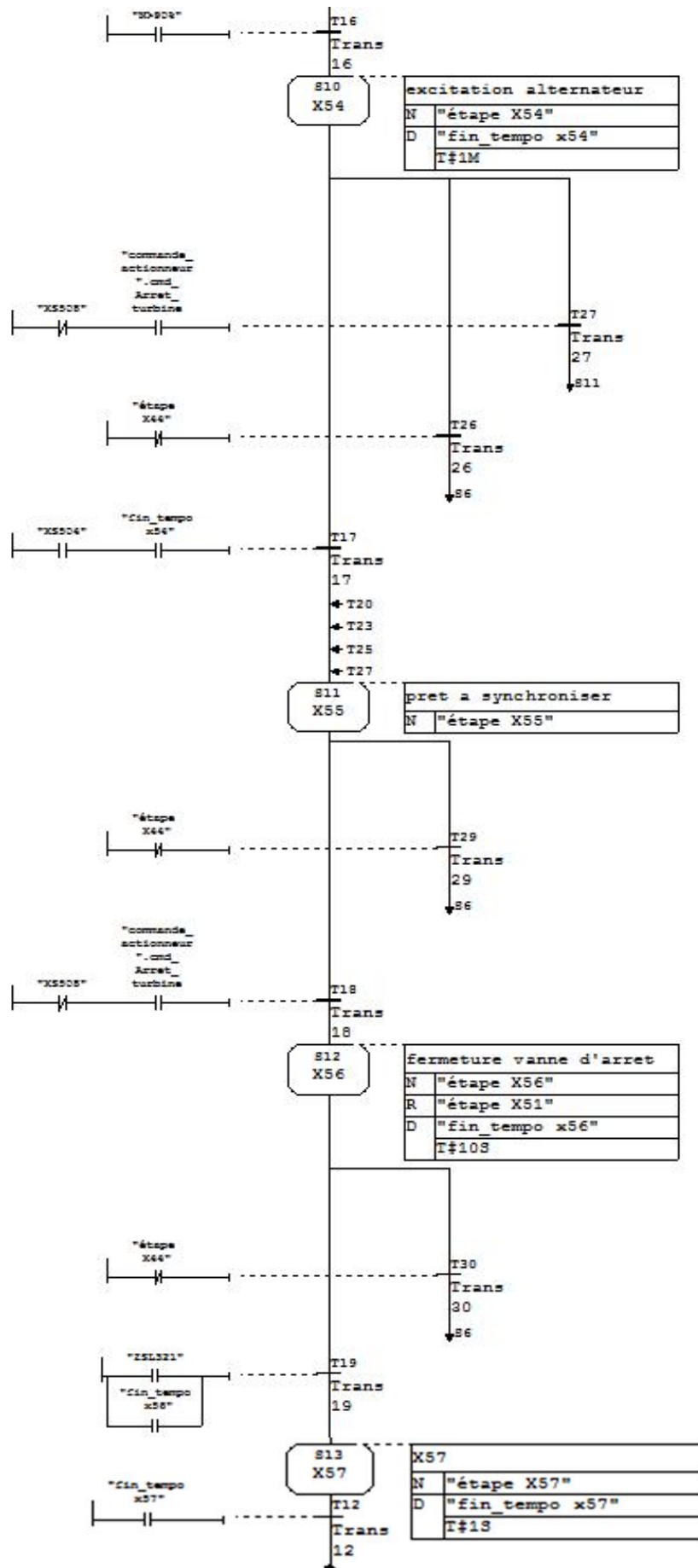
➤ FC28 : démarrage du vireur V200

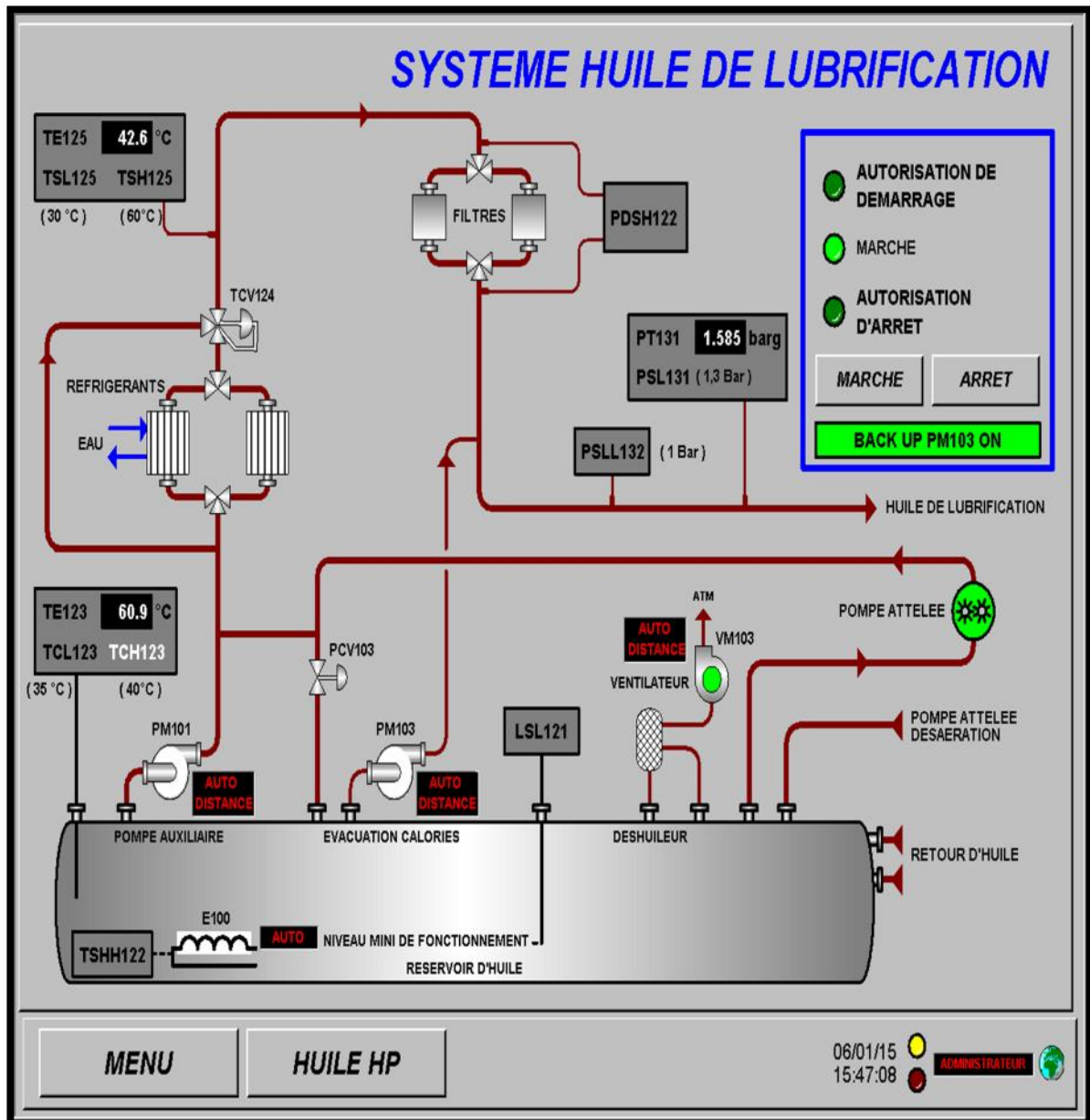


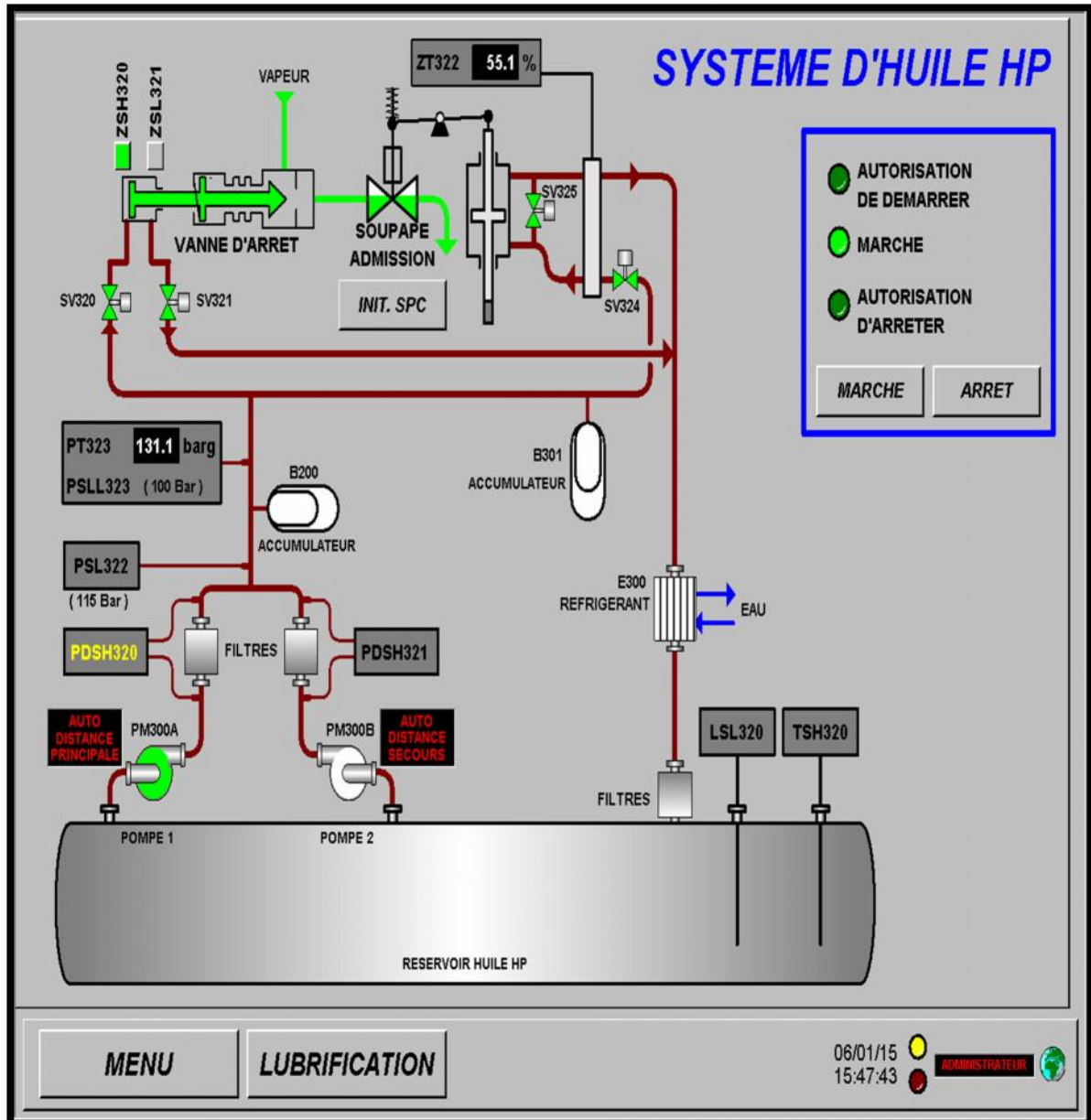


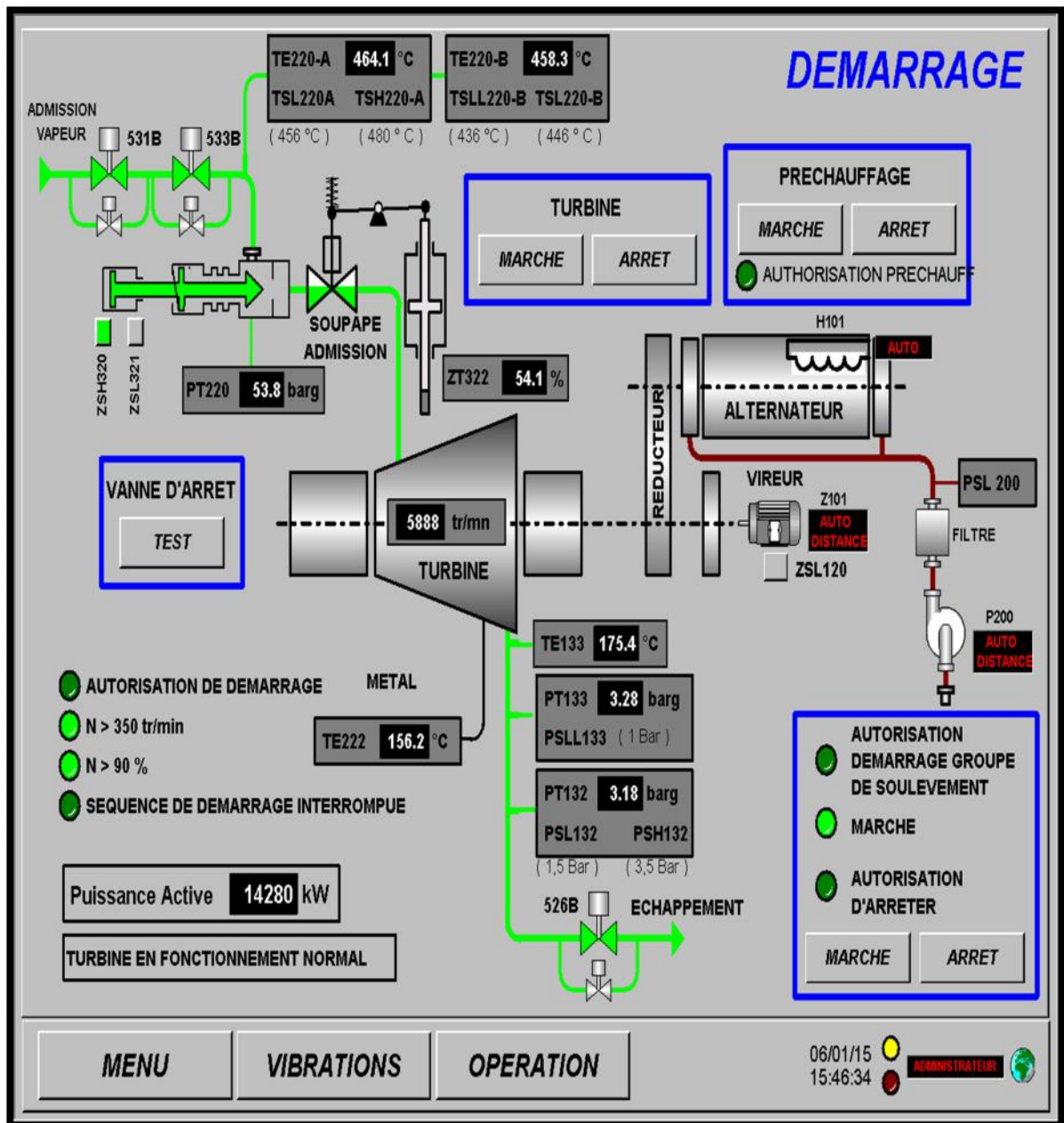
➤ **FB1 : Grafcet séquences démarrage**











Résumé

Ce mémoire présente une méthodologie générale pour l'automatisation d'un système industriel. Il a été question d'une étude détaillée d'un Turboalternateur qui a permis de modéliser son fonctionnement par suite un programme a été élaboré sur le logiciel Step7 qui une fois transféré dans l'automate S7-300 vas gérer le fonctionnement automatique de la machine. Vous trouverez également une description détaillée sur les automates programmables industriels et plus précisément le S7-300 de la firme SIEMENS. Une grande partie est consacrée à la description du logiciel Step7 en mettant en avant les étapes à suivre pour la création d'un projet d'automatisation, la configuration matériel, l'élaboration du programme et sa simulation. Enfin, la réalisation d'une interface homme machine qui sera prête à être chargée dans un pupitre operateur afin de commander à distance notre installation.

Abstract

This memory exhibits a general methodology for the automation of an industrial system. At first it was a matter of a detailed study about a turbo generator which made it possible to model its operation. Consequently a program was elaborated on the software Step7, therefore once transferred in the S7-300 automat, it will manage the automatic operation of the machine. You will also find a detailed description of the industrial programmable automats, more precisely the S7-300 of the SIEMENS firm. A great part is devoted to the description of the software Step 7, mainly by showing the different stages to follow in order to create an automation project, the configuration hardware, the development of the program and its simulation. Finally, the realization of a human-machine interface that will be ready to load into a console operator to remotely control our facility.

تقدم هذه منهجية عامة لأتمتة نظام الصناعي. وقد كان هناك حديث عن وضع دراسة مفصلة عن
7 (TURBOALTERNATEUR) التي تم استخدامها في تصميم نموذج بين كيفية تشغيل
STEP 4 S7-300 يسمح إدارة عملية تلقائية من الجهاز .
تجد أيضا وصفا مفصلا عن أدوات التحكم المنطقية القابلة للبرمجة وبشكل أكثر تحديدا شركة S7-300 SIEMEN .
ويخصص جزء كبير منه إلى وصف برنامج STEP 7 من خلال تسليط الضوء على الخطوات لإنشاء مشروع الأتمتة، وتكوين
الأجهزة، وتطوير برامج .
يص برنامج Wincc flexible .