

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud MAMMERRI De Tizi-Ouzou



Faculté de Génie Electrique et d'Informatique
Département d'Automatique

Mémoire de Fin d'Études
Master Professionnel
Spécialité : **Automatique Industrielle**

Présenté par
IRMOULI Kamel
HAMADI Syphax

Mémoire dirigé par M. **Bensidhoum** et co-dirigé par M. **Ahmedi FRANE**

Thème

**Automatisation de la commande d'un four
thermique par migration de technologie**

Mémoire soutenu publiquement le 24 juin 2018 devant le jury composé de :

M. Ali Bay Mohamed,	UMMTO	President
M. Idjeri Boussad,	UMMTO	Examineur
M. Boukendour Ouiza,	UMMTO	Examineur

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail.

*Au terme de ce travail nous tenons à exprimer nos vifs remerciements spécialement à notre Co-promoteur Mr **Ifrane Ahmed** pour son aide et ses conseils judicieux tout au long du projet, Nos remerciements s'adressent également à tous les personnels du centre mécanique en particulier à Mr **GHEZALI**, à Mr **NAIT LAZIZ** et Melle **NAIT LARBI** pour leurs aides et encouragements.*

*Nous tenons à remercier tous ceux qui ont aidé à réaliser ce travail, notamment notre promoteur Mr **Bensidhoum** pour le temps qu'il nous a consacré, son aide et ces orientations.*

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail Et de l'enrichir par leurs propositions.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail :

A la mémoire de mon cher père ;

A ma cher Mère ;

A mes chers frères et sœurs ;

A tous mes ami (e)s.

IRMOULI KAMEL



Dédicace

Je dédie ce travail :

A mon cher père ;

A ma cher Mère ;

*A la mémoire de mes chers
Grand parents ;*

A ma chère sœur ;

A tous mes ami (e)s.

HAMADI SYPHAX



❖ Symboles et abréviations

API : Automate Programmable Industriel.

CPU : Computer Process Unit.

DB : Data Bloc.

FB : Fonctional Bloc.

FC : Function Bloc.

HMI : Human-Machine Interface.

IHM : Interface Homme-Machine.

LIST : Le langage à instruction (machine)

MPI : Multi-Points Interface.

OB : Organisation Bloc.

PLC : Programmable logiciel Control.

Profibus: Programmable Field Bus.

PS : Power Supply.

S7 : Step 7.

TOR : Tout Ou Rien.

TP : Touch Panel.

WinCC : Windows contrôle commande.

❖ Liste des Figures

Figure « I.1 » :Filiale Véhicules Industriels de Rouïba (V.I.R).....	3
Figure « I.2 » :Situation géographique du complexe SNVI.	5
Figure « I.3 » :Organigramme de Groupe SNVI.	6
Figure « I.4 » :Schéma montrant la relation entre les centres de production.	9
Figure « II.1 » :Exemple d'un cycle de traitement thermique	13
Figure « II.2 » : le Four UGINE type N133.....	14
Figure « II.3 » : Générateurs de gaz endothermique UGINE R20	15
Figure « II.4 » : Schéma descriptif du four UGINE N133	16
Figure « II.5.a » : Chargement et mise en chauffe.....	18
Figure « II.5.b » : Transfert des charges	18
Figure « II.5.c » : Descente de l'ascenseur et recule du vérin de transfert simultanément.....	18
Figure « II.5.d » : Remontée de la sole	18
Figure « II.5.e » : Charge traitée prête au déchargement.....	18
Figure « II.6 » : Régulateur de la température du four	20
Figure « III.1 » : Courbe Représente la variation de température on fonction de temps.....	25
Figure « III.2 » : La chaine Boucle de Régulation.....	26
Figure « III.3 » : Schéma descriptif de la régulation de la température	28
Figure « III.4 » : Schéma descriptif de la régulation du potentiel Carbone	29
Figure « III.5 » : Schéma descriptif du système d'extinction automatique.....	29
Figure « III.6 » : Schéma descriptif du système de détection de la charge.	30
Figure « III.7 » : Pressostat de l'air et du gaz naturel.....	31
Figure « III.8 » : Thermocouple type K	31
Figure « III.9 » : Capteur de niveau de l'huile	31
Figure « III.10 » : Moteur de la pompe à l'huile.....	32
Figure « III.11 » : Ventilateur Air combustion.....	32
Figure « III.12 » : Moteur de la pousseuse	33
Figure « III.13 » : Electrovanne circuit de refroidissement	33

❖ Liste des Figures

Figure « III.14 » : Sonde potentiel carbone ZCS3 (ADEV)	34
Figure « III.15 » : Capteur de mesure du point de rosée DPC2530 (SSI)	35
Figure « III.16 » : Capteur de flamme TDFI0033 (SharpEye)	35
Figure « III.17 » : Débitmètre à flotte VA40 (Krohne)	36
Figure « III.18 » : Détecteur de débit SBY332 (IFM)	36
Figure « III.19 » : Transmetteur de température (ROSEMOUNT 3144P)	37
Figure « III.20 » : Pressostat AM-5220 (UNIVER)	37
Figure « III.21 » : Contact fin de Course N1AD502-M (EUCHNER)	37
Figure « III.22 » : Vanne de régulation 7069 (Schubert&Salzer)	38
Figure « III.23 » : Electrovanne VE400AA (Honeywell)	38
Figure « III.24 » : Electrovanne 19119 (GURTNER)	38
Figure « III.25 » : Electrovanne ASCO série 262 (Emerson)	39
Figure « IV.1 » : Architecture du système d'automatisation	41
Figure « IV .2 » : Constituant d'un automate S7-300	43
Figure « IV .3 » : CPU315-2DP	44
Figure « IV .4 » : SM 321 DI32xDC24V	45
Figure « IV .5 » : SM 323 DI8-DO8xDC24V/0.5A	45
Figure « IV .6 » : SM 322 DO16xDC24V/0.5A	46
Figure « IV .7 » : SM 331 AI8x12Bit	46
Figure « IV .8 » : SM 331 AI2x12Bit	46
Figure « IV .9 » : SM 332 AO4x12Bit	47
Figure « IV .10 » : SM 332 AO2x12Bit	47
Figure « IV .11 » : PS 307 5A	48
Figure « IV .12 » : Rack de la gamme S7-300	49
Figure « IV .13 » : Configuration hardware de l'automate avec l'emplacement des modules	49
Figure « IV .14 » : Interface de programmation sous Tia –portal V13	51
Figure « IV .15 » : Interface de programmation sous Tia –portal V13	52
Figure « IV .16. A » : Organigramme de gestion des portes	53
Figure « IV .16. B » : Organigramme de commande de transfert et l'élévatrice de charge. ...	54

❖ Liste des Figures

Figure « IV .16. C » : Organigramme de commande de l'ascenseur et de la pousseuse	55
Figure « IV .16. D » : Organigramme de régulation de la température du bac d'huile.....	56
Figure « IV .16. E » : Organigramme de marche-arrêt du four.	57
Figure « IV .16. F » : Organigramme de la fonction de surveillance du niveau de l'huile.	58
Figure « IV .16. G » : Organigramme de marche-arrêt du ventilateur d'air et de la turbine de brassage.....	59
Figure « IV .16. H » : Organigramme de gestion de la pompe d'huile.....	60
Figure « IV .16. I » : Organigramme du système d'extinction automatique.....	61
Figure « IV .16. J » : Organigramme de la fonction de régulation du potentiel carbone.	62
Figure « IV .16. K » : Organigramme de la fonction de régulation de débit.....	63
Figure « IV .16. M » : Organigramme de la fonction de régulation du débit de gaz Endothermique et du débit gaz d'addition et du potentiel carbone.	64
Figure « IV .16. N » : bloc régulation TCONT_CP sous Tia Portal.	65
Figure « IV .16.O » : configuration les paramètres de régulateur TCONT_CP sous Tia Portal.	66
Figure « V.1 » : Programmation sous WinCC Tia Portal.	67
Figure « V.2 » : schéma synoptique de Déroulement de la Supervision.....	68
Figure « V.3 » : gamme des pupitres SIMATIC HMI multi panel MP377.	70
Figure « V.4 » : pupitre SIMATIC HMI multi panel MP377 12" Touch.	71
Figure « V.5 » : Différents Barre d'outils programmations WinCC Flexible V13.....	72
Figure « V.6 » : Liaison MPI automate IHM.	73
Figure « V.7 » : Hiérarchie des vues.	74
Figure « V.8 » : Animation d'une Vannes.....	76
Figure « V.9 » : Evènement liée à un bouton.	76
Figure « V.10 » : la Visibilité de l'afficheur	77
Figure « V.11 » : Vue initial.	78
Figure « V.12 » : Vue globale du four.	79
Figure « V.13 » : Vue de la chambre de chauffe.	80
Figure « V.14 » : Vue des bruleurs.....	80
Figure « V.15 » : Vue des paramètres.....	81

❖ Liste des Figures

Figure « V.16 » : Vue du Bac d'huile.	82
Figure « V.17 » : Vue du circuit de refroidissement.	82
Figure « V.18 » : Vue de la commande manuelle.....	83
Figure « V.20 » : Vue des alarmes.	84
Figure « V.21 » : Simulation de la mise en chauffe.	85

❖ Liste des Tableaux

Tableau « III.1 » : Représente la variation de température de four.	24
Tableau « III.2 » : le choix de type du régulateur selon Broïda.	26
Tableau « III.3 » : Calcul des paramètres de PID établis suivant la méthode de Broïda.	27
Tableau « III.4 » : Bilan des Entrées.	39
Tableau « III.5 » : Bilan des Sorties.	40
Tableau « III.6 » : Bilan des entrées/sorties.	40
Tableau « IV.1 » : Bilan de mémoire.	44
Tableau « IV.2 » : Bilan des modules entrées/sorties.	47
Tableau « IV.3 » : Bilan de courant.....	48
Tableau « IV.4 » : Rack universel de la gamme S7-300.....	49
Tableau « IV .5 » :Table Mnémonique de bloc régulation.	65
Tableau « V.1 » : Partie de la table de variables IHM.	74
Tableau « V.2 » : Représentations des éléments des vues.....	75

Sommaire

INTROCUCTION GENERALE.....	1
-----------------------------------	----------

DESCRIPTION DU COMPLEXE SNVI

1- DESCRIPTION GENERALE DE L'ENTREPRISE	3
2- HISTORIQUE DE L'ENTREPRISE SNVI	4
3- SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	5
4- ORGANISATION DU COMPLEXE SNVI	6
5- MISSIONS ET LES OBJECTIFS	9

CHAPITRE I : DESCRIPTION DE FONCTIONNEMENT DU FOUR N 133

I.1)- INTRODUCTION	11
I.2)- NOTION SUR LE TRAITEMENT THERMIQUE	11
I.2.1) - définition	11
I.2.2)- Principales opération en traitement thermique	12
I.3)- PRESENTATION DU FOUR N133	13
I.4)- GENERATEUR DE GAZ ENDOTHERMIQUE	14
I.5)- CONSTITUANT ET STRUCTURE DU FOUR	15
I.6)- FONCTIONNEMENT DU FOUR N133	17
I.6.1)- Fonctionnement de la partie pneumatique	19
I.7)- FONCTIONNEMENT DE LA REGULATION FOUR	20
I.8)- PROBLEMATIQUES	21
I.9)- CONCLUSION	21

CHAPITRE II : PLANIFICATION D'UNE SOLUTION D'AUTOMATISATION

II.1)- INTRODUCTION	22
II.2)- SOLUTIONS AUX PROBLEMATIQUES	22
II.2.1)- solution pour la régulations.....	22
II.2.2)- Solution pour les incendies	29
II.2.3)- Solution pour la détection de la charge	30
II.3)- INSTRUMENTATION NECESSAIRES POUR REALISER LES SOLUTIONS PROPOSE	30
II.3.1)- Instrumentations existantes.....	30
A.) - Les capteurs	30
B.) - Les actionneurs	32

II.3.2)- Instrumentations ajoutées	34
A.) - Les capteurs	34
B.) - Les actionneurs	37
II.4) -BILAN DES ENTREES/SORTIES	39
II.5) - CONCLUSION	40

CHAPITRE III : ABOUTISSEMENT DE LA SOLUTION PLANIFIER DU FOUR

III.1)-INTRODUCTION	41
III.2)-SOLUTION HARDWARE PROPOSEE	41
III.2.1)-Architecture globale du système d’automatisation	41
III.3)- NOTION SUR LES AUTOMATES S7-300	42
III.3.1)- Présentation générale de la gamme S7-300	42
III.3.2)- Caractéristiques de l’automate S7-300	42
III.3.3)-Structure générale d’un automate S7-300	42
III.3.4)-Les critères de choix de l’automate S7-300	43
III.4)- CONFIGURATION MATERIELLES SELECTIONNE	43
III.4.1)- sélectionné une CPU	43
III.4.2)- sélectionné des module d’entrées/sorties	45
III.4.3)- sélectionné d’une Alimentation	48
III.4.4)- sélectionné d’un rack	49
III.5)- SOLUTION SOFTWARE PROPOSEE	50
III.5.1)-présentation de logiciel Tia-portal v13	50
III.5.2)- Programmation	52
III.6)- CONCLUSION	67

CHAPITRE IV : DEVELOPPEMENT D’UNE PLATEFORME DE SUPERVISION

III.1)- INTRODUCTION	68
III.2)- LOGICIEL DE SUPERVISION SIMATIC WINCC RUNTIME PROFESSIONAL V13	69
III.3)- INTRODUCTION AUX INTERFACES HOMME MACHINE (IHM)	70
III.4)- LE PUPITRE SIMATIC IHM MULTI PANEL MP377 12"	71
III.5)- CREATION D’UN PROJET WINCC	72

III.5.1)- Etablissement d'une liaison IHM-PLC	73
III.6)-LES VUES DU FOUR UGINE N133	75
III.6.1)- Configuration des éléments des vues	76
III.6.2)- Les vues programmées	78
III.7)- TEST ET SIMULATION	83
III.9)-CONCLUSION	86
CONCLUSION GENERALE.....	88
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXE	

Introduction générale

Depuis l'antiquité, les philosophes ont toujours pensé que le monde suivait un principe *d'économie*. On retrouve cette idée dans l'expression ; « la nature fonctionne sous le principe du moindre effort ». L'homme faisant partie de ce monde, a toujours essayé de se faciliter la vie, en imaginant des solutions et des méthodes toujours plus économiques en terme d'énergie, de temps et d'effort. Il a commencé en exploitant d'autres formes d'énergies : énergie animale, énergie hydraulique, énergie éolienne. Cette quête de bien-être et d'économie liée bien sûr à la notion de besoin a été à la base de l'évolution des sciences en générale et de l'automatique en particulier.

Les premiers dans ce domaine ont été les Egyptiens vers 1500 /1400 avant J C. Déjà, l'homme recherchait des systèmes de régulation pour quantifier le temps. Il inventa la Clepsydre qui est un simple bol conique pourvu d'un orifice à la base, servant à l'écoulement de l'eau, La mesure du temps se faisait sur des graduations lisibles à l'intérieur du bol. La clepsydre fut utilisée pour mesurer de courtes périodes, comme la durée d'un discours ou d'une plaidoirie en Grèce, et la durée des moments courts lors d'expériences, comme celle de Galilée en 1610 sur la chute des corps. La clepsydre n'est qu'un simple exemple, mais l'automatique comme on la conçoit ou du moins sous sa forme moderne remonte au 18^{ème} siècle. Nous citerons quelques exemples de grands hommes, avec les premiers développements de l'ère industrielle au 18^{ème} siècle, Watt, avec ses systèmes de régulation à vapeur, Jacquard et ses métiers à tisser automatiques... Une liste exhaustive serait bien difficile à établir ! Tout ça s'inscrit toujours dans le besoin de l'homme à multiplier le nombre d'objets fabriqués, et produire en plus grande quantité, c'est là que l'automatisation des tâches est alors apparue, remplaçant l'homme dans des actions pénibles, dangereuses, délicates ou répétitives.

Le développement des connaissances des outils mathématiques et informatiques ont eu aussi conduit à un formidable essor des systèmes automatisés et des systèmes asservis, dans la deuxième moitié du 20^{ème} siècle.

L'automatisation est la priorité absolue dans les industries modernes. Elle consiste à assurer la conduite par un dispositif technologique qui se substitue aux opérations manuelles. Le système ainsi conçu sait prendre en compte les situations pour lesquelles sa commande a été réalisée. Ceci prend toute son importance lorsqu'il s'agit de système dont on a l'obligation de contrôler les changements, en vue d'arriver à une précision optimale.

Parmi les systèmes qui demandent beaucoup de précision, on trouve les fours de traitement thermique qui sont utilisés pour modifier les structures des pièces mécaniques.

L'exécution des traitements thermiques à eu lieu grâce à un ensemble de matériels nécessitant de gros investissements : Fours divers, générateurs d'atmosphères, dispositifs de

transfert de pièces, ...etc. C'est surtout les industries de pointe (aéronautique, nucléaire) et les industries de grande série (automobile) qui ont poussé au développement des performances des alliages et à la mise au point de traitements thermiques permettant d'atteindre certaines performances.

La problématique qui nous a été posée au sein de l'unité V.I.R du groupe « SNVI » est l'étude de la commande automatique du four de traitement thermique UGINE N133, sachant qu'il fonctionne avec la logique câblée, Cette dernière présente plusieurs problématiques surtout en termes de maintenance vue qu'elle tombe souvent en pannes. Le four ne dispose que de deux modes semi-automatique ou manuelle, et dans les deux modes les opérateurs interviennent souvent, ce qui cause des retards pour la production engagée.

Notre but est de faire une étude complète et détaillée de l'automatisation de ce four en utilisant l'automate S7 300 qui présente de meilleurs avantages vue sa grande souplesse, sa fiabilité et sa capacité à répondre aux exigences actuelles comme la commande et la communication, ajouté à tout ça l'élaboration du programme et la supervision de ce système via le logiciel TIA PORTAL V13.

A cet effet, le présent mémoire est réparti en quatre chapitres décrivant les volets principaux.

- Le **premier chapitre : porte sur** la description du four UGINE N133 ainsi que son principe de fonctionnement afin de poser la problématique.
- Le **deuxième chapitre** : nous apportons les solutions aux problématiques et nous proposons de nouveaux instruments de mesures et de commandes afin d'établir le bilan des entrées/sorties.
- Le **troisième chapitre** : nous synthétisons la partie hardware (configuration matérielle) et la partie software (programmation) de l'automate.
- Le **quatrième chapitre** : est consacré à la réalisation d'une interface homme-machine pour la partie supervision et test du programme réalisé.

1) Description générale de l'entreprise

La société nationale de construction mécanique (SONACOME), renommée société nationale des véhicules industriels (SNVI), fût créé en 1965. L'entreprise SNVI est une organisation et une unité économique qui réunit plusieurs services et moyens pour produire des biens au services destinés à la vente sur le marché afin de réaliser ses objectifs. Elle est spécialisée dans la construction et la commercialisation des véhicules mécaniques de catégorie « poids lourds ». Érigées en filiales le 1^{er} janvier 2011, elle regroupe cinq (05) filiales de production filiale Fonderie de Rouïba (F.O.R), filiale Véhicules Industriels de Rouïba (V.I.R), filiale Carrosseries Industrielles de Rouïba (C.I.R), filiale Carrosseries Industrielles de Tiaret (C.I.T) et la filiale construction de matériels et équipements,

Filiale Véhicules Industriels de Rouïba (voir Figure I.1) [1].



Figure I.1 : Filiale Véhicules Industriels de Rouïba (V.I.R).

2) Historique de l'entreprise SNVI

L'évolution de l'industrie mécanique au sein de la société nationale des véhicules industriels SNVI, est marquée par des grandes phases essentielles [1] :

- 1957 à 1967

Implantation de la société française BERLIET sur le territoire Algérien par la construction, en Juin 1957 d'une usine de montage de véhicule « poids lourd » à 30 Km à l'est d'Alger ; plus exactement à Rouïba.

- 1967-1981

Après 1962 l'industrie mécanique en Algérie était au stade embryonnaire, se limitant aux besoins de l'époque.

En 1967, fut créé la SONACOME regroupant en son sein 11 entreprises qui deviendront autonomes à partir de 1980.

Ce choix organisationnel a été confirmé par le conseil des ministres, le 06 juillet 1981, il donnât naissance à la société nationale de Véhicules Industriels (S.N.V.I) par décret n°81-342 du 12 décembre 1981.

- 1981-1995

La société SNVI est devenue une entreprise publique socialiste : de 1981 à 1995. Lors d'une réunion tenue par le comité national de restructuration de la SONACOME, et le décret de sa création lui consacra un statut de **Gestion Socialiste des Entreprises (GSE)** en vigueur au plan institutionnel.

- 1995-2011

Dès mai 1995, la SNVI change de statut juridique pour devenir une EPE (**devenir une Entreprise Publique économique**) régie par le droit commun : la SNVI est alors érigée en société par action SPA, au capital social de 2.2 milliard de dinars.

- De 2011 à Janvier 2015

Le mois d'Octobre 2011, la S.N.V.I a changé de statut juridique pour devenir un Groupe Industriel composé d'une Société Mère et de quatre filiales.

- Depuis Février 2015 à ce jour

Suite à la réorganisation du Secteur Public Marchand de l'Etat en date du 23 Février 2015, l'EPE FERROVIAL et toutes ses participations a été rattaché au Groupe SNVI comme 5ème Filiale.

4) Organisation du complexe SNVI

La SNVI "Entreprise Nationale des Véhicules Industriels" a pour vocation la conception, la fabrication, la commercialisation et le soutien après-vente d'une gamme de produits composée de :

- Camions et camions tracteurs
- Autocars et autobus
- Carrosseries Industrielles.

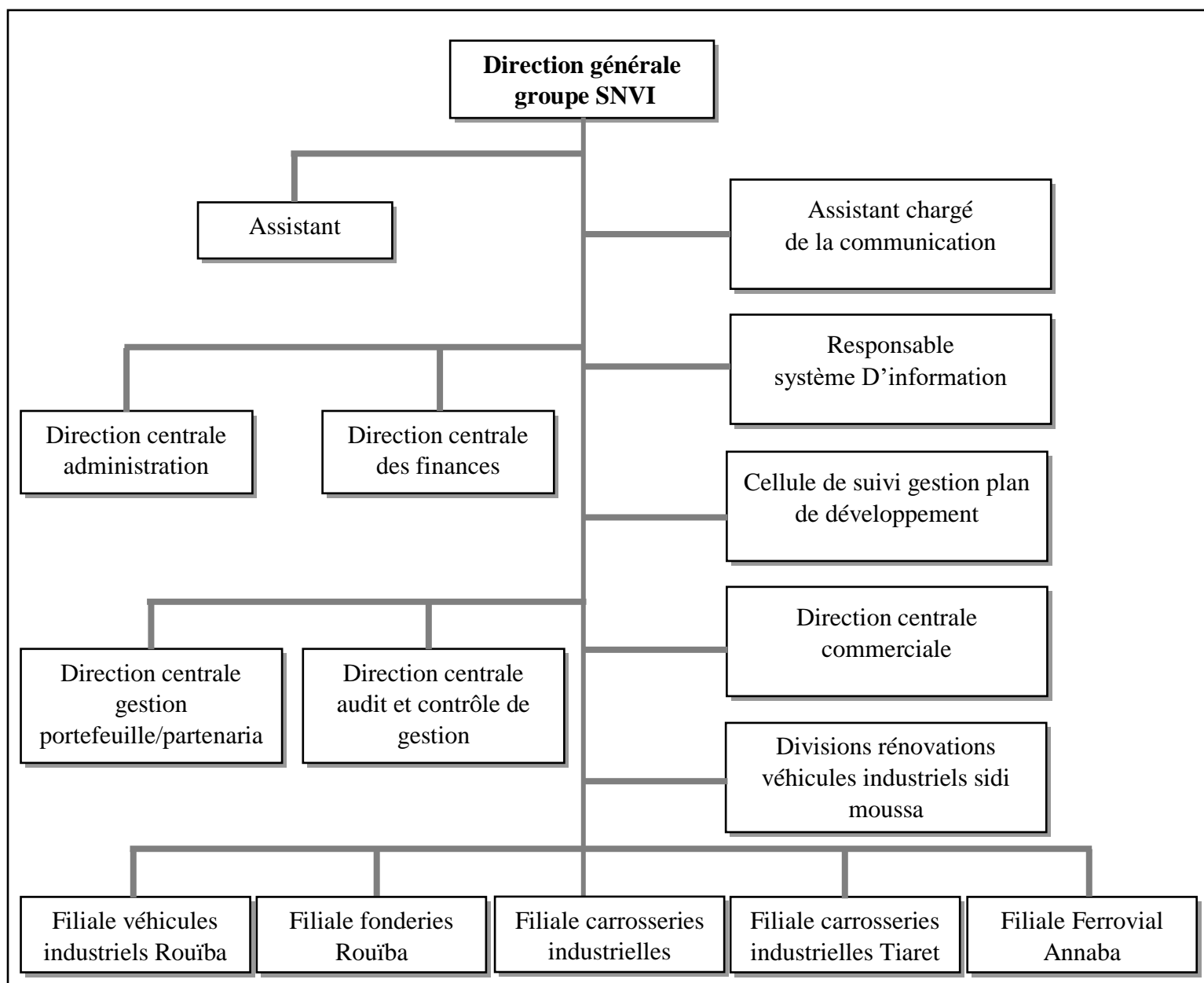


Figure I.3 : Organigramme de Groupe SNVI.

Le Groupe SNVI est constitué de :

4.1. Société mère composée d'une :

- Direction Centrale.
- Direction Centrale Commerciale et son réseau.
- Division Rénovation Véhicules Industriels - DRVI.

Les missions principales de la société Mère SNVI orientées essentiellement sont orientées vers l'exercice de contrôle des filiales et la gestion de portefeuille de participations dans les JV.

4.2. Filiale Fonderies de Rouïba (F.O.R) :

Produisant pour les structures de la SNVI, pour la sous-traitance et pour différents clients, des pièces brutes, en fonte lamellaire et fonte sphéroïdale ainsi que des pièces en aluminium.

4.3. Filiale Carrosseries Industrielles de Rouïba (C.I.R) :

Produisant des équipements tractés et portés ainsi que des caisses pour châssis mécanisés pour minibus et minicars.

4.4. Filiale Carrosseries Industrielles de Tiaret (C.I.T)

Spécialisée dans la conception et la fabrication de carrosseries industrielles portés et tractés dans les gammes suivantes : Plateaux, Benches, Citernes à eau, Citernes hydrocarbures, cocottes à ciment, Portes engins, Fourgons frigorifiques/standards et véhicules spéciaux.

4.5. Filiale Constructions de Matériels et Equipements à Annaba :

(FERROVIAL), L'Entreprise Publique Economique de Constructions de Matériels et Equipements Ferroviaires « FERROVIAL » a été créé en 1983 à la suite de la restructuration de la Société mère SN. METAL. Elle a été transformée en S.P.A. Société par actions en 1989 au capital social de 2.254.100.000 DA.

Le Siège de FERROVIAL est situé sur l'axe routier Annaba - El- Hadjar à 10 kms du Complexe Sidérurgique. Il est distant de 05 Km du port d'Annaba et il est desservi par une voie ferrée passant à proximité.

L'entreprise est constituée de deux entiers opérationnelles installer sur le même site que le siège de la Direction Générale.

L'entreprise a pour objet : les études, la recherche et le développement, la production et la commercialisation de Matériels et équipements ferroviaires de wagonnage de tous types, locomotives de manœuvre, appareils de voie, voiture voyageur et métro, Matériels de travaux publics : bétonnière, centrale à béton, brouette, Container maritime, Produits de diversification et de sous-traitance (mécanique, métallique). Produits forgés.

4.6. Filiale Véhicules Industriels de Rouïba (V.I.R) :

Produisant des camions de 6.6 à 26 tonnes de poids total en charge, des tracteurs routiers, des autocars et des autobus en mettant en œuvre diverses techniques et technologies telles : l'emboutissage, le taillage d'engrenages, la rectification, le forgeage et les traitements thermiques...

La filiale véhicules industriels de Rouïba est composée de 5 centres de production :

- **Le centre de forge:** produit à partir des barres en aciers: des arbres de boîtes, des corps d'essieux, des pignons, des coulisseaux, des fourchettes de boîtes de vitesses, des fusés et des leviers.
- **Le centre de tôlerie emboutissage :**
Fabrique les cabines de camions, les longerons, traverses de châssis, traitement de surfaces ainsi que la production, d'autres pièces et sous-ensembles élémentaires pour les centres de production et de montage.
- **Le centre montage camions:**
Assure l'assemblage des camions.
- **Le centre montage autobus:**
Effectue l'assemblage des autocars et des autobus et la fabrication des soubassements, des carcasses et des pièces de tôlerie.
- **Le centre mécanique:**
Usine à partir des barres laminées : ponts, essieux, boîtes de vitesses, boîtier de direction ainsi que diverses pièces, ses différents organes sont traités par traitement thermique et rectifiés par traitement mécanique avant d'être assemblé dans ce centre.

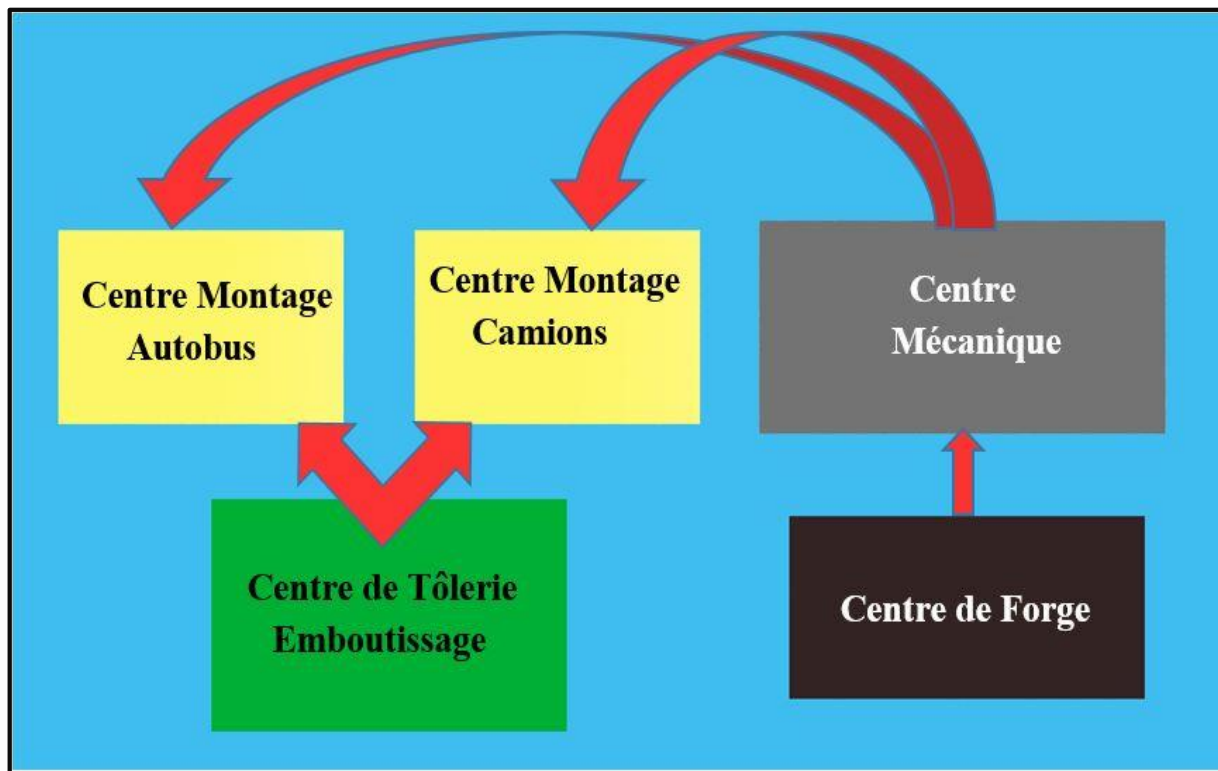


Figure I.4 : Schéma montrant la relation entre les centres de production.

Le processus que nous allons étudier est un four qui effectue une opération appelée **Le traitement thermique**, situé au niveau du **centre mécanique**.

5) Missions et Objectifs :

5.1. Satisfaire les besoins nationaux en véhicules industriels :

- Rentabiliser la production,
- Acquérir rapidement une gamme de technologie (taux d'intégration élevé, grand nombre des produits),
- Création et rationalisation de l'emploi,
- Utiliser les techniques performantes et adaptées,

5.2. Combler l'écart entre l'offre et la demande :

- Commercialiser les véhicules industriels fabriqués localement,
- Assurer la disponibilité de la pièce de rechange de la gamme SNVI,
- Assurer le service après-vente.

5.3. Minimiser le prix des produits et de services en assurant sa rentabilité

- Minimiser le prix de revient.
- Financer partiellement le développement de l'entreprise par la commercialisation.

5.4. Formation quantitative et qualitative du personnel :

- Assurer une bonne qualité de formation pour le personnel
- Assurer une formation pour une large partie du personnel

5.5. Contribuer au progrès économique et social :

- Assurer l'implantation industrielle et commerciale sur l'ensemble du territoire,
- Assurer la disponibilité des produits sur l'ensemble du territoire à un prix uniforme.

I. 1)-Introduction :

L'homme a découvert le métal, pas en tôle ou en barre comme le chocolat, mais sous forme de minerais. Les premiers métallos décidèrent de lui faire subir toute une série d'opération pour le nettoyer, l'affiner et lui donner une forme présentable et utilisable. Certains métaux peuvent être utilisé quasiment tels quels comme le cuivre par exemple. D'autres, comme les alliages fer-Carbone sont inutilisable dans leur état naturel. Les aciers doivent donc impérativement être traités thermiquement.

Les pièces mécaniques subissent des traitements thermiques, c'est ainsi que l'on peut modifier leurs structures. L'exécution des traitements thermiques à lieu grâce à un ensemble de matériels : fours divers, générateurs d'atmosphères, dispositifs de transfert de pièces... etc. C'est surtout les industries de pointe (aéronautique, nucléaire) et les industries de grande série (automobile) qui ont poussé au développement des performances des alliages et à la mise au point de traitements thermiques permettant d'atteindre certaines performances.

Dans ce contexte, nous présentons dans ce chapitre, certaines notions sur le traitement thermique et la description du fonctionnement du four N133, utilisé par l'entreprise SNVI pour améliorer les caractéristiques mécaniques de certaines pièces utilisées dans la construction automobile.

I.2)-Notion sur le traitement thermique :

I.2.1) -Définition :

Le traitement thermique d'une pièce de métal consiste à lui faire subir des transformations de Structures grâce à des cycles prédéterminés de chauffage et de refroidissement afin d'en améliorer les caractéristiques mécaniques : dureté, ductilité, limite d'élasticité, malléabilité...etc. Les applications types sont les engrenages et les arbres de transmission destinés à l'industrie automobile, ainsi que tous les composants qui fonctionnent pendant de longues périodes et sous de fortes charges [4].

I.2.2) -Principales opérations en traitement thermique

Il existe un grand nombre d'opérations de traitement thermique qui sont utilisés dans l'industrie, nous évoquerons quatre traitements qui vont être essentiel pour la compréhension de notre processus [4] :

- **La trempe** : consiste à chauffer la pièce mécanique à 920°C et puis la refroidie très rapidement, elle s'effectue à l'air ou dans l'huile suivant la composition de la pièce, ceci permet d'augmenter la dureté et la résistance de la pièce.
- **Le revenu** : la pièce mécanique est chauffé à une température inférieure à celle de la trempe à 200°C, puis refroidi lentement, ce traitement permet d'améliorer la ténacité et diminue les tensions internes. Si une lame en acier ayant subi une trempe mais sans revenu on trouve des fissures traversant la lame, cette technique se pratique après une opération de trempe.
- **Le recuit** : consiste à chauffer l'acier et le refroidir lentement, il est généralement appliqué pour diminuer les contraintes internes et abaisser sa dureté, cette technique se fait lorsqu'on oublie une opération de l'usinage et la pièce est déjà trempé donc, il faut abaisser sa dureté d'abord.
- **La cémentation** : est un **traitement thermochimique** consiste à augmenter la dureté superficielle des pièces en acier, pour cela, on augmente la teneur superficielle en carbone, le noyau n'est pas affecté.

La **Figure II.1** Montre un exemple d'un cycle de traitement thermique comportant la cémentation, la trempe et le revenu. Les pièces sont d'abord chauffées à 920°C "partie A", ceci se fait grâce au transfert de chaleur qui se produit entre les pièces et le milieu chauffant une fois le domaine austénitique atteint, on diffuse le carbone dans la pièce pour le traitement superficielle "partie B", puis on descend rapidement en température en trempant les pièces "partie C". Les pièces trempées sont ensuite chauffées à 200°C puis, elles sont refroidies lentement "partie D".

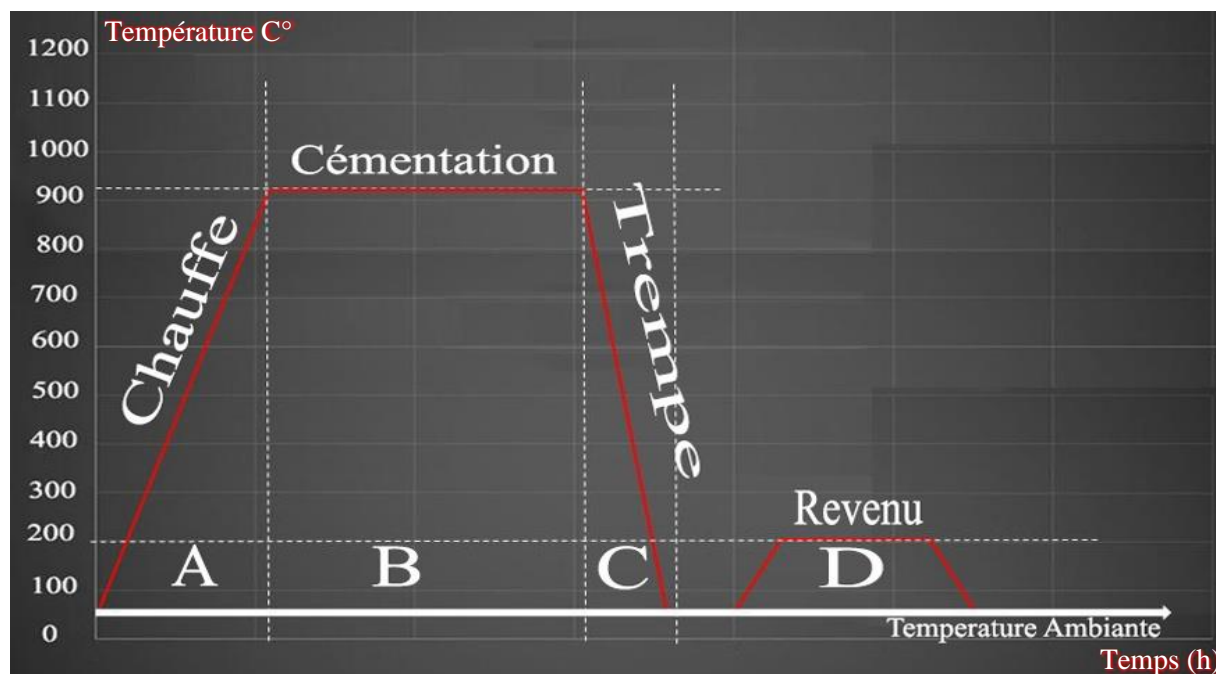


Figure II.1: Exemple d'un cycle de traitement thermique.

I.3) - Présentation du four N133 :

Le four UGINE type N133 (voir **Figure 2**) est un four semi-automatique à bac de trempe incorporé destiné principalement à la trempe sous atmosphère et à la cémentation-trempe. Il peut être également utilisé à la cémentation suivie d'un recuite, ou d'un recuit simplement. L'atmosphère de protection des pièces est élaborée dans des générateurs endothermiques UGINE type R.20 La charge à trempe est constituée par un ensemble de 3 plateaux. Seules les opérations d'introduction et de sortie des charges sont manuelles. Deux chariots transferts servent à alimenter le four et à transférer les charges vers une ligne de lavage-revenu. Un poste de préparation, comprenant 2 lignes à rouleaux et une table élévatrice, permet la confection des montages.

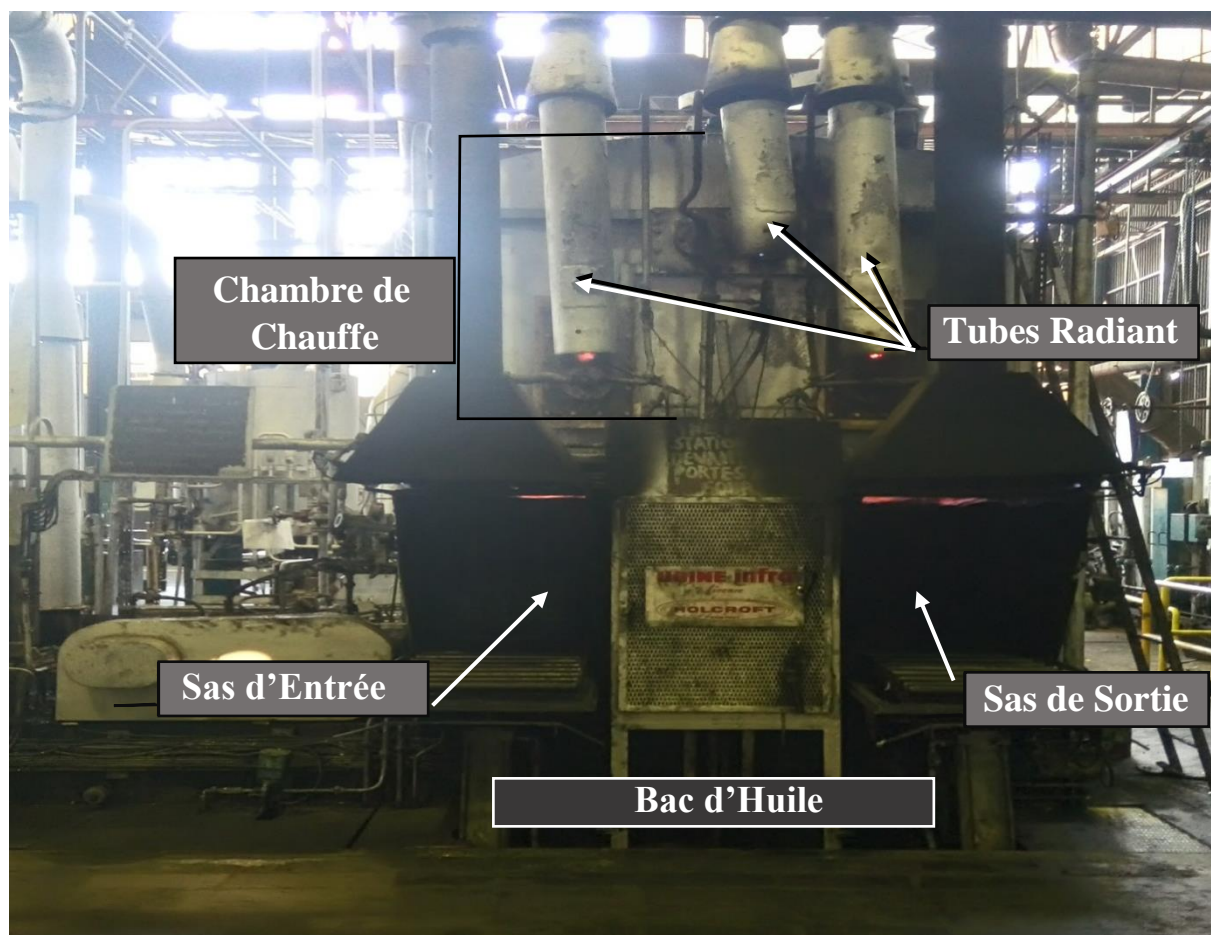


Figure II.2 : le Four UGINE type N133.

I.4) - Générateur de gaz endothermique :

Les générateurs endothermiques sont des réacteurs chimiques chauffés dans lesquels est réalisée une combustion en défaut d'air d'un hydrocarbure. Le gaz de réaction utilisé peut être du gaz naturel, du méthane, du propane ou du butane [3].

Une atmosphère typique est obtenue à partir de l'oxydation partielle du méthane : elle est composée en volume, essentiellement d'azote ($\approx 40\%$), d'hydrogène ($\approx 40\%$) et de monoxyde de carbone ($\approx 20\%$). Ces atmosphères, à potentiel carbone contrôlé, sont utilisées pour la cémentation des aciers et le chauffage avant trempe. Il faut noter que le gaz endothermique est très combustible et très toxique du fait de la forte teneur en monoxyde de carbone. Il est donc essentiel d'installer le générateur dans un local aéré et de vérifier qu'il n'existe aucune fuite sur les canalisations de gaz endothermique. Il ne faut introduire l'atmosphère dans le four qu'au-dessus d'une température de 750°C et il faut, au préalable,

purger le four par un gaz neutre. À la sortie du four, le gaz doit être brûlé et les fumées évacuées par des cheminées [3].

La Figure II.3 montre les deux générateurs de gaz endothermique UGINE R20 qui alimentent le four N133.



Figure II.3 : Générateurs de gaz endothermique UGINE R20.

I.5) -Constituant et structure du four :

Le four UGINE N133 se compose de [2]:

- Une chambre de chauffe surélevée équipée de 3 tubes radiants de chauffage, et d'une turbine de brassage laquelle assure une bonne homogénéité de la température de l'atmosphère
- Un sas d'entrée permettant le chargement et la translation des charges
- Un sas de sortie permettant le déchargement. Ce sas est équipé de radia-plaques pour refroidissement sous atmosphère.
- Un bac de trempé dont l'huile peut être :
 - ✓ Chauffage par tube radiant immergé.
 - ✓ Refroidie par l'eau circulant dans un échangeur tubulaire.

- Sept veilleuses situées dans la chambre de chauffe, le bac d'huile, la torchère de purge et dans les portes d'entrée et de sortie.
- Une sole élévatrice permettant d'introduire les charges dans la chambre de chauffe.
- Un ascenseur recevant les charges de la chambre de chauffe et les immergeant dans l'huile.
- Un dispositif de transfert assurant le déplacement des charges en attente dans le sas d'entrée vers la sole élévatrice, et des charges chauffées vers l'ascenseur de trempe.
- Une pousseuse d'évacuation assurant le déplacement des charges du sas de sortie vers le chariot transfert assurant le déchargement.
- Un ensemble comprenant : ventilateur Pressostats..., assurant l'alimentation en mélange air-gaz des tubes radiants de chauffage.

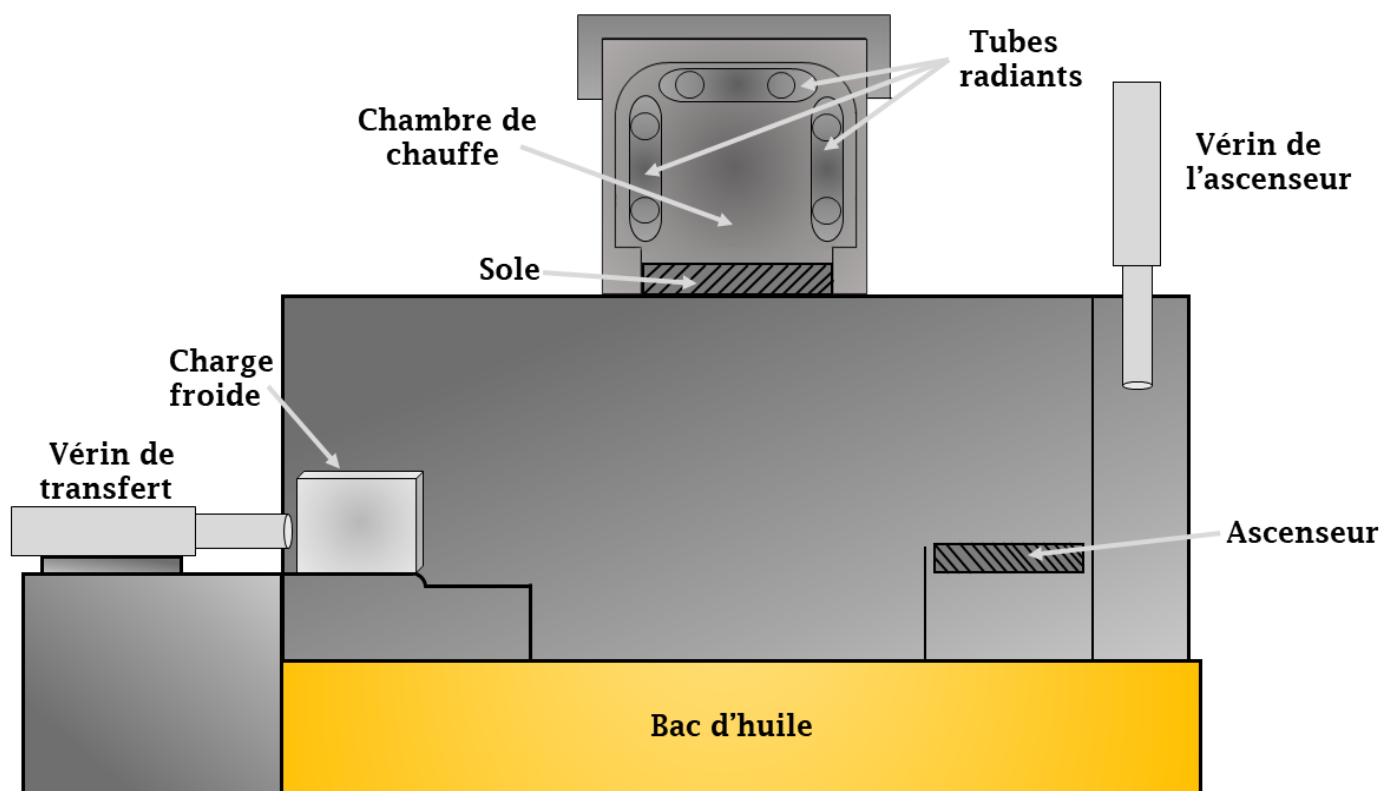


Figure II.4 : Schéma descriptif du four UGINE N133.

I.6) - Fonctionnement du four N133 :

Le four peut fonctionner selon deux modes de fonctionnement "manuel" ou "semi-automatique", l'opérateur choisit le mode à l'aide d'un commutateur. Dans les deux modes, les charges sont introduites manuellement dans le sas d'entrée, à l'aide d'un ringard [2].

➤ **En semi-automatique :**

Les mouvements sont synchronisés et verrouillés électriquement, les cycles habituellement employés sont :

- Chauffe-Trempe.
- Chauffe-Recuit.
- Chauffe- Diffusion du carbone-Sortie directe.
- Cémentation-Diffusion du carbone-Trempe.

Dans le cas d'un cycle "chauffe-trempe", le sas d'entrée étant chargé, la sole en position haute également chargée, l'ascenseur de trempe en position haute (voir Figure II.5.a), le commutateur de fonctionnement sur "automatique" [2] :

1. Lorsque la minuterie de chauffe a terminé son cycle, la sole descend sauf le premier cycle, la sole descend en appuyant sur un bouton poussoir.
2. La sole arrivée en position basse, le dispositif de transfert pousse à la fois les plateaux du sas d'entrée sur la sole, et de la sole sur l'ascenseur de trempe (voir Figure II.5.b).
3. Le transfert en position avant, l'ascenseur de trempe descend et le transfert recule simultanément (voir Figure II.5.c).
4. Le transfert en position arrière commande la remontée de la sole (voir Figure II.5.d).
5. La sole en remontant commande l'ouverture des portes. Une fois les portes ouvertes on effectue un nouveau chargement.
6. Lorsque la minuterie de trempe a terminé son cycle, l'ascenseur de trempe remonte (voir Figure II.5.e).
7. Après un temps d'égouttage de 10mn environ, l'opérateur effectue un déchargement en appuyant sur un bouton poussoir, un chariot doit être présent pour évacuer la charge.
8. On ferme les portes, la minuterie de chauffe démarrera lorsque la température de consigne sera atteinte, et le cycle se poursuit.

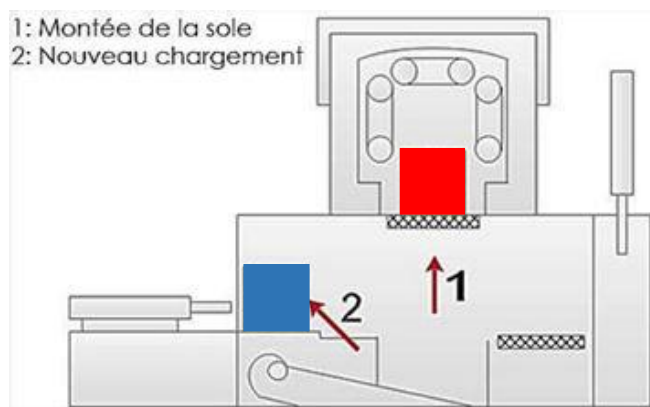


Figure II.5.a : Chargement et mise en chauffe.

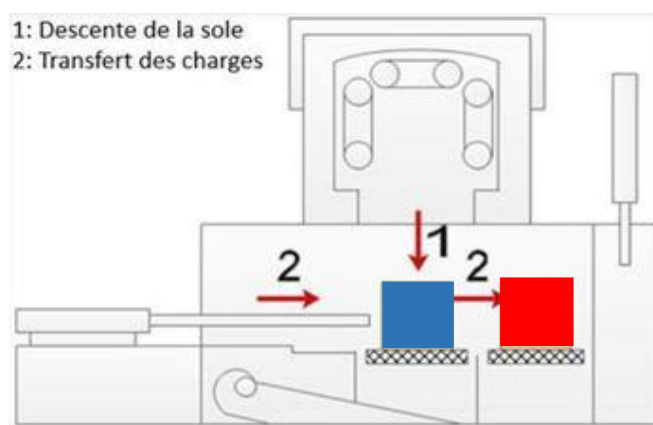


Figure II.5.b : Transfert des charges.

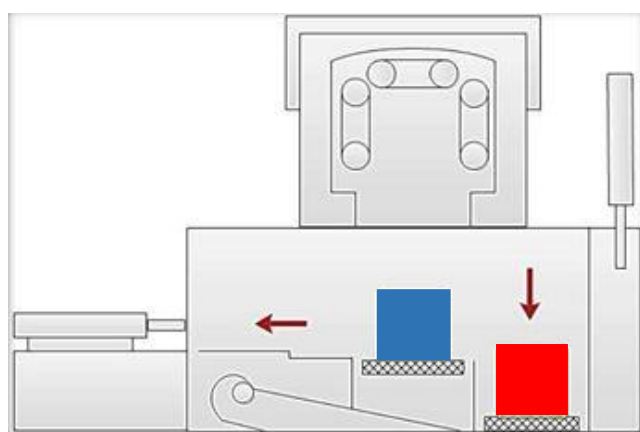


Figure II.5.c : Descente de l'ascenseur et recul du vérin de transfert simultanément.

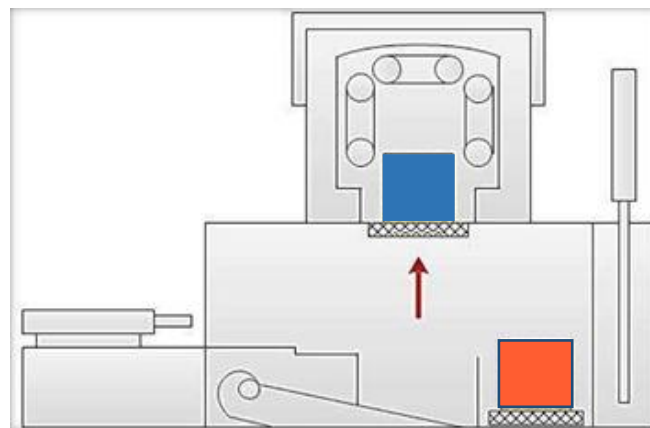


Figure II.5.d : Remontée de la sole.

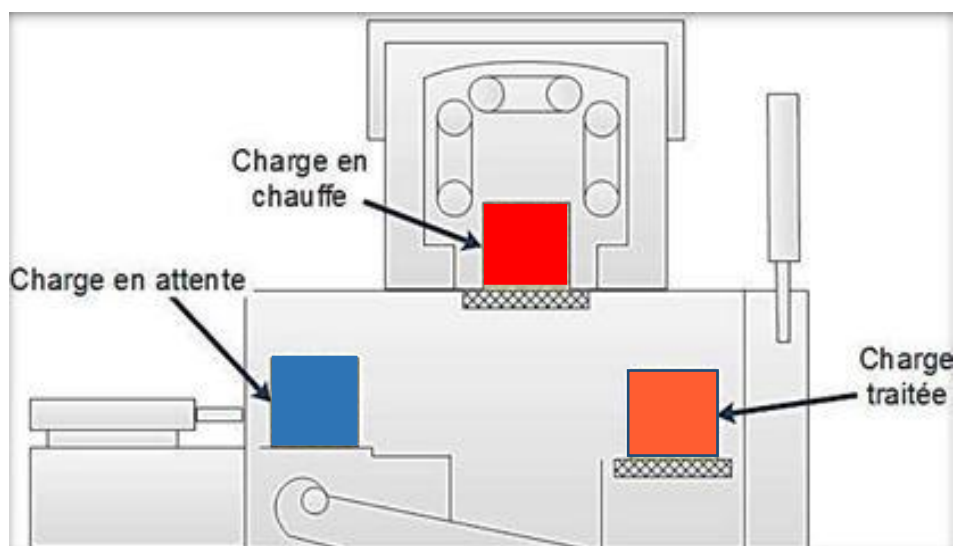


Figure II.5.e : Charge traitée prête au déchargement.

➤ **En manuel :**

- Les minuteriers sont hors circuit.
- La descente de la sole est commandée par un bouton poussoir, la sole descend, et les opérations suivantes se font automatiquement, le dispositif de transfert pousse à la fois les plateaux du sas d'entrée sur la sole, et de la sole sur l'ascenseur de trempe, le transfert en position arrière commande la remontée de la sole.
- Pour l'ascenseur de trempe, elle est commandée par un commutateur de sélection "Descente" ou "Montée".
- L'ouverture et la fermeture des portes sont commandée par deux boutons poussoirs.

I.6.1. Fonctionnement de la partie pneumatique

A partir de la Figure décrit dans l'annexe A, on peut constater le fonctionnement de la partie pneumatique, la commande des vérins de la porte d'entrée VPE, de la sortie VPS et le vérin de l'ascenseur VA, est assurée par un distributeur 5/2, on a une bobine C pour la commande des portes, et une bobine B pour l'ascenseur.

Pour éviter une sortie simultanée du vérin de transfert VT et du vérin de la sole VS, on commande les deux avec un seul distributeur 5/2 et deux bloqueurs B1 et B2 à commande pneumatique. Lorsque la bobine A est excitée, VS avance et la sole descend ceci va débloquent B1 et laisse passer l'air pour faire avancer VT. Une fois VT en position avant il va bloquer la remonte de la sole grâce au bloqueur B2, ce dernier sera débloquent dès que VT sera en position arrière impliquant la remonter de la sole.

I.7) -Fonctionnement de la régulation four :

Le four UGINE N133 possède deux régulateurs de température, ces derniers agissent sur le degré d'ouverture de la vanne motorisée, ceci à pour effet de faire varier le débit d'air entrant dans les tubes radiant. La température de la chambre de chauffe doit atteindre la consigne donnée par l'opérateur (Exemple : 920°C pour la cémentation), le chauffage se fait en mode "chauffage fort" c'est-à-dire vanne motorisée du four (VMF) entièrement ouverte, quand la consigne est pratiquement atteinte le four passe en mode "chauffage faible" dans lequel la vanne motorisée varie entre deux positions "moitié ouvert" et "fermée" [5].

La figure II.6 montre le régulateur de température de la chambre de chauffe, la consigne de 810°C (en noir) et la température réelle 800°C (en rouge).



Figure II.6 : Régulateur de la température du four.

Pour pouvoir admettre le gaz endothermique dans la chambre de chauffe, il faut que cette dernière soit au moins à 750°C. Un contact de sécurité du régulateur coupe l'atmosphère (gaz endothermique) lorsque la température du four descend en dessous de 750°C [2].

La température de l'huile doit rester dans l'intervalle [90°C, 120°C], dès que le premier point de consigne (90°C) est atteint la vanne motorisée du bac (VMB) se ferme. Si le deuxième point de consigne (120°C) est dépassé l'électrovanne de refroidissement s'ouvre pour baisser la température [2]. Il faut noter que la régulation de la température de l'huile est délicate, à cause de l'échange de température lors de la trempe des charges chaudes qui brule l'huile si celle-ci atteint les 260°C.

I.8) -Problématiques

Le four N133 est un ancien four datant des années 70, il est muni d'une installation programmée avec une logique câblée, ceci rend sa maintenance difficile et nuit à la production et au rendement vu les pannes fréquentes que rencontre le four. Grâce à des visites régulières du site et plusieurs entretiens avec les techniciens, nous avons pu noter les problèmes suivants :

- ✚ La régulation de la température n'est pas précise.
- ✚ La régulation du débit du gaz d'addition (méthane) et du gaz endothermique se font manuellement avec des vannes manuelles, ce qui rend la cémentation imprécise et crée de l'humidité à l'intérieur du four ce qui rallonge le temps de la cémentation.
- ✚ Pas de mesure continue du **point de rosée**.
- ✚ La majorité des vannes sont manuelles, ceci fait intervenir l'opérateur à plusieurs reprises.
- ✚ Pas de détection de présence d'eau de refroidissement, ainsi que de la charge devant le vérin de transfert.
- ✚ Pas de système d'extinction des feux, en cas d'incendie.

I.9) -Conclusion

Dans ce chapitre nous avons donnée et expliqué certaines notions sur le traitement thermique, nous avons aussi donné une description du four N133, ainsi que son principe de fonctionnement. Cela, nous a permis d'étudier et proposer de nouvelles solutions pour résoudre les problématiques que rencontre le fonctionnement du four, qui seront développés dans le prochain chapitre avec le dimensionnement des instruments de mesure et des commandes.

II.1) - Introduction

Le travail d'automatisation de la commande du four, qui a l'origine été à base de logique câblée, nécessite la conception d'une nouvelle architecture à base d'automate programmable industriel, et résoudre les différents problèmes situés dans le chapitre précédent.

Nous proposons dans ce chapitre notre solution apportée aux différents problèmes.

II.2) - Solutions aux problématiques

II.2.1) - Solution pour la régulation

Afin d'augmenter le rendement du four UGINE N133 et d'optimiser le traitement thermique des pièces, nous devons contrôler la variation des grandeurs : de température, de potentiel carbone, Et cela grâce à la régulation.

La régulation dans le domaine des procédés industriels concerne la mise en œuvre de l'ensemble des moyens théoriques, matériels et techniques pour maintenir chaque grandeur physique essentielle égale à une valeur désirée, appelée consigne, par action sur une grandeur réglant, et ce, malgré l'influence des grandeurs perturbatrices du système, cela est possible grâce notamment au régulateur PID, appelé aussi correcteur PID (proportionnel, intégral, dérivé) qui est un algorithme de contrôle, permettant d'améliorer les performances d'un système . C'est le régulateur le plus utilisé dans l'industrie où ses qualités de correction s'appliquent à de multiples grandeurs physiques [3].

➤ Régulation de la température :

La régulation est primordiale, surtout quand il s'agit de la cémentation ou la température doit être maintenue à 920C° constamment pour permettre à la pièce de recevoir le Carbone en surface et durcir. Pour faire ce travail de régulation, la première tâche consiste à définir le système « four ». Nous avons besoin du modèle mathématique sous la forme d'une équation différentielle ou d'une fonction de transfert qui représente les relations entre les entrées et les sorties du processus ce qui signifie le construire à partir d'une analyse physique. L'établissement du modèle de connaissance est utilisé pour les systèmes peu complexes et parfaitement connus. Alors que généralement les systèmes sont d'une grande complexité qu'on ne pas facilement les mettre en équation. De plus le modèle reste approximatif car, on ignore d'autres éléments importants qui perturbent le système, comme

l'effet de la température, l'humidité, l'usure...etc. Ce qui est le cas pour notre système « four », donc on a opté pour une autre méthode qui est l'identification.

a. Identification :

L'identification d'un système c'est la détermination de son modèle mathématique sur la base des observations expérimentales entrées-sorties. Le traitement mathématique des réponses graphiques du système est appelé IDENTIFICATION.

Identifier un procédé ou système consiste à proposer une structure entre son entrée et sa sortie et à déterminer à partir du couple entrée-sortie, les valeurs des paramètres du modèle. Le modèle ainsi trouvé, doit dans son domaine de validité se comporter comme la réalité (physique) ou au moins s'en approcher au plus près [27].

b. Méthodologie :

En l'absence de toute perturbation, on envoie un signal d'entrée $U(t)$ connu (impulsion échelon ou rampe) et on enregistre le signal de sortie $Y(t)$ qui est analysé ensuite, ce qui représente la repense expérimentale, cette dernière est confrontée aux réponses théoriques possibles. Pour déterminer la méthode appropriée d'identification du modèle. Il existe plusieurs méthodes d'identifications du modèle. On peut citer les plus connus qui sont : modèle de Strejc, modèle de Broïda, et modèle de Ziegler Nichols...etc.

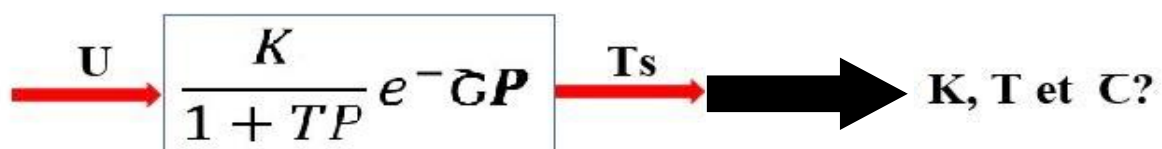
❖ **Modèle Strejc :**

Cette méthode permet l'identification d'un processus dont la repense n'as pas de dépassement. Le modèle mathématique est alors



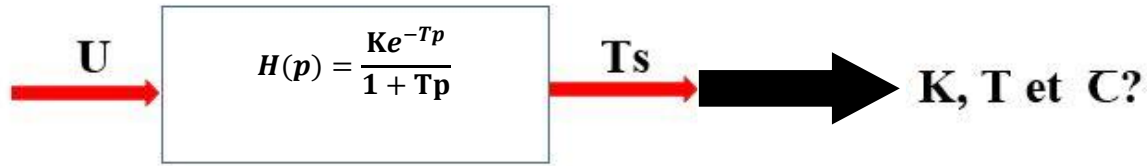
❖ **Modèle Broïda :**

La méthode de Broïda est une méthode d'identification en boucle ouverte d'une réponse indicielle expérimentale, qui consiste à assimiler la fonction de transfert d'un système d'ordre n à celle du premier ordre affectée d'un retard pur.



❖ **Modèle Ziegler Nichols :**

C'est la méthode la plus ancienne. Elle a pour objet la détermination du réglage d'un régulateur PID à partir de la réponse à un échelon du procédé, Cette méthode est destinée pour les systèmes ayant une réponse temporelle oscillatoire amortie.

**c. Identification de la dynamique du four :**

Pour l'identification du mode le « four », nous avons utilisé la **Méthode de Broïda**. Le travail que nous avons accompli vas être structuré comme suite, tout d'abord, nous avons pris un enregistrement de la variation de la température du four en fonction du temps. Puis en utilisant la courbe on a relevé et calculé les paramètres du modèle de **Broïda**, et finalement on a Déterminé le Type du correcteur et ces paramètres.

c. 1)-Identification de processus :

La méthode que nous avons utilisée est l'identification. Pour cela on utilise les essais expérimentaux pour déterminer un modèle approché qui permettent de trouver un modèle de comportement traduisant le plus fidèlement notre procédé.

La méthode de Broïda est plus précise, pour trouver le modèle.

Grace à un enregistreur. Nous avons enregistré les variations de température en fonction du temps on a le tableau suivant.

Temps(Min)	0	30	60	90	120	150	180	210	240	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570	600
Temperature (C°)	27	32	57	110	170	246	324	388	470	550	630	740	782	820	853	862	893	920	922	917

Tableau III.1 : Représente la variation de température de four.

En utilisant les valeurs du tableau on obtient la courbe suivante :

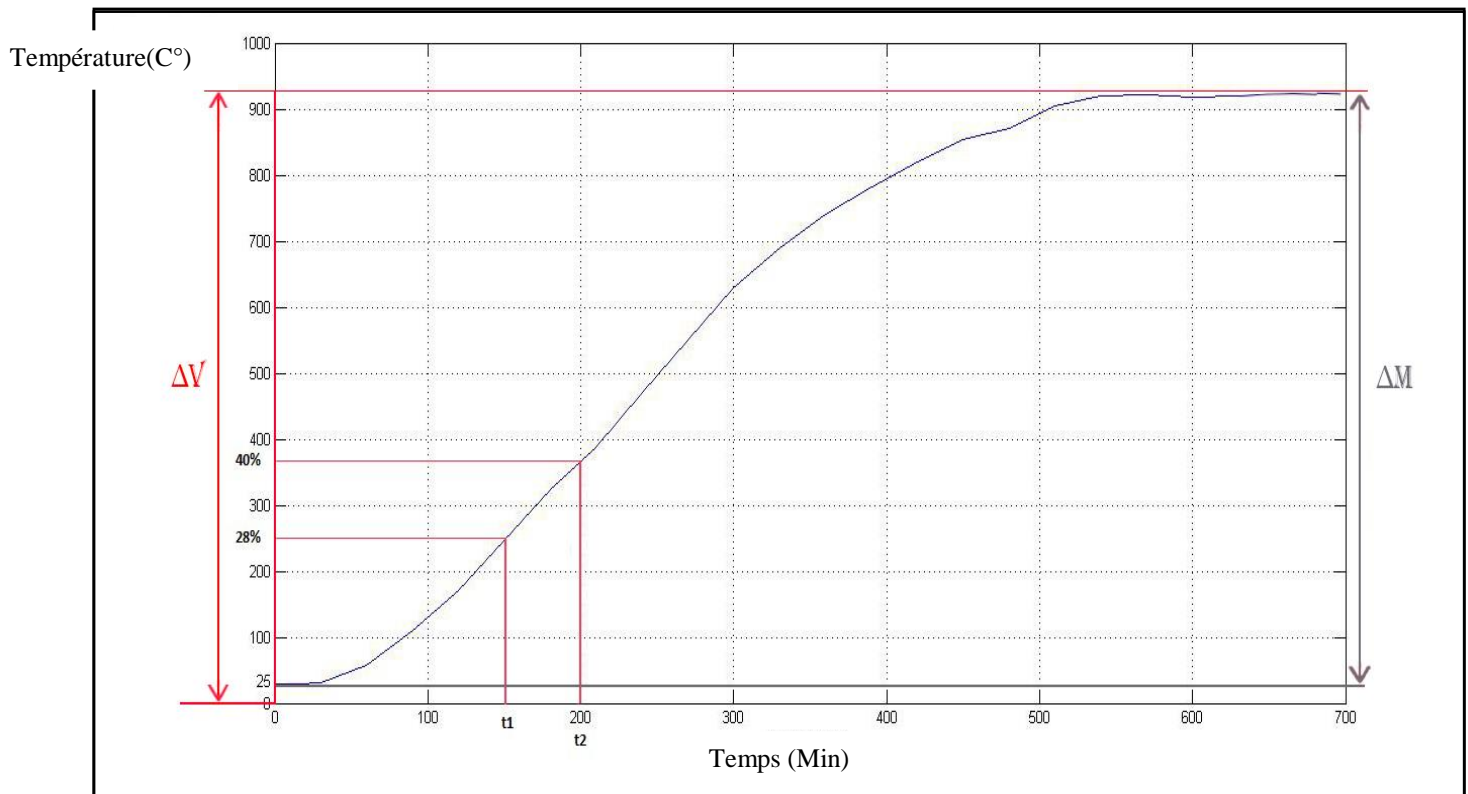


Figure III.1 : Courbe Représente la variation de température en fonction du temps

➡ Alors :

L'équation mathématique que propose Broïda est du type : $T(p) = \frac{Ke^{-Tp}}{1 + \tau p}$

Il faut alors identifier les paramètres K, T et τ .

$$T1(28\%) = 152 \text{ Min}$$

$$T2(40\%) = 200 \text{ Min}$$

$$T = (2.8 * T1) - (1.8 * T2) \quad \longrightarrow \quad T = (2.8 * 152) - (1.8 * 200) = 65.6$$

$$\tau = 5.5(T2 - T1) \quad \longrightarrow \quad \tau = 5.5(200 - 152) = 264$$

$$K = \frac{\text{La Variation de la Mesure}}{\text{La Variation de la Commande}} = \frac{\Delta M}{\Delta V} \quad \longrightarrow \quad K = \frac{920 - 25}{920 - 0} = 0.97$$

Le modèle devient alors :

$$T(P) = \frac{0.97e^{-65.6P}}{1 + 264P}$$

C. 2)-Détermination de Type du correcteur

Le choix de type de régulateur se détermine en fonction du rapport $\Phi = \tau/T$, Broïda a

établi les relations suivantes entre le type de régulateur et le rapport Φ comme

c'est indiqué dans le schéma suivant :

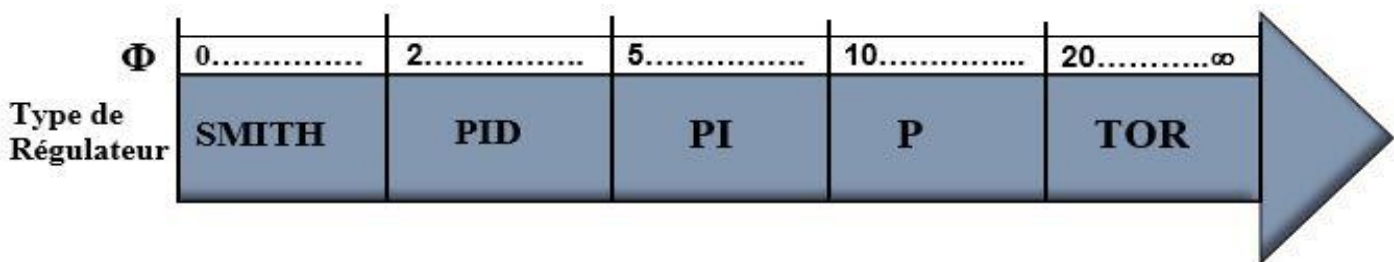


Tableau III.2 : Choix de type du régulateur selon Broïda.

Dans notre cas de four le rapport Φ égale :

$$\Phi = \tau/T = \frac{264}{65.6} = 4.024$$

Alors il nous faut un régulateur **PID**.

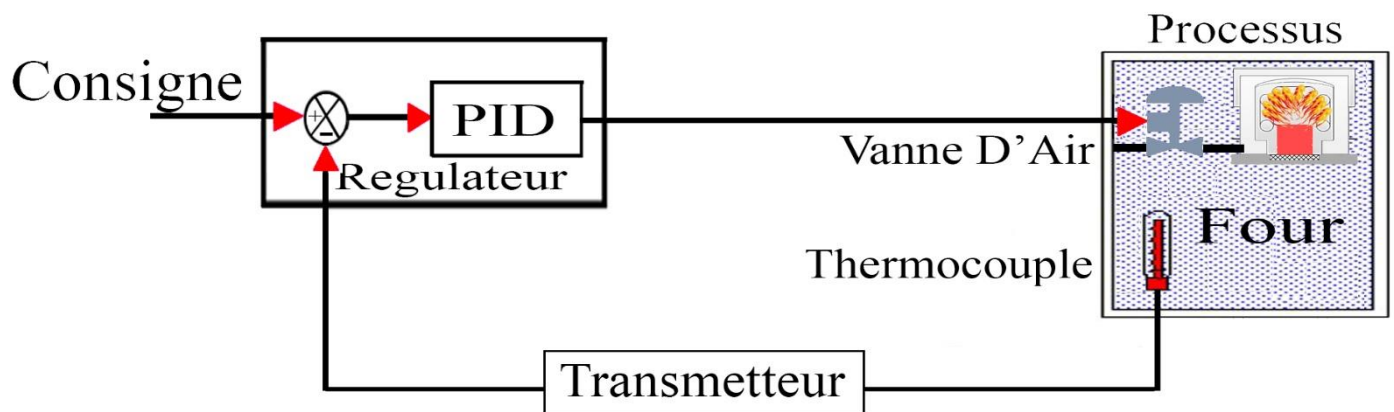


Figure III.2 : Chaine Boucle de Régulation.

c. 3)-Détermination des paramètres du correcteur PID :

Une fois que le type de régulateur a été sélectionné, on se sert dans le tableau suivant pour déterminer complètement les paramètres des correcteurs.

Remarque : Le PID mixte possède une $ftbo = K_r \frac{1 + \tau_i p + \tau_i \tau_d p^2}{\tau_i p}$,

Donc, il est irréalisable sans ajouter, au moins, un filtre du 1^{er} ordre (au dénominateur). L'étude des racines montre qu'il faut que $T \geq 4\tau$, sinon on obtient des valeurs complexes, si le régulateur est analogique, ce qui n'est pas réalisable. Le cas échéant, on utilisera un PID avec une structure parallèle. [1]

	PID		
	Serie	Parallèle	Mixte
Kr	$\frac{0,83 \cdot T}{K \cdot \tau}$	$\frac{0,4 + \frac{T}{\tau}}{1,2 \cdot K}$	$\frac{0,4 + \frac{T}{\tau}}{1,2 \cdot K}$
Ti	T	$\frac{K \cdot \tau}{0,75}$	$T + 0,4 \tau$
Td	$0,4 \cdot \tau$	$\frac{0,35 \cdot T}{K}$	$\frac{T \cdot \tau}{2,5 \cdot T + \tau}$

Tableau III.3 : Calcul des paramètres de PID établis suivant la méthode de Broïda.

➔ On calcule ces paramètres :

$$\clubsuit \text{KR} = \frac{0,4 + \frac{T}{\tau}}{1,2 \cdot K} \rightarrow \text{KR} = \frac{0,4 + \frac{65,6}{264}}{1,2 \cdot 0,97} \rightarrow \text{KR} = 0,56$$

$$\clubsuit \text{Ti} = \frac{K \cdot \tau}{0,75} \rightarrow \text{Ti} = \frac{0,97 \cdot 264}{0,75} \rightarrow \text{Ti} = 341,44$$

$$\clubsuit \text{Td} = \frac{0,35 \cdot T}{K} \rightarrow \text{Td} = \frac{0,35 \cdot 65,6}{0,97} \rightarrow \text{Td} = 23,67$$

Maintenant qu'on a identifié le système (four), et on a choisi un type de régulateur aussi on a calculé leurs paramètres, il suffit que de l'introduire dans le programme de régulateur c'est ce qu'on va faire dans le Chapitre suivant. L'automate augmente la température par action sur la combustion des bruleurs, pour cela, il suffit d'agir sur vanne de régulation de l'air four et récupérer la mesure à partir de thermocouple (voir Figure III.3).

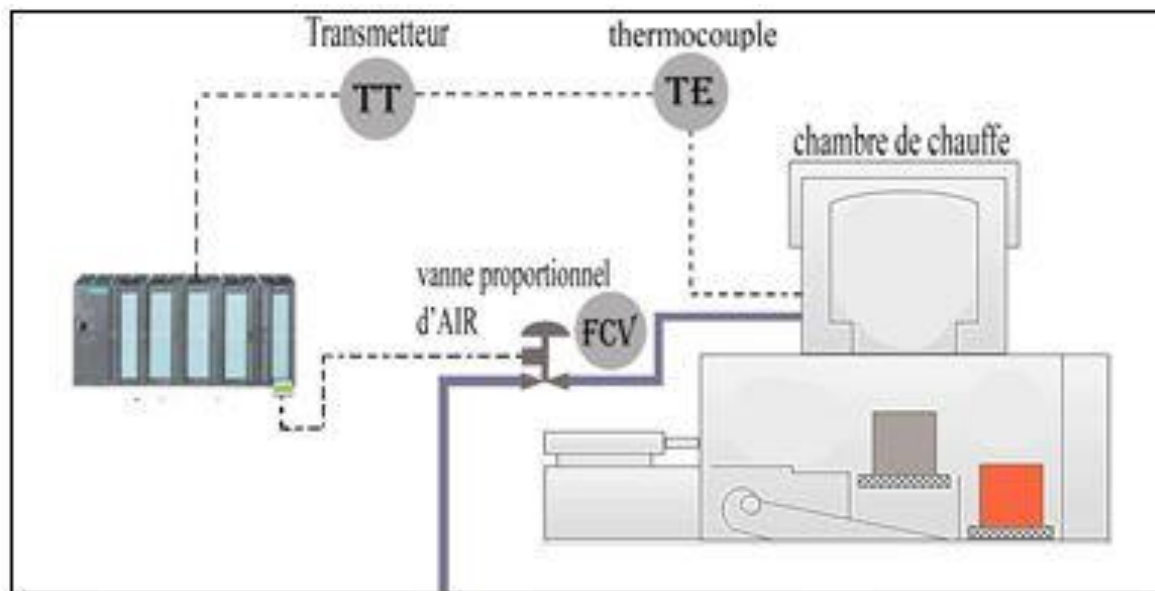


Figure III.3 : Schéma descriptif de la régulation de la température.

➤ Régulation du potentiel carbone :

La profondeur d'enrichissement en carbone dépend de la durée et la température du traitement. Une boucle régulation de carbone est bien programmée dans le chapitre suivant. On expliquera leur fonctionnement, qui va contrôler précisément le potentiel carbone. Il est Alors nécessaire de réaliser le profil d'enrichissement en carbone. L'automate augmente le potentiel carbone par action sur une vanne de régulation qui permet au gaz d'addition d'entrer dans le four, (voir Figure III.4).

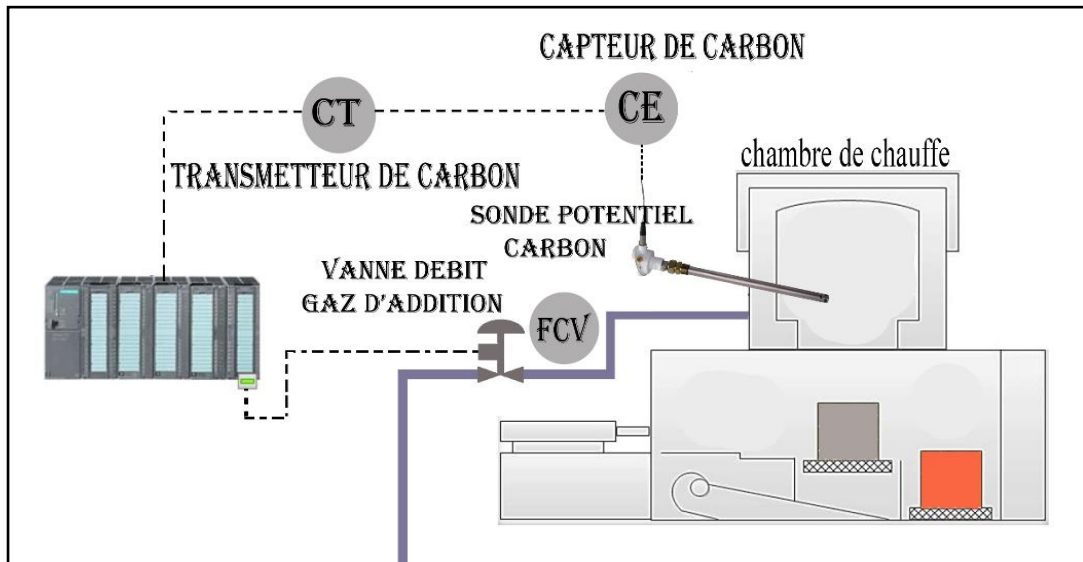


Figure « III.4 » : Schéma descriptif de la régulation du potentiel Carbone.

II.2.2) - Solution pour les incendies

Les flammes sorties à travers les portes du four fréquemment ceci met l'opérateur en danger, pour cela, nous proposons d'installer un système sécurité anti-incendie d'extinction à déclenchement automatique à base d'extincteur CO₂, et un capteur de flamme Infrarouge (voir Figure III.5).

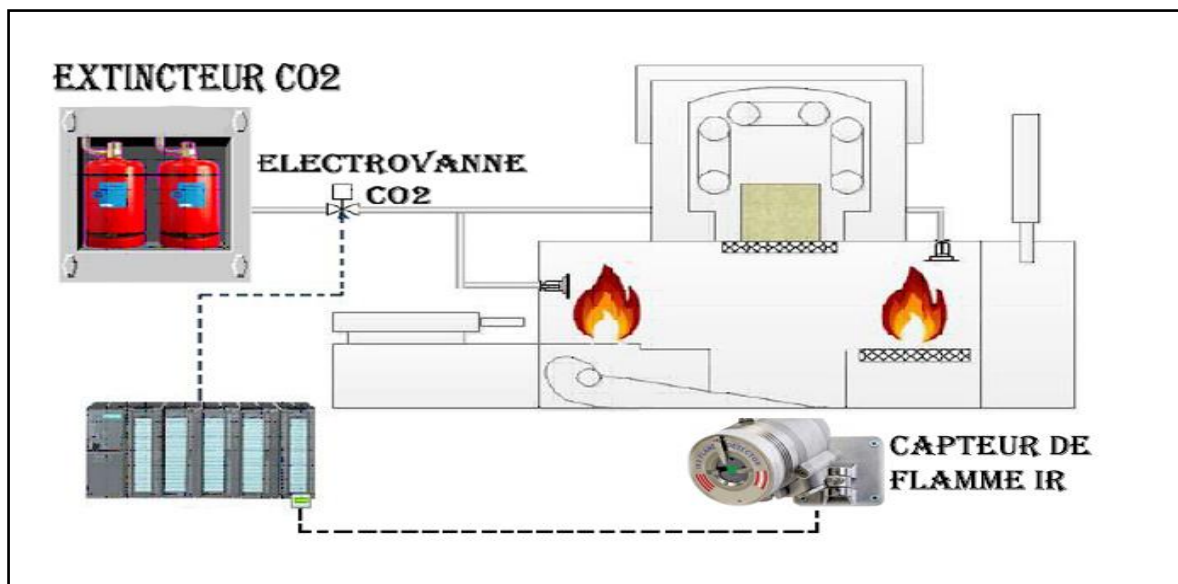


Figure III.5 : Schéma descriptif du système d'extinction automatique.

II.2.3) -Solution pour la détection de la charge

Vu que nous ne pouvons pas placer un contact fin de course à l'intérieur du sas d'entrée les pièces à cause de la chaleur du four, nous avons proposé de placer une tige métallique qui passe à travers le four muni d'un rappel avec un ressort, celle-ci va entrer en contact avec un contact fin de course placé en dehors du four quand la charge est entièrement poussée.

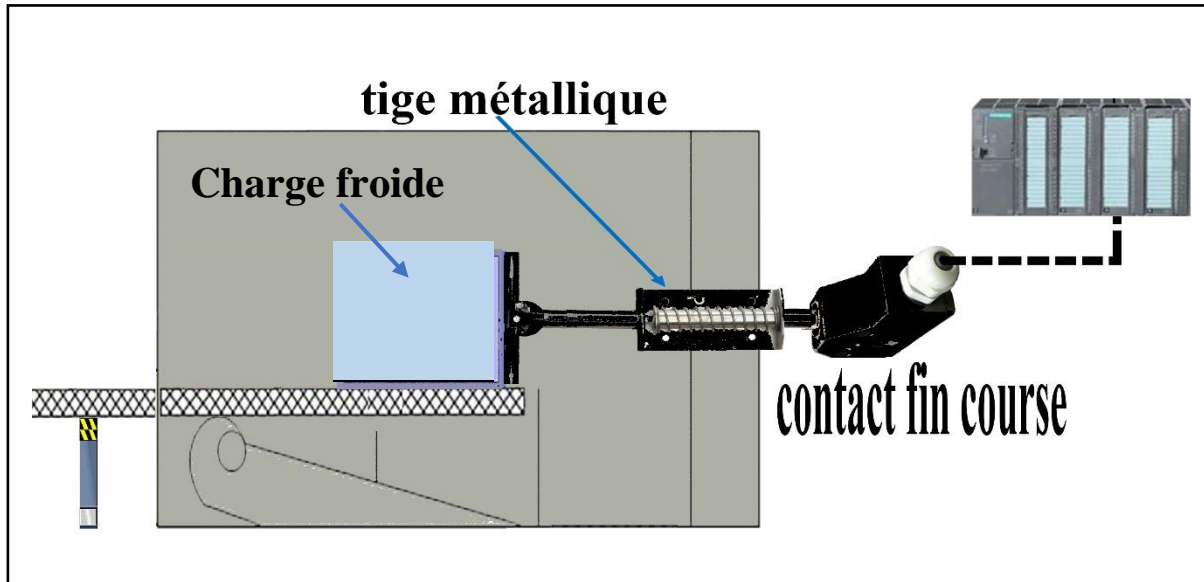


Figure III.6 : Schéma descriptif du système de détection de la charge.

II. 3) -Instrumentation nécessaire pour réaliser les solutions proposées

II.3.1) - Instrumentations existantes

Le four présente déjà des capteurs de mesures et d'actionneurs de commandes que nous n'allons pas remplacer pour des raisons économiques, vu qu'ils sont toujours en état de marche, et sont compatibles avec les solutions que nous avons proposées.

A. Les capteurs :

➤ Pressostat

Le chauffage des tubes radiants situé dans la chambre de chauffe du four se fait par la combustion du gaz naturel en contact avec l'air sous des basses pressions, des pressostats sont présent dans chaque conduite (voir Figure III.7) pour détecter les seuils de pression (22mbar pour l'air et 15mbar à 105mbar pour le gaz naturel).

Caractéristiques :

- Signal de sortie : 24 VDC
- Pression max : 300 mbar



Figure III.7 : Pressostat de l'air et du gaz naturel.

➤ Thermocouple

La mesure de température dans la chambre de chauffe et le bac d'huile est réalisé par l'intermédiaire d'un thermocouple de type K (voir Figure III.8) vu qu'il couvre la plage de température du four.

Caractéristiques :

- Plage de température : 0 °C-1250 °C



Figure III.8 : Thermocouple type K

➤ Capteur de niveau

(La Figure III.9) montre le capteur de niveau utilisé pour la mesure du niveau de l'huile. C'est un capteur de niveau à flotteur équipé de **deux contacts** de fin de course indiquant le niveau haut et bas de l'huile.

Caractéristiques :

- Plage réglé à : 0- 10cm



Figure III.9 : Capteur de niveau de l'huile.

B. Les actionneurs :

➤ Moteur asynchrone

Le four est équipé de quatre moteurs asynchrones. Leurs schémas de commande est décrit dans l'annexe B :

• Moteur de la pompe à huile

(Voir Figure III.10), Il est commandé avec **deux contacts**. En raison du fort couple qu'il doit développer au démarrage, le relais thermique est court-circuité temporairement par un contact "CPH2", une fois la pompe démarré le contact "CPH2" s'ouvre et le contact "CPH1" se ferme.

Caractéristiques du produit

- Puissance 9.2KW

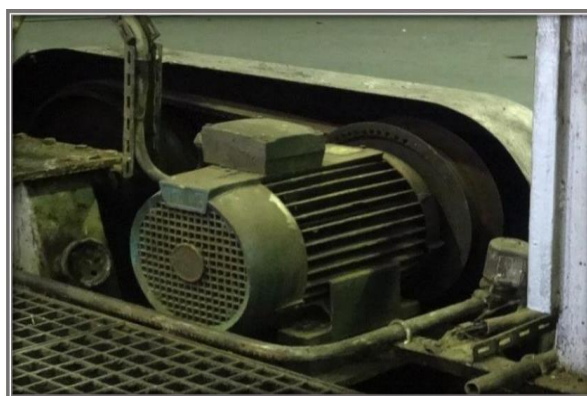


Figure III.10 : Moteur de la pompe à l'huile.

• Moteur Ventilateur Air Combustion

Pour réaliser la combustion il faut de l'air, celui-ci est acheminé grâce à **un ventilateur** qui possède d'un moteur Asynchrone (voir Figure III.11).

Caractéristiques du produit

- Puissance 2.95kW

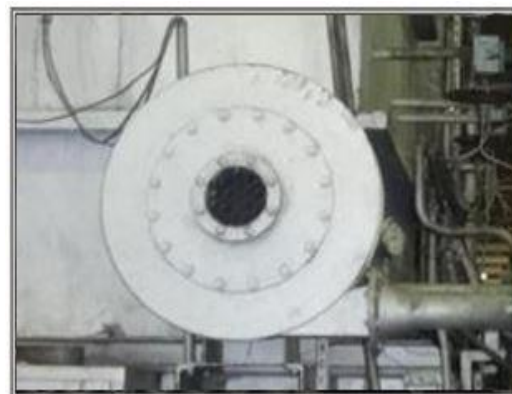


Figure III.11 : Ventilateur Air combustion.

• La turbine de convection

Assure l'homogénéité de la température dans la chambre de chauffe, celle-ci tourne avec un moteur.

Caractéristiques du produit

- Puissance 1.5KW

• La pousseuse

Est un système mécanique destiné à évacuer la charge après traitement, elle est munie d'un moteur Asynchrone (voir Figure III.12). Ce dernier est commandé avec **deux contacts** pour marcher dans les deux sens.

Caractéristiques du produit

- Puissance 0.7KW

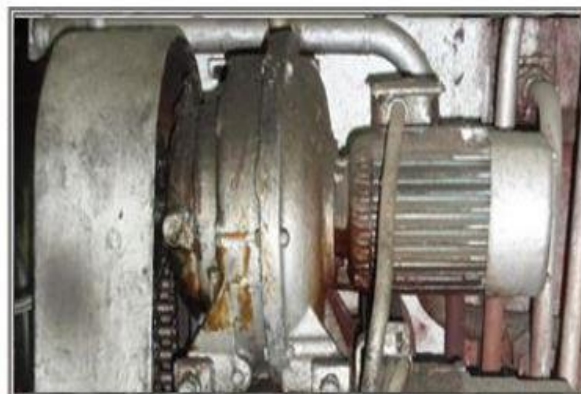


Figure III.12 : Moteur de la pousseuse.

➤ Électroaimant

Lorsqu'il y a un manque de pression dans le circuit de l'air comprimé, la sole et l'ascenseur de trempe descendent si elles sont en position haute. Pour éviter ceci, elles sont équipées d'un système de verrouillage à base d'un électroaimant, ce dernier possède un contact fin de course intégré pour avoir l'information sur l'état du verrouillage.

➤ Électrovanne circuit de refroidissement

Cette électrovanne commande le système du refroidissement dans bac d'huile (voir Figure III.13).



Figure III.13 : Electrovanne circuit de refroidissement.

II.3.2) - Instrumentations ajoutées

Les solutions aux problématiques citées précédemment nécessite d'ajouter de nouveaux instruments de mesures et de commandes car l'instrumentation existante ne suffit pas pour réaliser les solutions proposées. De ce fait, nous allons proposer quelques capteurs et actionneurs, afin de remplacer ceux qui ne sont pas compatible avec nos innovations de four et d'autres vont être ajoutés.

A. Les Capteurs :

➤ Sonde potentiel Carbone

Pour mesurer le potentiel carbone nous avons choisi la sonde ZCS4 d'ADEV (voir Figure III.14)[6]. Cette sonde est fabriquée à base de zirconium. Ce dernier est un électrolyte à l'état solide qui conduit les ions d'oxygène à des températures supérieures à 760°C. Le déplacement des ions crée une tension entre les deux électrodes.

Caractéristiques du produit

- Signal de sortie: 1000 mV DC – 1300mVDC.
- Échelle: 0.01-1.6 %C
- Erreur: $\pm 0.03\%C$
- Plage de température: 700 °C-1050 °C



Figure III.14 : Sonde potentiel carbone ZCS3 (ADEV).

➤ Appareil de mesure du point de rosée

Le DPC2530 de SSI est conçu de telle sorte qu'il prend en permanence un échantillon de la température du point de rosée dans un générateur endothermique ou un four sous atmosphère (voir Figure III.15) [9].

Caractéristiques du produit

- Plage de point de rosée: -18°C à 27°C
- Résolution: $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$
- Exactitude et précision de répétitivité: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- Température de service: -18°C à 49°C
- Signal de sortie: 4-20mA
- Affichage de débit intégré



Figure III.15 : Capteur de mesure du point de rosée DPC2530 (SSI).

➤ Capteur de Flamme

Pour détecter les incendies, nous avons choisi le capteur de flammes infrarouge TDFI0033 de SharpEye (voir Figure III.16), il est conçu pour détecter les feux d'hydrocarbures en limitant au maximum les alarmes intempestives [7].

Caractéristiques du produit

- Sorties : 4-20 mA, RS485 Modbus, protocole HART.
- Tension de fonctionnement : 24 Vdc.
- Champ de vision : Horizontal 100° / Vertical 95° .
- Temps Réponse : 5 seconds
- Dimensions : L.101,6 x H.117 x D.157 mm
- Technologie : Multi -spectre infrarouge.



Figure III.16 : Capteur de flamme TDFI0033 (SharpEye).

➤ Transmetteur de débit

Pour la mesure du débit des gaz endothermiques, et du gaz d'addition, il existe déjà des débitmètres à flotteur, cependant ces derniers ne fournissent pas de signal de mesure électrique. Pour cela, nous avons choisi d'utiliser des débitmètres VA40 de Krohne qui fonctionnent avec le même principe et qui fournissent un signal de sortie de 4-20mA. Le tube de mesure en verre permet de lire visuellement les mesures (voir Figure III.17) [8].

Caractéristiques du produit

- Tension de fonctionnement : 14-30VDC.
- Plage de mesure : 0-32 m³/h.
- Signal de sortie : 4-20mA.
- Temperature ambient: -25 à +65°C.



Figure III.17 : Débitmètre à flotte VA40 (Krohne).

➤ Capteur de débit

Le détecteur de débit SBY332 d'IFM fonctionne selon le principe du piston avec support à ressort : le piston, dans le siège de la soupape d'un boîtier, est soulevé par le fluide en débit contre la tension du ressort. Un détecteur inductif détecte la position du piston et fournit un signal tout ou rien (voir Figure III.18) [10].

Caractéristiques du produit

- Débit : 15 /min à 200 /min.
- Temps de réponse rapide = 10 ms.
- Plage de pression 25 bar.
- Sortie de commutation tout ou rien.



Figure III.18 : Détecteur de débit SBY332 (IFM).

➤ Transmetteur de température

Les thermocouples fournissent un signal avec une plage différente à celle de fonctionnement de l'automate, pour cela nous en avons besoin d'un transmetteur de température qui va convertir le signal d'entrée d'une large gamme de thermocouple, en un signal de sortie normalisé (par exemple 4 ... 20 mA ou 0 ... 10 V). Pour cela, les thermocouples seront reliés au transmetteur de température ROSEMOUNT 3144P pour avoir un signal de 4-20mA afin de le relier avec l'automate (voir Figure III.19) [11].

Caractéristiques du produit

- Plage de mesure : -180°C à $1\ 372^{\circ}\text{C}$.
- Tension de fonctionnement : 12 à 42,4 Vcc.
- Signal de sortie : 4-20mA.
- Température ambiante : -40°C et $+85^{\circ}\text{C}$

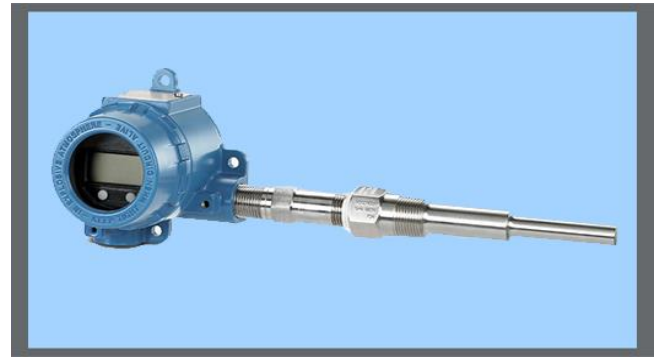


Figure III.19 : Transmetteur de température (ROSEMOUNT 3144P).

➤ **Pressostat air comprimé**

La pression de l'air comprimé doit rester entre 3 et 6 bars, nous proposons de placer le pressostat AM-5220 d'UNIVER dans le circuit d'air comprimé pour détecter s'il y a une chute de pression (voir Figure II.20) [12].

Caractéristiques du produit

- Tension de fonctionnement : 24 VDC.
- Plage de pression : Max 10 bar.
- Signal de sortie : 4-20mA.
- Ambient température : $-10\dots+70^{\circ}\text{C}$.



Figure III.20 : Pressostat AM-5220 (UNIVER).

➤ **Capteur fin Course**

On doit détecter que les pièces sont entièrement poussées à l'intérieur du sas d'entrée, pour cela nous proposons de placer un contacte fin de course, afin de détecter que les pièces sont à l'endroit voulu (voir Figure II.21) [29].

Caractéristiques du produit

- Signal de sortie: 6A-24 VDC.
- Durée de vie mécanique jusqu'à 30 millions de manœuvres
- Ambient température : $-10\dots+70^{\circ}\text{C}$.



Figure III.21 : Contact fin de Course N1AD502-M (EUCHNER).

B. Les Actionneurs :

➤ Vanne de régulation

Pour réaliser des boucles de régulation précise, nous avons besoin de vanne de régulation du débit du gaz naturel et de l'air pour le chauffage et du gaz endothermique pour le contrôle de la cémentation. Nous avons choisi les vannes de Type 7069 de Schubert & Salzer, ces dernières sont équipées d'un positionneur intégré numérique (voir Figure III.22) [13].

Caractéristiques du produit

- Signal d'entrée : 4 - 20 mA
- Température ambiante : -30°C à 100°C.
- Température du fluide : -60 °C à 350 °C
- Plage de course: 5 - 22 mm.
- Application : Gaz, vapeurs, liquides



Figure III.22 : Vanne de régulation 7069 (Schubert&Salzer).

➤ Electrovanne du circuit du gaz naturel

Les électrovannes VE400AA d'Honeywell remplaceront certaines vannes manuelles dans le circuit du gaz naturel, ceci afin de minimiser l'intervention de l'opérateur (voir Figure III.23) [14].

Caractéristiques du produit

- Signal de commande : 24 VDC.
- Pression max : 500mbar.
- Application : Gaz, Mazout.



Figure III.23: Electrovanne VE400AA (Honeywell).

➤ Electrovanne du gaz naturel

Pour la commande de l'arrivée du gaz naturel nous avons choisi l'électrovanne 19119 de GURTNER (voir Figure III.24) [15].

Caractéristiques du produit

- Signal de commande : 24 VDC.
- Plage de pression : 0.2 à 20 bars.



Figure III.24 : Electrovanne 19119 (GURTNER).

➤ Electrovanne du système d'extinction

Le système d'extinction automatique est commandé par l'électrovanne ASCO 262 d'Emerson (voir Figure III.25) [16].

Caractéristiques du produit

- Signal de commande : 24 VDC.
- Plage de pression : 0 à 25 bars.



Figure III.25 : Electrovanne ASCO série 262 (Emerson).

II.4) -Bilan des entrées/sorties :

Les deux tableaux ci-dessous montrent le nombre des entrées et des sorties nécessaires à l'automatisation du process.

Éléments	Existant	Type	Signal de sortie	Nombre d'entrées
Bouton poussoir + arrêt d'urgence		TOR	24 VDC	3
Contact Fin de course	✓	TOR	24 VDC	13
Fin de course sas d'entrée		TOR	24 VDC	1
Contact relais thermique des moteurs		TOR	24 VDC	4
Retour marche des moteurs		TOR	24 VDC	6
Pressostat	✓	TOR	24 VDC	3
Pressostat air comprimé		TOR	24 VDC	1
Détecteur de débit		TOR	24 VDC	1
Capteur de niveau d'huile	✓	TOR	24 VDC	2
Alarme des veilleuses	✓	TOR	24 VDC	1
Capteur du point de rosée		ANA	4-20mA	1
Sonde potentiel carbone		ANA	1-1.3 VDC	1
Transmetteur de débit		ANA	4-20mA	2
Transmetteur de température		ANA	4-20mA	2
Capteur de flamme UV		ANA	4-20mA	1

Tableau III.4 :Bilan des Entrées.

Éléments	Existant	Type	Signal de commande	Nombre sorties
Vanne de régulation		TOR	4-20mA	4
Moteur asynchrone		TOR	24 VDC	6
Electrovannes du gaz naturel		TOR	24 VDC	1
Electrovannes gaz naturel et azote		TOR	24 VDC	5
Electrovannes eau	✓	TOR	24 VDC	1
Electrovannes extincteur		TOR	24 VDC	1
Bobine de commande des vérins	✓	TOR	24 VDC	3
Electroaimant	✓	TOR	24 VDC	2
Allumage des veilleuses	✓	TOR	24 VDC	1
Sirène	✓	TOR	24 VDC	1
Gyrophare	✓	ANA	24 VDC	1
Klaxon	✓	ANA	24 VDC	1

Tableau III.5 :Bilan des Sorties.

Le Tableau II.3 montre le nombre total des entrées/sorties nécessaire à l'automatisation du process.

Type de signale	Quantité	10% de réserve	Totale
Nombre d'entrées TOR	35	4	39
Nombre d'entrées ANA 4-20 mA	6	1	7
Nombre d'entrées ANA 1-5 V	1	1	2
Nombre de sorties TOR	22	2	24
Nombre de sorties ANA	4	1	5

Tableau III.6 :Bilan des entrées/sorties.

II.5) -Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de présenter les solutions que nous avons élaboré pour résoudre les problématiques exposées dans le chapitre 1. Il nous permis aussi de dimensionner les différents capteurs et actionneurs, qui permettront dans le chapitre suivant l'automatisation du four que cela soit du point de vu hardware, grâce à un bilan des entrées/sorties, et du point de vue software grâce aux solutions proposées.

III.1) - Introduction :

Après avoir fait le choix des instruments de mesures, de commandes et identifier les entrées/sorties de notre process, nous nous intéresserons maintenant à la solution de l'automatisation qui consiste à proposer une architecture de contrôle-commande. Avant d'entamer la programmation nous avons jugé utile de présenter l'automate utilisé et cité les critères sur lesquelles notre choix est basé, et élaborer un programme permettant de faire fonctionner le four UGINE N133.

III.2) - Solution hardware proposée :

Dans cette partie nous allons exposer la configuration hardware du système l'automatisation que nous proposons pour l'automatisation de notre process :

III.2.1) - Architecture globale du système d'automatisation

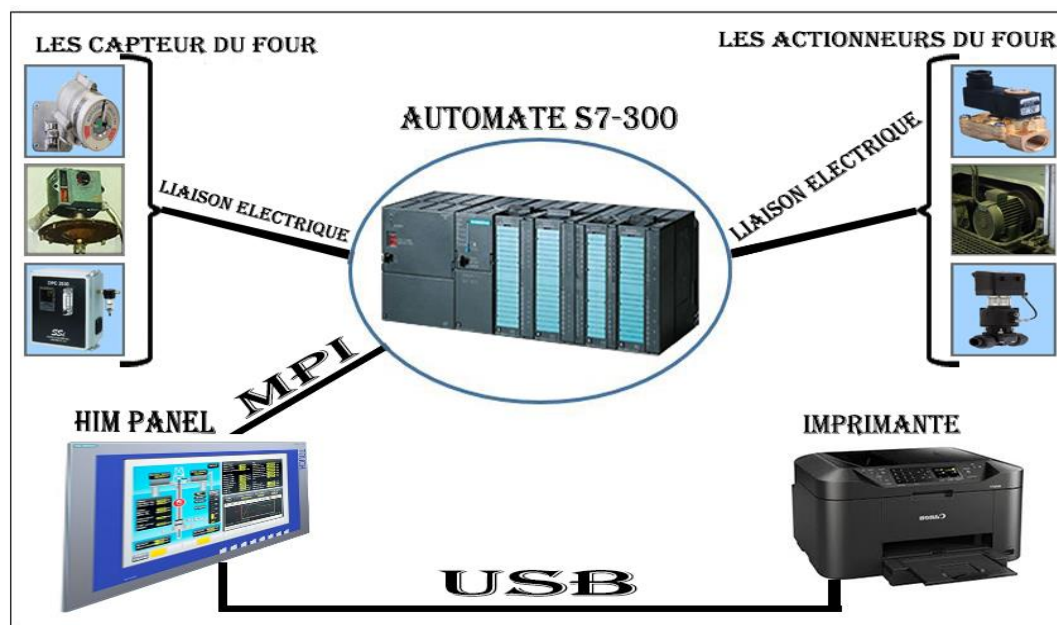


Figure IV.1 : Architecture du système d'automatisation.

L'architecture de notre système se compose d'une station opératrice et d'une station automate. Dans la station opérateur, nous trouvons un IHM (Interface Homme Machine) pour le contrôle commande du four. Cette interface communique avec la station automate via une interface PROFIBUS-DP. Nous avons aussi des modules entrées/sorties qui permettent à la station automate de donner des ordres et de recevoir des comptes rendus de la partie opérative.

III.3) -Notion sur les Automates S7-300

III.3.1) - Présentation générale de la gamme S7-300

L'automate S7-300 est un mini automate modulaire pour des applications d'entrées et de milieu de gamme fabriqué par la firme SIEMENS, on peut le composer en fonction de nos besoins à partir d'un vaste éventail de modules. SIMATIC S7 désigne un produit de la société SIEMENS sont des appareils fabriqués en série, conçus indépendamment d'une tâche précise. Tous les éléments logiques, fonctions de mémoire, temporisations, compteurs...etc., nécessaire à l'automatisation sont prévus par le fabricant et sont intégrés à l'automate. Ils se distinguent principalement par le nombre des [26] :

- ♣ Entrées et sorties.
- ♣ Compteurs.
- ♣ Temporisation.
- ♣ Mémentos.
- ♣ La vitesse de travail.

III.3.2) - Caractéristiques de l'automate S7-300

L'automate S7-300 est spécifié par les caractéristiques suivantes :

- ♣ Gamme diversifiée de la CPU.
- ♣ Gamme complète du module.
- ♣ Possibilité d'exécution jusqu'à 32 modules.
- ♣ Bus de fond de panier intégré en module.
- ♣ Possibilité de mise en réseaux avec MPI, PROFIBUS ou INDUSTRIAL ETHERNET.
- ♣ Raccordement central de la PG avec accès à tous les modules.
- ♣ Liberté de montage au différent emplacement.
- ♣ Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil configuration matériels.

Plusieurs automates programmables S7-300 peuvent communiquer entre eux aux moyens d'un câble-bus PROFIBUS pour une configuration décentralisée.

III.3.3) – Structure générale d'un automate S7-300

L'automate programmable S7-300 est un système d'automatisation modulaire offrant la gamme du module suivant :

- ♣ Module d'alimentation (PS) 2A, 5A, 10A.
- ♣ Unité centrale CPU315-2DP travaillant avec une mémoire de 128 KO, sa vitesse d'exécution est de 0.3ms /1Ko instructions.

- ♣ Module de signaux (SM) pour entrées et sorties TOR et analogique.
- ♣ Le module d'extension (IM) pour configuration multi rangée du S7-300.
- ♣ Module de fonction (FM) pour fonctions spéciales (par exemple activation d'un moteur asynchrone).
- ♣ Processus de communication (CP) pour la connexion au réseau.

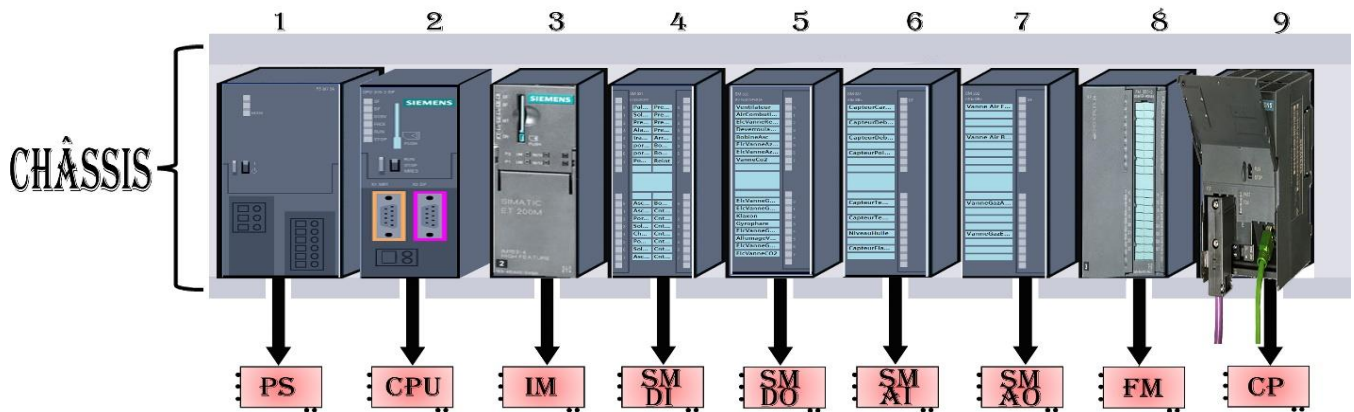


Figure IV .2 : Constituant d'un automate S7-300.

III.3.4) -Les critères de choix de l'automate S7-300

D'après le cahier des charges établi, l'automate choisi doit répondre à certains critères qui sont :

- ♣ La capacité de traitement du processeur
- ♣ Le nombre entrées/sorties.
- ♣ La nature des entrées/sorties (numériques, analogiques, booléennes).
- ♣ La fiabilité.
- ♣ La qualité du service après-vente.
- ♣ La durée de garantie.

Ce choix se justifie par la disponibilité de l'outil de simulation et de programmation, ainsi que les connaissances que nous avons acquises pendant notre cursus sur les API de Siemens

III.4) - Configuration matérielle sélectionnée :

Dans ce qui suit, nous présentons les différents modules constituant le système d'automatisation que nous avons dimensionné.

III.4.1) – sélectionné une CPU

La CPU (Central Procession Unit) que nous allons choisir doit avoir :

- ✚ Une mémoire de travail suffisante pour exécuter nos programmes. D'après le bilan de mémoire, nous avons besoin d'une mémoire de travail de 19.6 KO, et une mémoire de données de 15.4 KO (Voir Tableau IV.1).

Mémoire de travail	Capacité
Code	4.2 KO
Donnée	15.4 KO
Total	19.6 KO

Tableau IV.1 : Bilan de mémoire.

✚ Des interfaces de communication PROFIBUS-DP pour la communication avec l'interface homme machine et pour prévoir des applications futures. Nous avons choisi la CPU315-2DP (voir Figure IV .3) de référence 6ES7 315-2AG10-0AB0 qui dispose [17] :

- Une mémoire de travaille 128 KO pour le code et les données.
- 16 KO la taille max de bloc de données.
- Possibilité d'ajouté une microcarte mémoire de 8 MO servant de mémoire de chargement.
- Vitesse de traitement 0,1ms/kinst.
- Interface de communication PROFIBUS-2DP et MPI.
- Courant de consommation 1A.
- Courant d'appel 2.5A.
- Largeur : 40mm.



Figure IV.3 : CPU315-2DP.

III.4.2) – sélectionné des module d'entrées/sorties

Le choix des modules d'entrées/sorties doit être réalisé en considérant deux facteurs essentiels

Le nombre d'E/S et leurs natures. L'étude réalisée dans le chapitre II sur le four N133 nous a permis de dimensionner 39 entrées et 24 sorties de type **TOR**. Pour cela nous avons choisi trois modules :

a) **SM 321 DI32xDC24V**

Caractéristiques [18] :

- Nombre d'entrées : 32.
- Tension nominal d'alimentation : 24VDC.
- Tension nominal d'entrée : 24VDC.
- Courant consommé : 190mA.
- Largeur : 40mm.

Référence : 6ES7 321-1BL00-0AA0

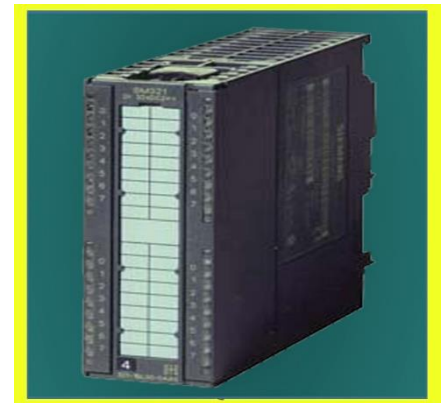


Figure IV .4 : SM 321 DI32xDC24V.

b) **SM 323 DI8-DO8xDC24V/0.5A**

Caractéristiques [19] :

- Nombre d'entrées : 8.
- Nombre de sorties : 8.
- Tension nominal d'alimentation : 24VDC.
- Tension nominal d'entrée/sortie : 24VDC.
- Courant nominal de sortie : 0.5A.
- Courant consommé : 100mA.
- Largeur : 40mm.

Référence : 6ES7 323-1BH01-0AA0.



Figure IV .5 : SM 323 DI8-DO8xDC24V/0.5A.

c) SM 322 DO16xDC24V/0.5A

Caractéristiques [20] :

- Nombre de sorties : 16
- Tension nominal d'alimentation : 24VDC
- Tension nominal de sortie : 24VDC
- Courant nominal de sortie : 0.5A
- Courant consommé : 150mA
- Largeur : 40mm

Référence : 6ES7 322-1BH01-0AA0.



Figure IV .6 : SM 322 DO16xDC24V/0.5A.

Le système a besoin de 7 entrées et 5 sorties **analogiques** de type 4-20mA, et une entrée analogique de type 1-5V, nous avons donc choisi quatre modules :

a) SM 331 AI8x12Bit

Caractéristiques [21] :

- 8 entrées formant 4 groupes de voies.
- Possédé type de mesure 4-20mA.
- Tension nominal d'alimentation : 24VDC.
- Résolution réglable : 9, 12 ou 14bit.
- Courant consommé : 50mA.
- Largeur : 40mm.

Référence : 6ES7 331-7KF02-0AB0.



Figure IV .7 : SM 331 AI8x12Bit.

b) SM 331 AI2x12Bit

Caractéristiques [22] :

- 2 entrées formant 1 groupe de voies.
- Possédé type de mesure 1-5V.
- Tension nominal d'alimentation : 24VDC.
- Résolution réglable : 9, 12 ou 14bit.
- Courant consommé : 50mA.
- Largeur : 40mm.

Référence : 6ES7 331-7KB02-0AB0



Figure IV .8 : SM 331 AI2x12Bit.

c) SM 332 AO4x12Bit

Caractéristiques [23] :

- 4 sorties dans un groupe de voies
- Possède une sortie de commande 4-20mA
- Tension nominal d'alimentation : 24VDC
- Résolution : 12bit
- Courant consommé : 240mA
- Largeur : 40mm

Référence : 6ES7 332-5HD01-0AB0.



Figure IV .9 : SM 332 AO4x12Bit.

d) SM 332 AO2x12Bit

Caractéristiques [24] :

- 2 sorties dans un groupe de voies
- Possède une sortie de commande 4-20mA
- Tension nominal d'alimentation : 24VDC
- Résolution : 12bit
- Courant consommé : 140mA
- Largeur : 40mm

Référence : 6ES7 332-5HB01-0AB0.



Figure IV .10 : SM 332 AO2x12Bit.

Module	Type	Taille	Adresse Entrées	Adresse Sorties
SM 321 DI32xDC24V	TOR	1Bit	E0.0 → E3.7	X
SM 323 DI8-DO8xDC24V/0.5A	TOR	1Bit	E4.0 → E4.7	A4.0 → A4.7
SM 322 DO16xDC24V/0.5A	TOR	1Bit	X	A8.0 → A9.7
SM 331 AI8	Analog	12Bit	PEW304 → PEW318	X
SM 331 AI2	Analog	12Bit	PEW320 → PEW322	X
SM 332 AO4	Analog	12Bit	X	PAW336 → PAW342
SM 332 AO2	Analog	12Bit	X	PAW352 → PAW354

Tableau IV.2 : Bilan des modules entrées/sorties.

III.4.3) – sélectionné d'une Alimentation

Après avoir fait la somme des courants absorbés par les modules entrées/sorties, la CPU et en prévoyant une marge de sécurité de 10%, nous avons constaté qu'il nous faut une alimentation qui peut fournir un courant de 2.2A (voir Tableau III.2).

CPU ET MODULE	Référence	Courant consommé
CPU315-2DP	6ES7 315-2AG10-0AB0	1100 (mA)
SM 321 DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-0AA0	190 (mA)
SM 323 DI8-DO8xDC24V/0.5A	6ES7 323-1BH01-0AA0	100 (mA)
SM 322 DO16xDC24V/0.5A	6ES7 322-1BH01-0AA0	150 (mA)
SM 331 AI8x12Bit	6ES7 331-7KF02-0AB0	50 (mA)
SM 331 AI2x12Bit	6ES7 331-7KB02-0AB0	50 (mA)
SM 332 AO4x12Bit	6ES7 332-5HD01-0AB0	240 (mA)
SM 332 AO2x12Bit	6ES7 332-5HB01-0AB0	140 (mA)
Courant total consommé par les modules		2020 (mA)
Courant total consommé par les modules avec une marge de 10%		2220 (mA)

Tableau IV.3 : Bilan de courant.

Parmi ces trois alimentations : PS 307 2A, PS 307 5A, et PS 30710A, nous avons choisi la PS 307 5A (voir Figure IV .11) de référence 6ES7307-1EA01-0AA0 car, elle couvre les besoins énergétiques de l'automate. Ce module d'alimentation délivre à sa sortie une tension nominale de 24 VDC stabilisée, et fournit un courant de 5A [25].

Caractéristiques :

- Tension d'entrée : 120/230VAC
- Courant d'entrée : 2.3/1.2A
- Tension nominal de sortie : 24VDC
- Courant nominal de sortie : 5A
- Courant de surcharge de courte durée : 20A
- Largeur : 60mm



Figure IV .11 : PS 307 5A.

III.4.4) –sélectionné d'un rack

Après avoir fait la somme des largeurs des modules entrées/sorties, la CPU, et l'alimentation nous avons trouvé **380mm**, dans la gamme S7-300 il existe un rack universel de plusieurs largeurs avec la référence 6ES7 390-1XXX0-0AA0 (voir Tableau IV.4). Parmi ces racks nous allons choisir un rack universel avec la référence 6ES7 390-1AE80-0AA0 (voir Figure IV.12).

<i>Rack universel de la gamme S7-300</i>	<i>Largeur</i>
6ES7 390-1AF30-0AA0	530 (mm)
6ES7 390-1AJ30-0AA0	830 (mm)
6ES7 390-1AB60-0AA0	160 (mm)
6ES7 390-1AE80-0AA0	482 (mm)
6ES7 390-1BC00-0AA0	2000 (mm)

Tableau IV.4 : Rack universel de la gamme S7-300.



Figure IV .12 : Rack de la gamme S7-300.

La Figure IV .13 montre le positionnement de l'alimentation, la CPU et les modules d'entrées/sorties sur le rack. L'emplacement 1 est destiné à l'alimentation (PS), le deuxième à la CPU, les emplacements 4, 5 et 6 sont réservés aux modules d'entrées/sorties TOR, et les emplacements 7,8 ,9 et 10 sont réservés aux modules d'entrées/sorties analogiques.

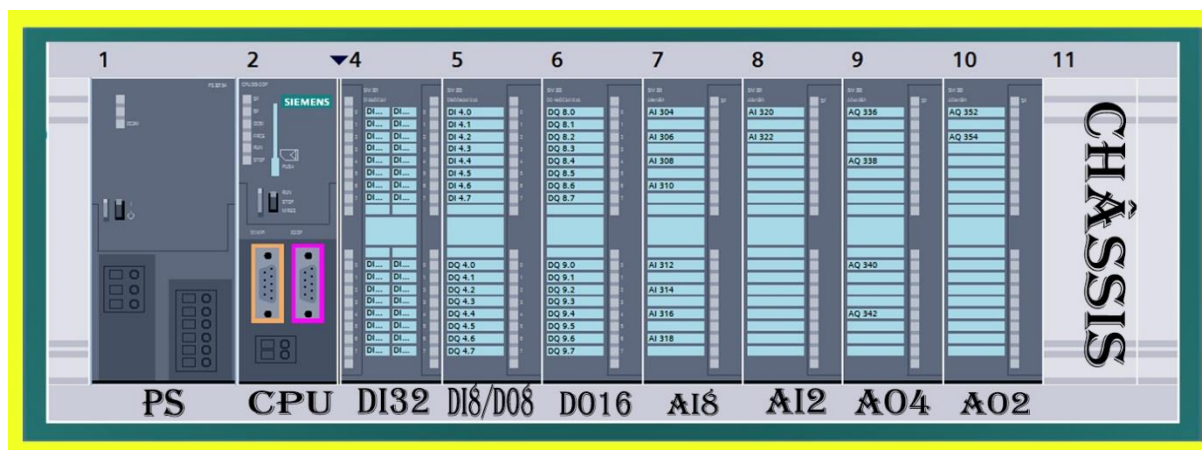


Figure IV .13 : Configuration hardware de l'automate avec l'emplacement des modules.

III.5)-Solution software proposée

Dans cette partie nous allons expliquer les démarches de la programmation de l'automate

III.5.1) - Présentation de logiciel Tia-Portal V13

Vu que notre choix s'est porté sur l'automate siemens, le logiciel de programmation que nous avons utilisé est le logiciel Tia Portal, Le logiciel « Totally Integrated Automation Portal » (TIA) est un logiciel de programmation des automates de la gamme ET-200 S7-300, S7-400 S7-1200 et S7-1500 et des pupitres opérateur des différentes gammes, Celui-ci est composé de *SIMATIC STEP 7 V13* et **Win CC Basic**. Il reprend la même philosophie de programmation que le logiciel STEP7 Pro avec une interface simplifiée et l'intégration de la programmation de pupitre opérateur.

SIMATIC STEP 7 V13 est un sous logiciel sous Tiaportal v13 est intègre avec lui, et le logiciel de configuration, programmation, vérification et diagnostic de tous les automates SIMATIC. Doté d'un grand nombre de fonctions conviviales, SIMATIC STEP 7 garantit des économies considérables pour tous les processus d'automatisation [16],

Il nous permet :

- L'accès aux automates Siemens de la gamme S7-300 et S7-400 leur paramétrage et la configuration matérielle.
- De programmer en : LIST, LADDER, SCL, LOGIGRAMMESetGRAPH7.
- La mise en service et la maintenance des automates Siemens.
- Le paramétrage des modes de communication.
- Le test des programmes.
- La détection automatique et l'affectation des adresses du matériel pour l'identification et le dépannage des pannes survenues.

Sauvegarde des projets >
Projet enregistrable à n'importe quel stade

Arborescence du projet >
Structuration claire des objets d'automatisation

Assistants >
En vue de la création rapide l'automates, d'IHM, de variateurs et d'objets technologiques

Matériel et réseaux >
Visualisation graphique de tous les composants matériels basés sur PROFIBUS, PROFINET et AS-i

Définitions de variables >
immédiatement disponibles dans tous les éditeurs une fois créées

Fenêtre des détails >
affiche tous les détails de l'objet sélectionné dans l'arborescence du projet

Onglets >
Permet de passer d'un éditeur ouvert à l'autre

Figure IV .14 : interface de programmation sous Tia –portal V13.

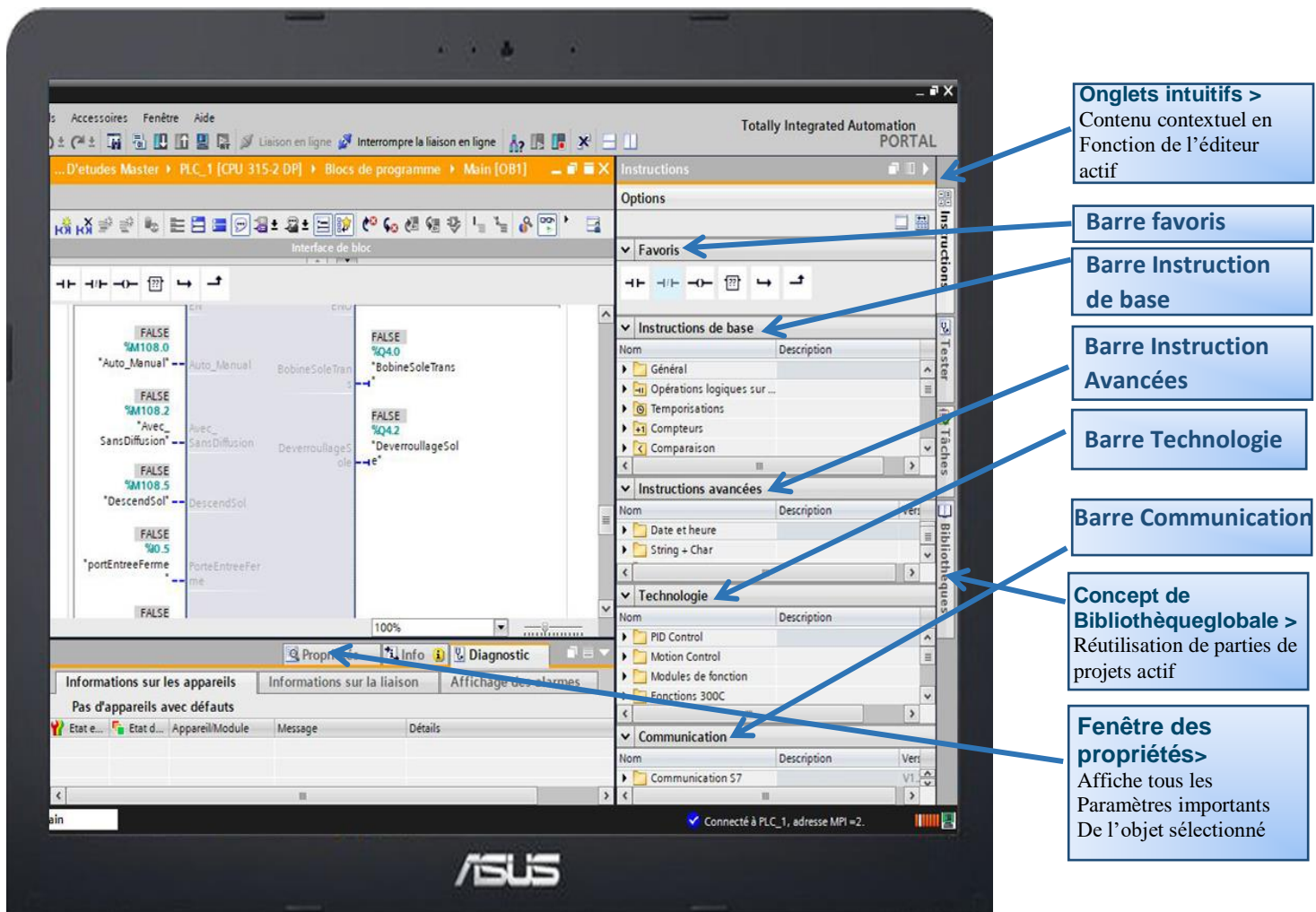


Figure IV .15 : interface de programmation sous Tia –portal V13.

III.5.2. Programmation :

Dans le but d'expliquer notre programme nous allons utiliser un ensemble des représentations schématiques organigrammes expliquant les programmes que nous avons programmé sous Tia Portal et indiquer les blocs de fonction programmés.

A) Organigramme de gestion des portes

L'organigramme (voir Figure IV .16. a) décrit la commande de l'ouverture et de la fermeture des portes. La fermeture ne se fait pas si la charge n'est pas introduite dans le four ou bien l'opérateur ne sélectionne pas un cycle avec sas d'entrée vide. Si ceci est vérifié les portes seront fermées dès que l'opérateur appui sur le bouton de fermeture porte. Les portes s'ouvrent si on doit introduire une 2ème charge, ou après la trempe de la 1ère charge. Le bloc de fonction FC3 permettant de réaliser ce fonctionnement.

B) Organigramme de commande de transfert et l'élevatrice de charge

L'organigramme (voir Figure IV .16. b) décrit la commande de la sole et du dispositif de transfert, la charge sera introduite dans la chambre de chauffe dès que les portes seront fermées. Si le cycle est avec diffusion le gaz d'addition est coupé et une temporisation démarrée avant de sortir la charge de la chambre de chauffe, ceci commande le démarrage du cycle de la trempe. Le bloc de fonction permettant de réaliser ce fonctionnement est le FC1.

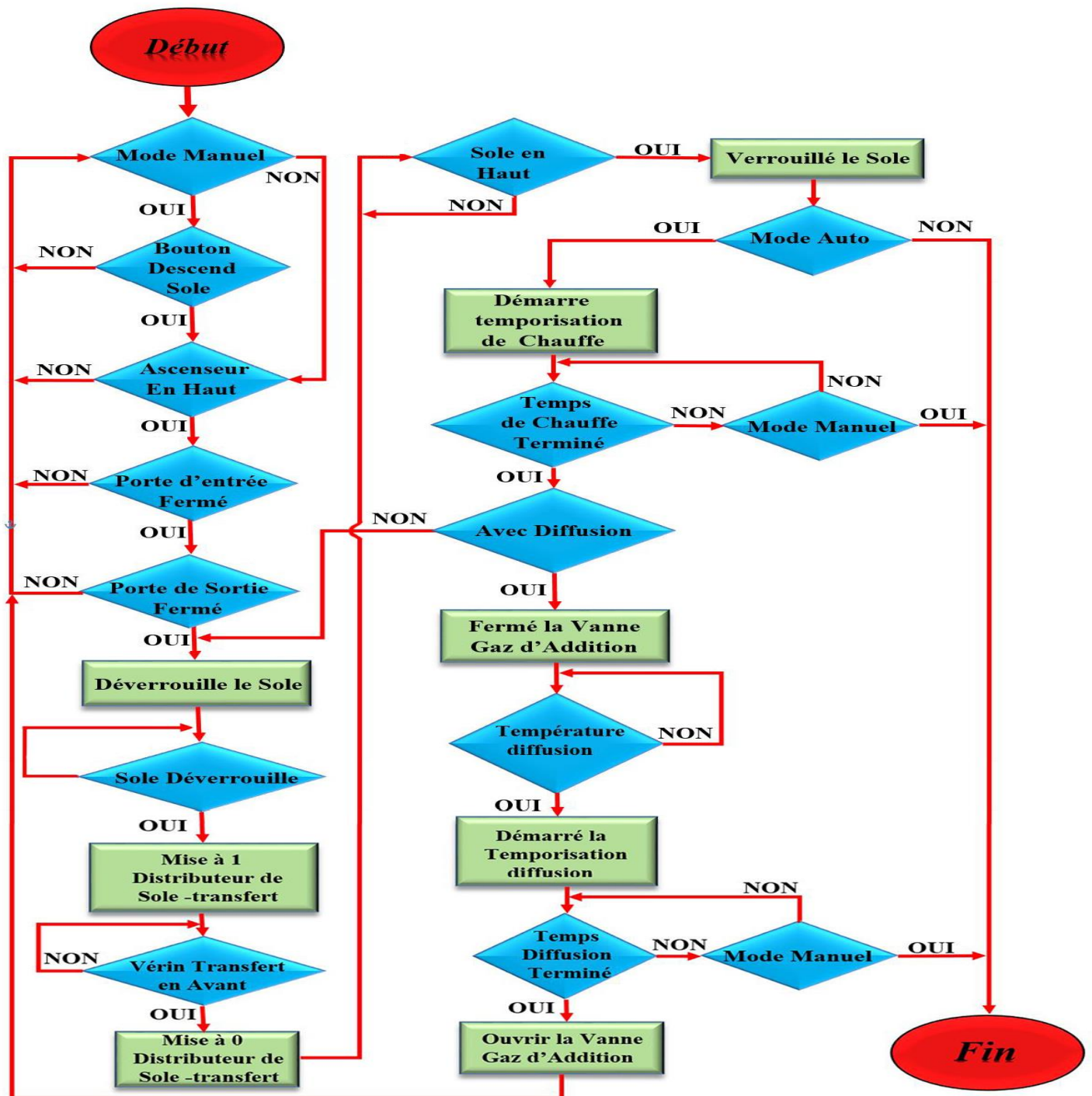


Figure IV .16. B : Organigramme de commande de transfert et l'élevatrice de charge.

D) Organigramme de régulation de la température du bac d'huile

L'organigramme (voir Figure IV .16. d) décrit la régulation de la température du bac d'huile. Le même principe de la régulation de chambre de chauffe, sauf dans ce cas nous avons un système de refroidissement en plus. Le bloc de fonction permettant de réaliser ce fonctionnement est le FC5.

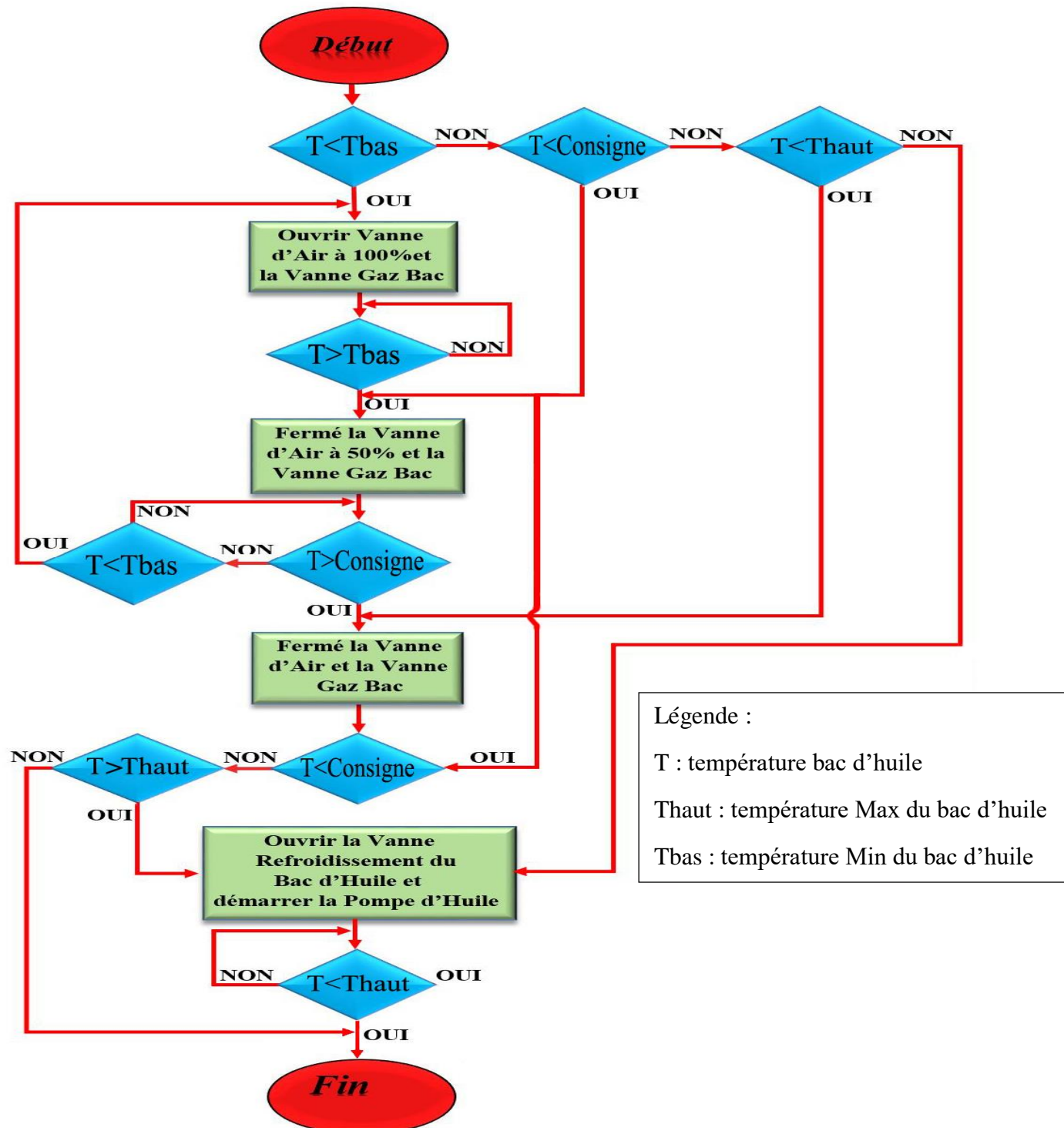


Figure IV .16. D : Organigramme de régulation de la température du bac d'huile.

E) Organigramme de marche-arrêt du four

L'organigramme (voir Figure IV .16. e) décrit la commande de mise en marche-arrêt du four. Le bloc de fonction permettant de réaliser ce fonctionnement est le FC6.

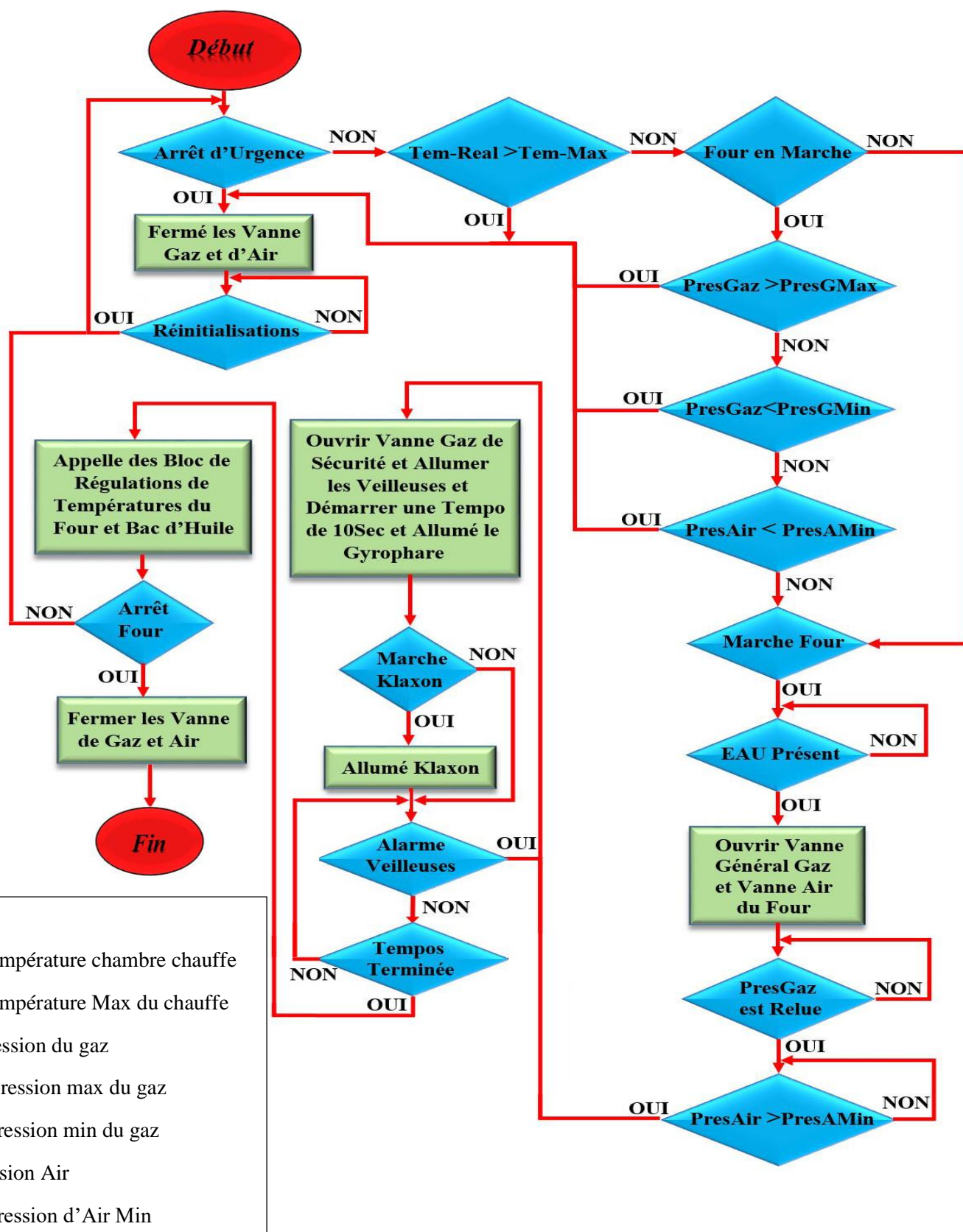


Figure IV .16. E : Organigramme de marche-arrêt du four.

G) Organigramme de marche-arrêt du ventilateur d'air et de la turbine de brassage

L'organigramme (voir Figure III.16.h) décrit la commande de mise en marche-arrêt du ventilateur d'air et de la turbine de brassage. Le bloc de fonction FC2 permettant de réaliser ce fonctionnement

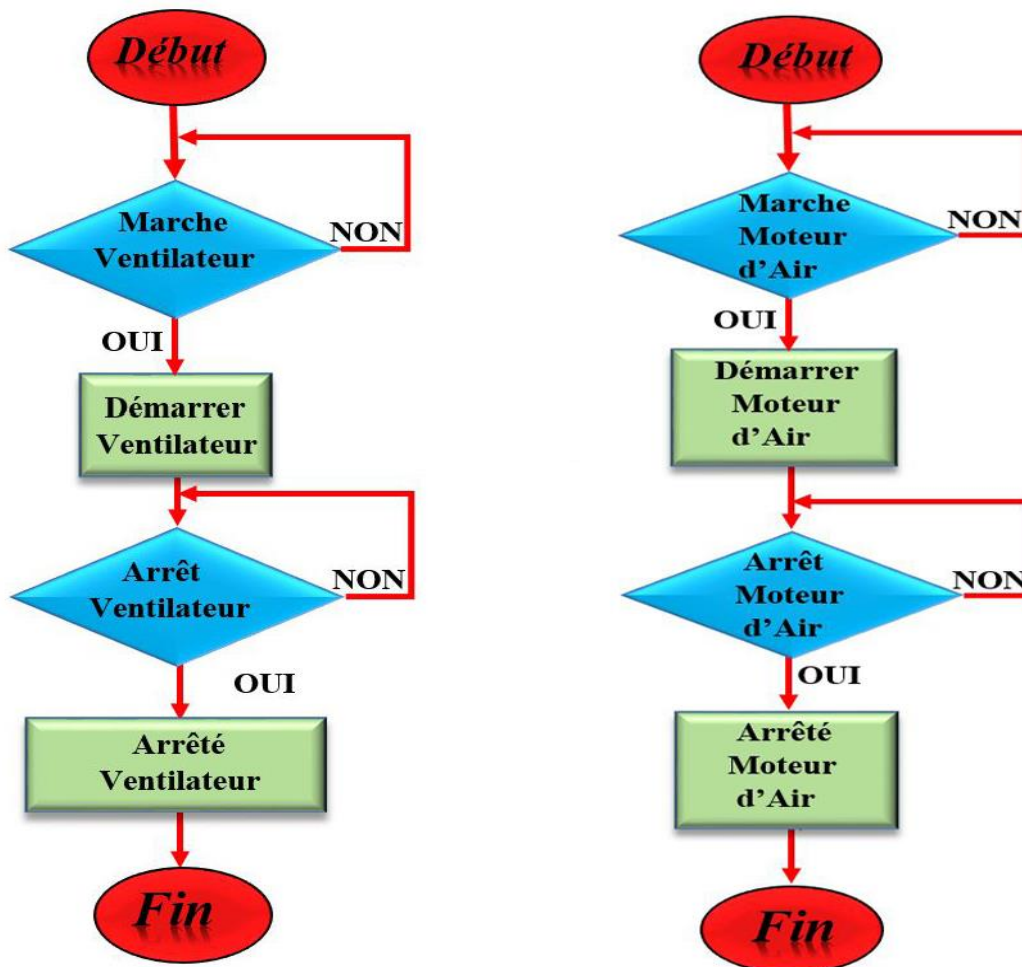


Figure IV .16. G : Organigramme de marche-arrêt du ventilateur d'air et de la turbine de brassage.

H) Organigramme de gestion de la pompe d'huile

L'organigramme (voir Figure IV .16. h) décrit la commande de mise en marche-arrêt de la pompe d'huile. Le bloc de fonction FC2 permettant de réaliser ce fonctionnement c'est la même fonction qui commande de l'ascenseur et la pousseuse.

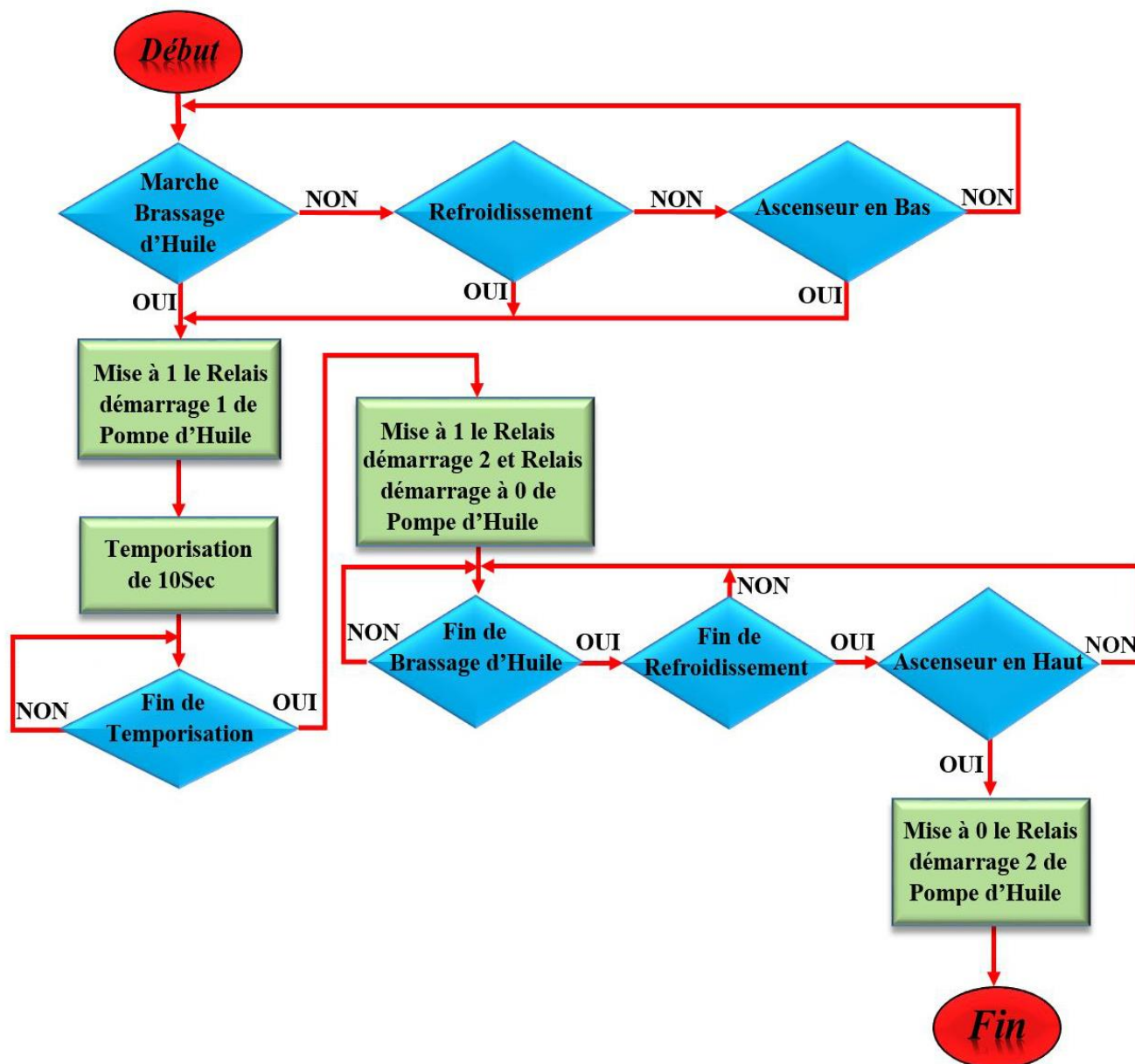


Figure IV .16. H : Organigramme de gestion de la pompe d'huile.

i) Organigramme du système d'extinction automatique

L'organigramme (voir Figure IV .16. i) décrit l'algorithme du système d'extinction qui a été programmé dans le bloc fonction FC8.

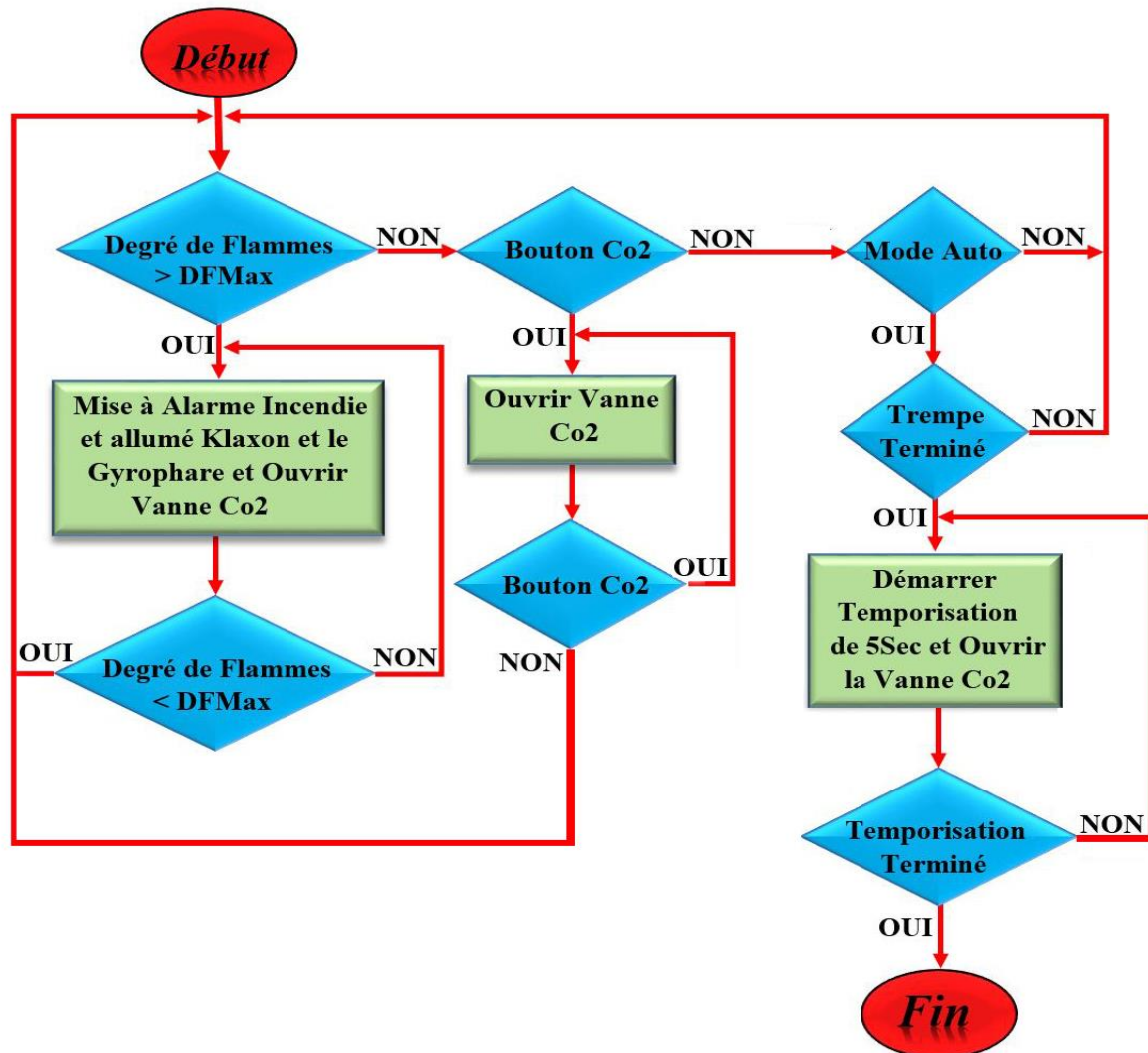


Figure IV .16. I : Organigramme du système d'extinction automatique.

J) Organigramme de la fonction de régulation du potentiel carbone

Nous avons mis au point l'organigramme ci-dessous dans le but d'expliquer l'algorithme de programmation de la boucle de régulation du potentiel carbone.

Selon la variable qu'on veut réguler $X(t)$, le régulateur a besoin de lui introduire les paramètres $K1$, $K2$, Ym , et YM . Par défaut $K1=0.95$, $K2=0.99$, $Ym=10\%$ et $YM=50\%$, le régulateur est programmé dans le bloc de fonction FC12.

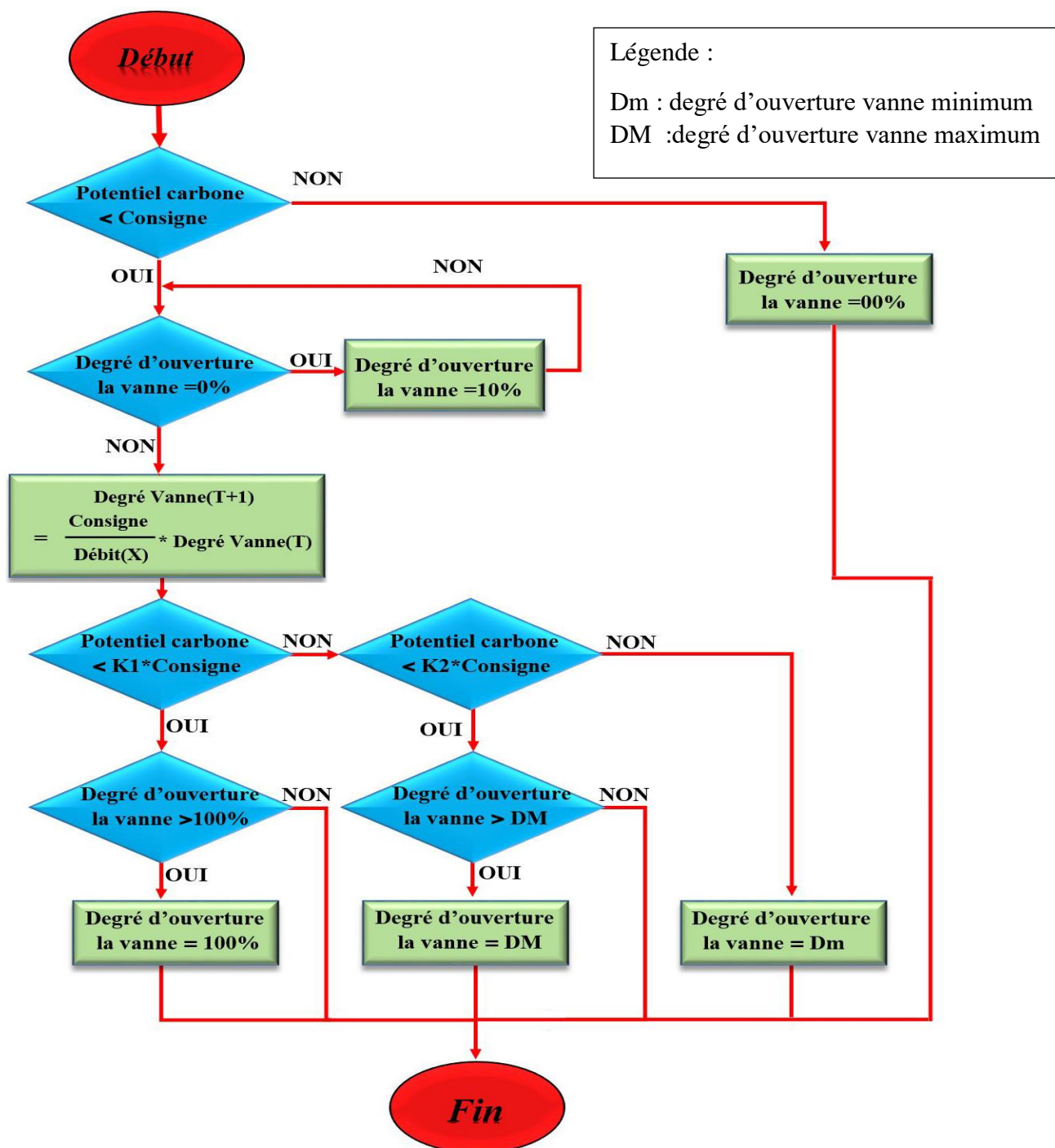


Figure IV .16. J : Organigramme de la fonction de régulation du potentiel carbone.

K) Organigramme de la fonction de régulation de débit

L'organigramme (voir Figure IV .16. k) décrit l'algorithme de régulation de débit gaz endothermique, et débit gaz d'addition, programmé dans le bloc de fonction FC13.

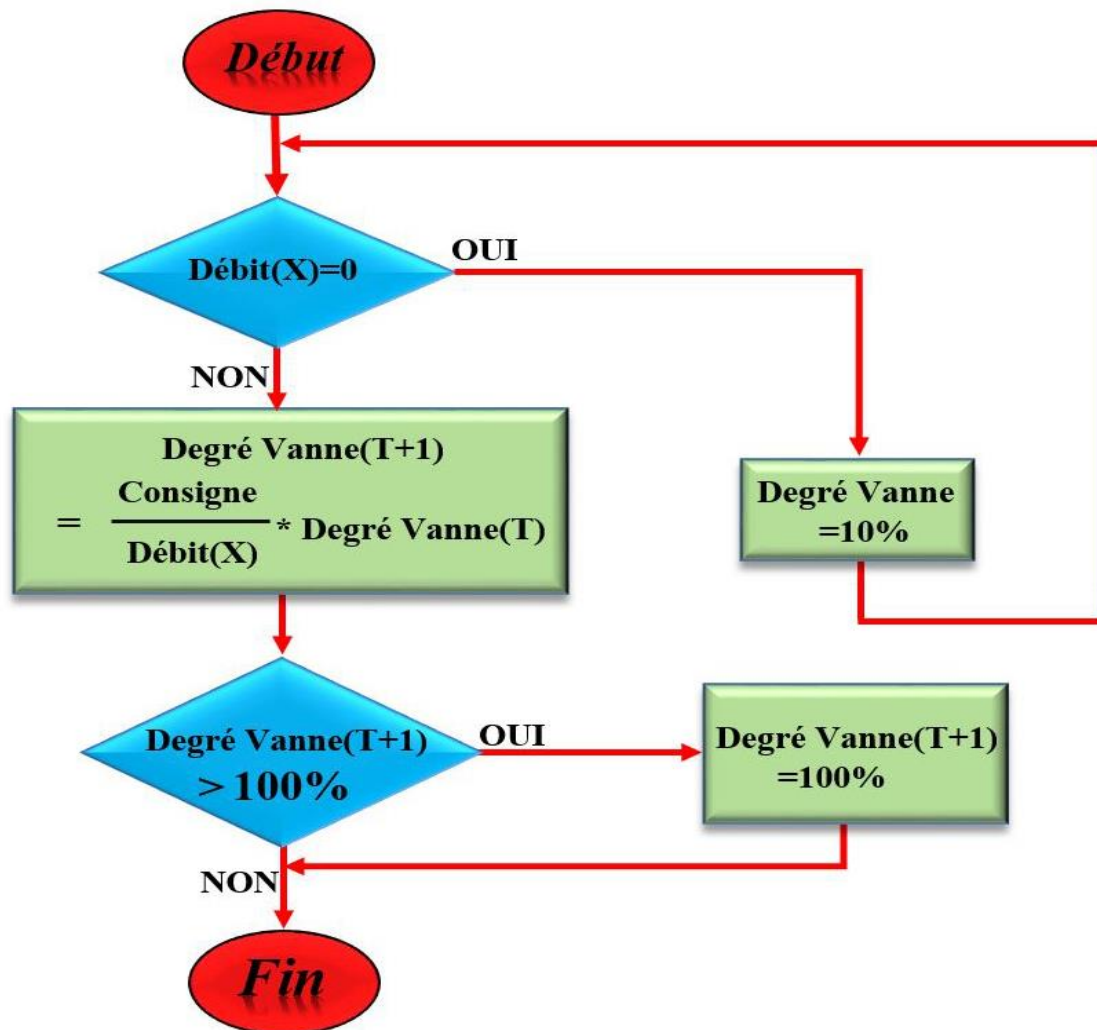


Figure IV .16. K : Organigramme de la fonction de régulation de débit.

M) Organigramme de la fonction de régulation du débit de gaz endothermique et du débit gaz d'addition et du potentiel carbone

L'organigramme ci-dessous décrit l'algorithme de régulation de débit gaz endothermique, débit gaz d'addition, et potentiel carbone. La régulation n'est pas basée sur un modèle mais nous avons tout simplement implémenté la régulation qui existe sur site dans l'automate, parce que nous avons trouvé des problèmes pour déterminer les paramètres de régulation. La régulation utilisée est appelée "régulation tout ou rien", programmée dans le bloc de fonction FC9.

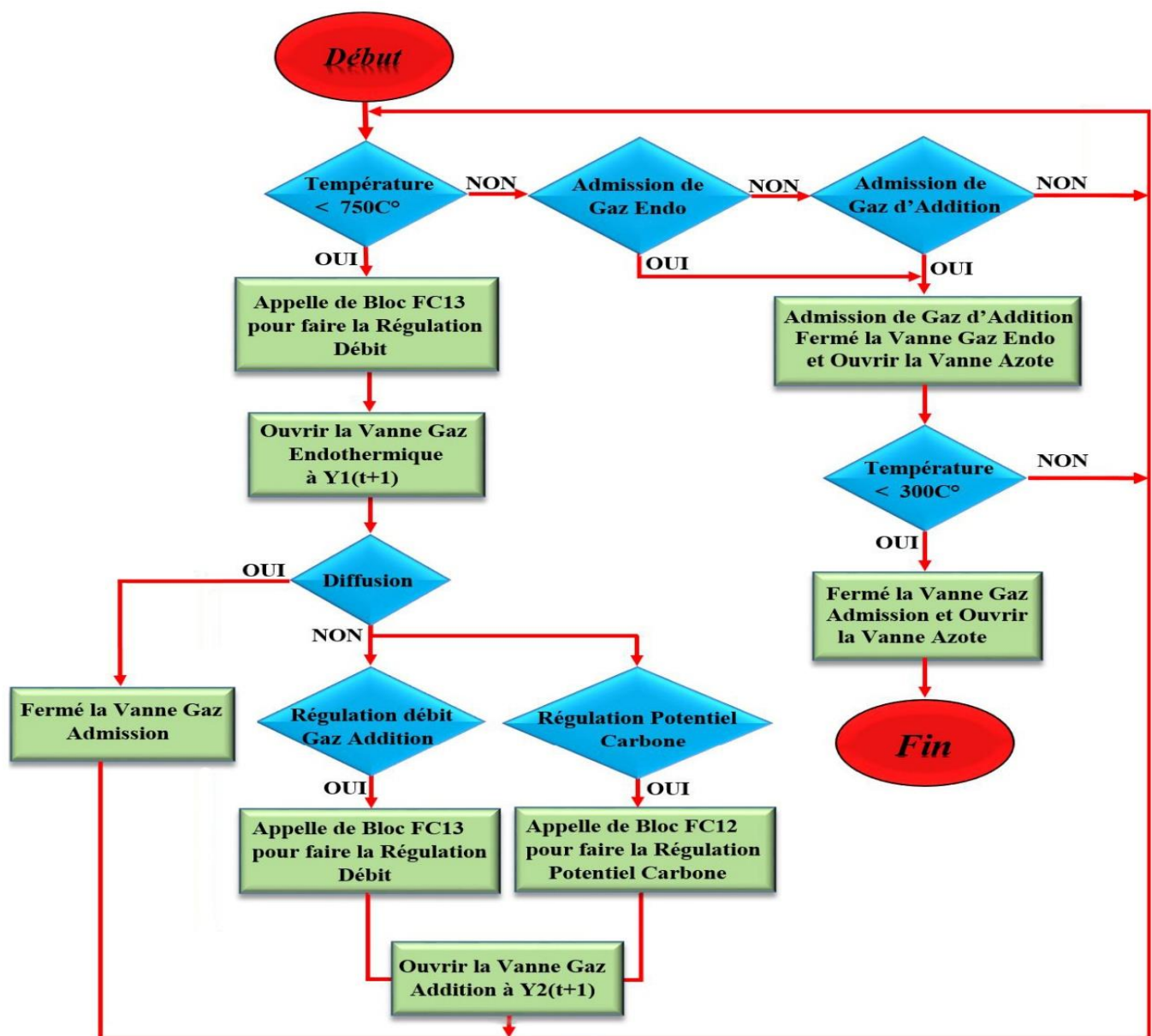


Figure IV .16. M : Organigramme de la fonction de régulation du débit de gaz endothermique et du débit gaz d'addition et du potentiel carbone.

n) Paramétrage et intégration d'un bloc Pid sous Tia Portal

Pour bien régler la température de la chambre de chauffe, on a fait appel au bloc PID FB58 qui est un algorithme conçu pour la régulation de température intègre dans Tiaportal. Il suffit juste de le paramétrer, et l'insérer dans le bloc d'organisation OB35.

La figure (IV .16. N) montre les paramètres du régulateur PID à programmer dans le bloc organisationnel OB35

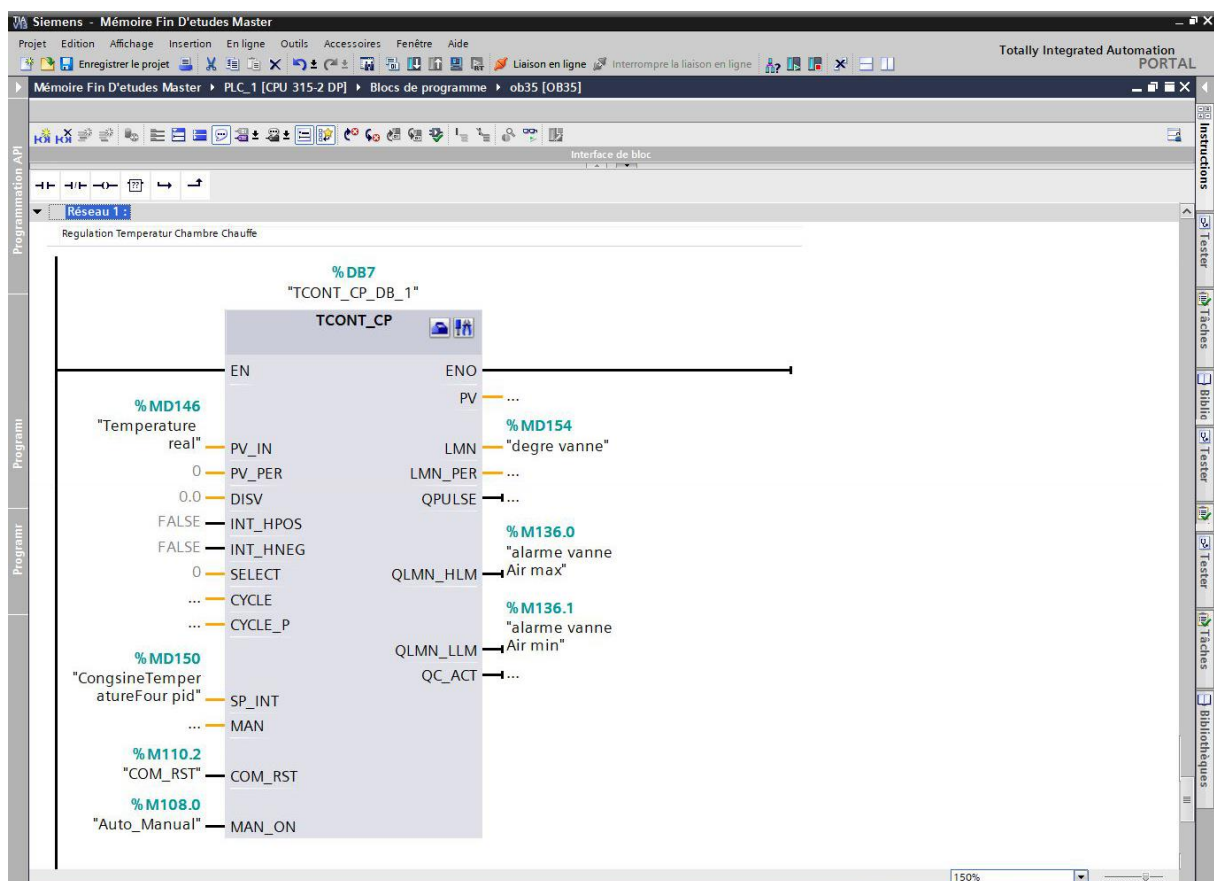


Figure IV .16. : Bloc régulation TCONT_CP sous Tia Portal.

Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"alarme vanne Air max"	%M136.0	Bool	Alarme d'ouverture de la vanne max
"alarme vanne Air min"	%M136.1	Bool	Alarme d'ouverture de la vanne min
"Auto_Manual"	%M108.0	Bool	mode auto mode manuel
"COM_RST"	%M110.2	Bool	redémarré bloc pid
"CongsigneTemperatureFour pid"	%MD150	Real	Consigne température chambre chauffe
"degre vanne"	%MD154	Real	degré d'ouverture de la vanne air four
"man_valeu"	%MD158	Real	valeur de la commande manuelle
"Temperature real"	%MD146	Real	la mesure température chambre de chauffe

Tableau IV .5 : Table Mnémonique de bloc régulation.

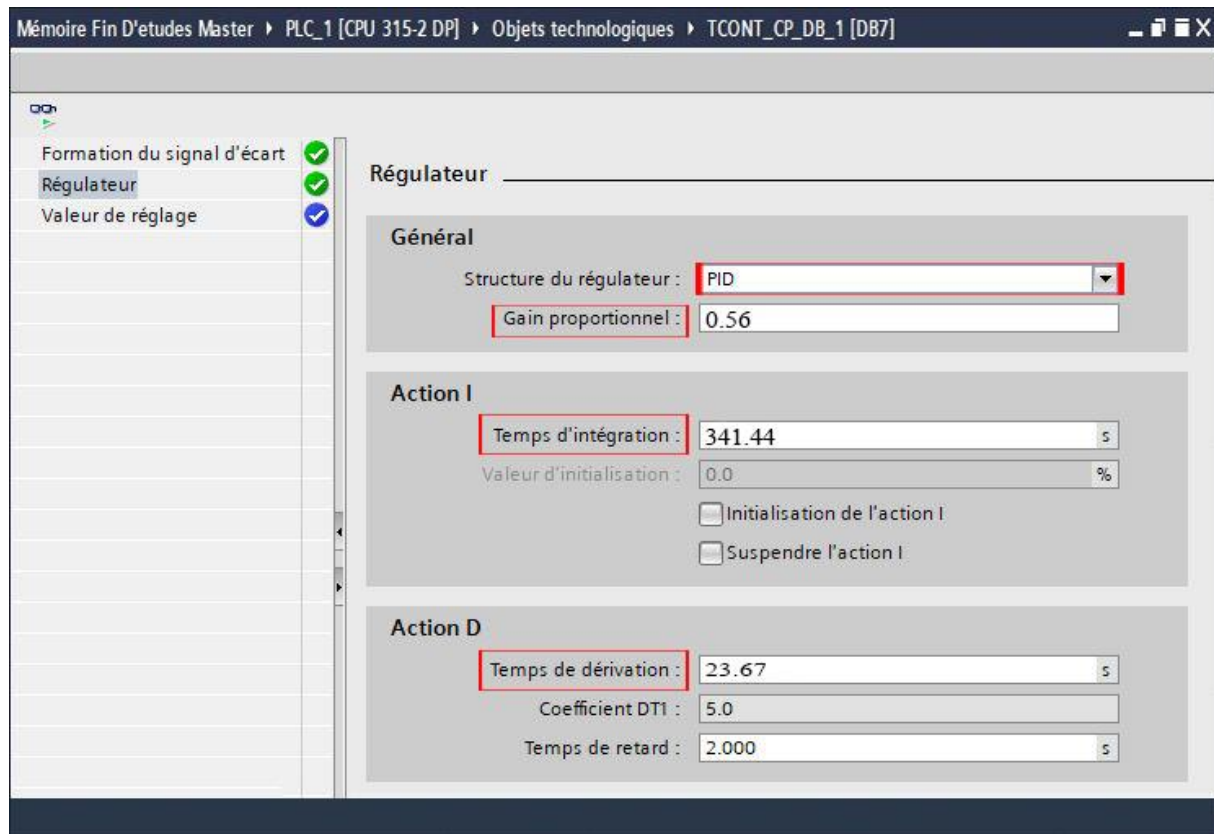


Figure IV .16. : Configuration les paramètres de régulateur TCONT_CP sous Tia Portal.

III. 6) -Conclusion

Le but de notre travail consistait à concevoir une solution d'automatisation pour migrer de la logique câblée vers la logique programmée. Pour cela, nous avons fait l'analyse des modes de fonctionnement du four qui nous ont permis de définir la configuration matérielle de la station de commande. Nous avons aussi réalisé un programme qui peut être implémenté dans l'automate grâce au logiciel TIA PORTAL et expliqué le principe de programmation des différents blocs utilisés à travers des organigrammes.

Dans le prochain chapitre nous utiliserons le logiciel WinCC flexible pour mettre en œuvre une interface de supervision et de commande du four UGINE N133.

IV.1) - Introduction

Le bon control du processus passe obligatoirement par un maximum de transparence. Ceci est possible grâce à la supervision avec l'interface homme machine (IHM), qui permet à tout instant de contrôler les différents paramètres du système, mais aussi de voir le fonctionnement du processus en temps réel, et diagnostiquer avec précision tous les types de panne qui peuvent survenir, afin d'aboutir à une grande maîtrise de la production.

La supervision permet de dégager les exploitants des taches délicates, surtout dans des milieux hostiles ; elle permet aussi de rendre le travail moins contraignant pour celui qui l'exécute et améliore les conditions de travail.

Elle offre à l'opérateur la possibilité de suivre le fonctionnement du procédé et d'effectuer des taches de routine (vérification des paramètres, inspection des installations...).

En situation d'exception (incendie, danger, situation à risque...), les actions à entreprendre sont cernées et bien décrites ; dans ce cas le système de supervision sert d'interface entre le procédé et l'exploitant pour le diagnostic et l'aide à la décision.

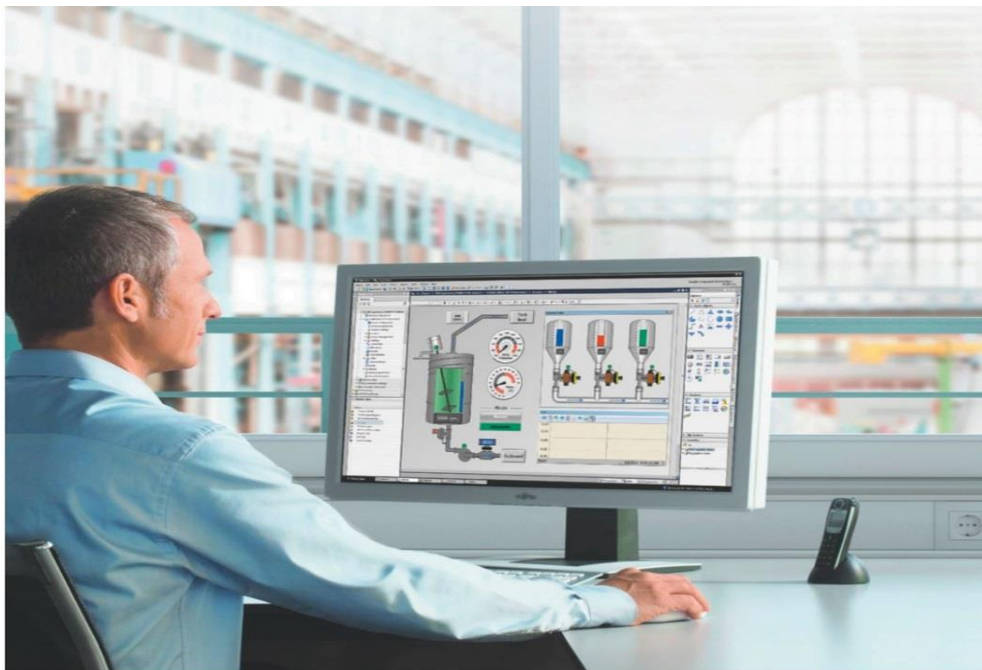


Figure V.1 : Programmation sous WinCC Tia Portal.

Dans ce chapitre, on a introduit notre système de supervision qui complète le système d'automatisation du four UGINE N133 qui a fait l'objet du chapitre précédent, et nous terminerons notre travail avec des tests qui vont être effectués à l'aide des outils de simulation PLCSIM et WinCC Runtime Professional Simulation.

IV.2) - Logiciel de supervision SimaticWinCCRuntime Professional V13 :

Le WinCC (Windows Control Center) est un système IHM (Interface Homme Machine) autrement dit l'interface entre l'homme (l'opérateur) et la machine (le processus) est un logiciel de supervision développé par SIEMENS. Il permet à l'opérateur de visualiser et de surveiller le processus par un graphisme à l'écran. WinCC constitue la solution de conduite et de supervision de procédés sur un pupitre.

- ♣ Il offre une bonne solution de supervision en raison des fonctionnalités adaptées aux exigences courantes des installations industrielles qu'il met à la disposition des opérateurs.
- ♣ Il est caractérisé par sa flexibilité, c'est-à-dire qu'il peut être utilisé par un composant hors SIEMENS.
- ♣ Il offre une bonne solution de supervision, car il met à la disposition de l'opérateur des fonctionnalités adaptées aux exigences d'une installation industrielle.

Les étapes de déroulement de la supervision sous WinCC sont résumées dans la figure suivante

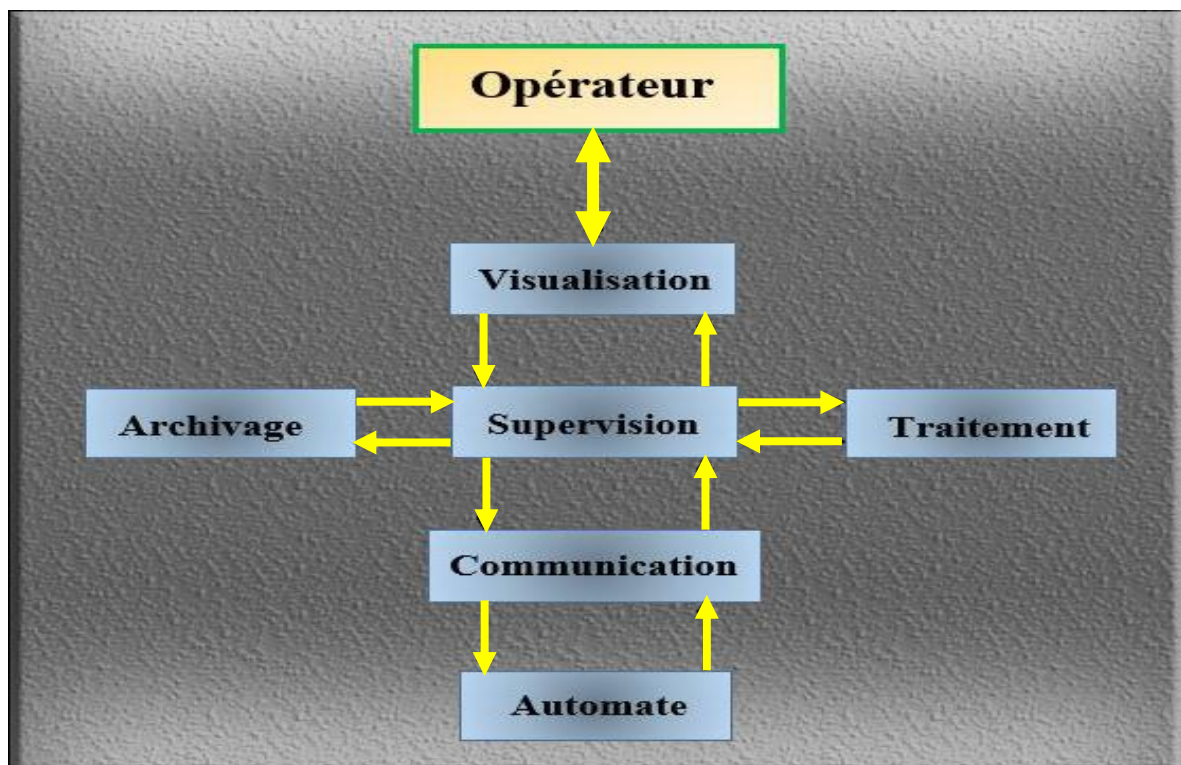


Figure V.2 : Schéma synoptique du déroulement de la Supervision.

La supervision du four Uginé N133 a été élaboré à l'aide du logiciel WinCCRuntime Professional V13, vu ses particularités. Les différentes étapes à suivre, pour créer notre application sont :

- Créer un projet.
- Sélectionner et installer L'API.
- Définir les variables dans l'éditeur de variables.
- Créer et éditer les vues (vue d'accueil, vue de tous les ouvrages).
- Paramétrer les propriétés de WinCCRuntime Professional.
- Activer les vues dans le WinCCRuntime Professional.
- Utiliser le simulateur pour tester les vues du processus.

IV.3)-Introduction aux Interfaces homme machine (IHM):

Dans le domaine de l'automatisation, les pupitres (écrans) sont des Interfaces homme machine (IHMs) très populaire afin de centraliser le contrôle d'un procédé sur un seul écran. Ainsi, il est possible d'afficher plusieurs informations et de mettre à la disposition de l'opérateur des commandes qui affecteront le procédé. Les IHMs permettent aussi de remplacer des stations de boutons. Ils sont surtout utilisés en complément avec un API (automate programmable industriel) pour avoir un affichage des états des entrées/sorties et des alarmes du système. [20]

Le pupitre de supervision, une fois sous réseau permet :

- De visualiser l'état des actionneurs (pompes, vannes) et des capteurs (pression, niveau, température, pression).
- D'afficher les alarmes.
- D'agir sur les pompes et les vannes...etc.

Parmi toutes les solutions de supervision disponibles sur le marché, SIMATIC HMI de Siemens offre une vaste gamme de pupitre opérateur et d'ordinateurs pour toutes les applications de conduite et de supervision (voir Figure V.3).



Figure V.3 : la gamme des pupitres SIMATIC HMI multi panel MP377.

Le pupitre de supervision de notre application a les caractéristiques suivantes :

- ✚ Surface de travail (la taille de l'écran) convenablement dimensionnée afin d'offrir une vue complète de chaque segment de l'installation.
- ✚ Caractéristiques techniques en adéquation avec la programmation qui y sera implémentée.
- ✚ Adaptabilité et flexibilité aux futures applications et produits susceptibles d'être utilisés avec ce pupitre.
- ✚ La disponibilité et le prix de l'IHM sur le marché.

Au final, nous avons opté pour le pupitre Simatic multi panel MP 377 12" de Siemens.

IV. 4) -Le pupitre SIMATIC IHM multi panel MP377 12"

Le pupitre SIMATIC HMI MP377 12" (voir Figure V.4) dispose des caractéristiques suivantes :

- ✚ Une interface MPI/DP et deux interfaces PROFINET pour un fonctionnement sur PROFIBUS et PROFINET.
- ✚ Un écran TFT avec 64k couleurs et une résolution SVGA (800 x 600 Pixel).
- ✚ Une taille mémoire utilisateur étendue à 12 MOctets.

- ✚ Une mémoire rémanente sans maintenance pour le tampon de messagerie.
- ✚ Deux interfaces standard USB 2 embarquées pour la périphérie.
- ✚ Configurable à partir de tous les Versions de WinCC.

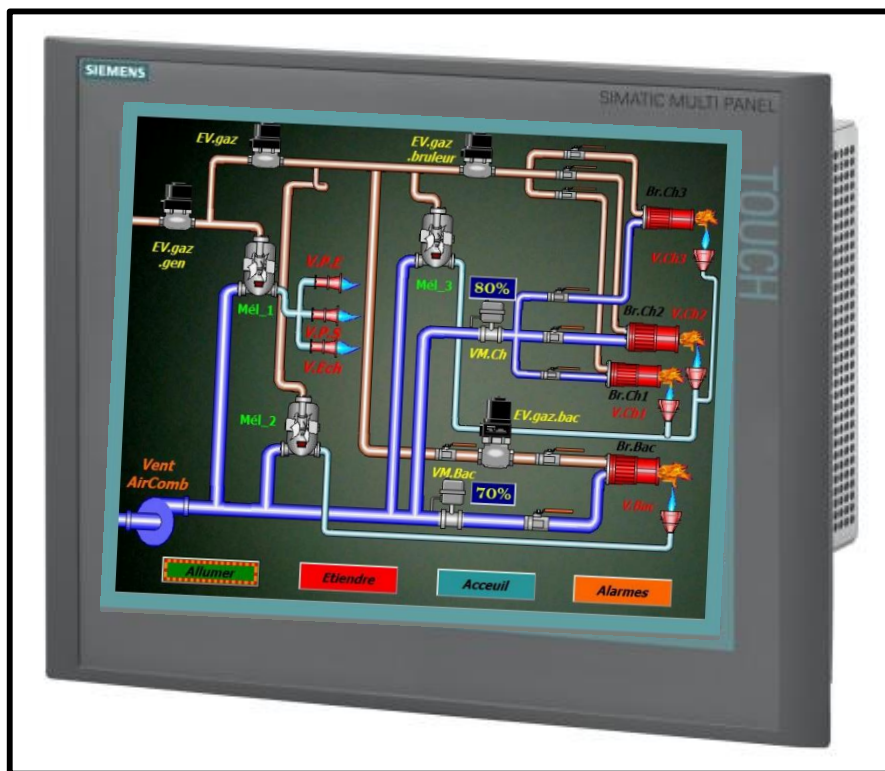


Figure V.4 : Le pupitre SIMATIC HMI multi panel MP377 12" Touch.

IV.5) -Création d'un projet WinCC

Pour créer l'interface homme machine nous avons utilisé le logiciel WinCCRuntime Professional V13 développé par Siemens sous Tia portal. Il permet la saisie, l'affichage des vues et l'archivage des données, tout en facilitant les tâches de conduite et de surveillance aux opérateurs. Il offre une supervision précise, car il met à la disposition de l'opérateur des fonctionnalités adaptées aux exigences d'une installation industrielle moderne.

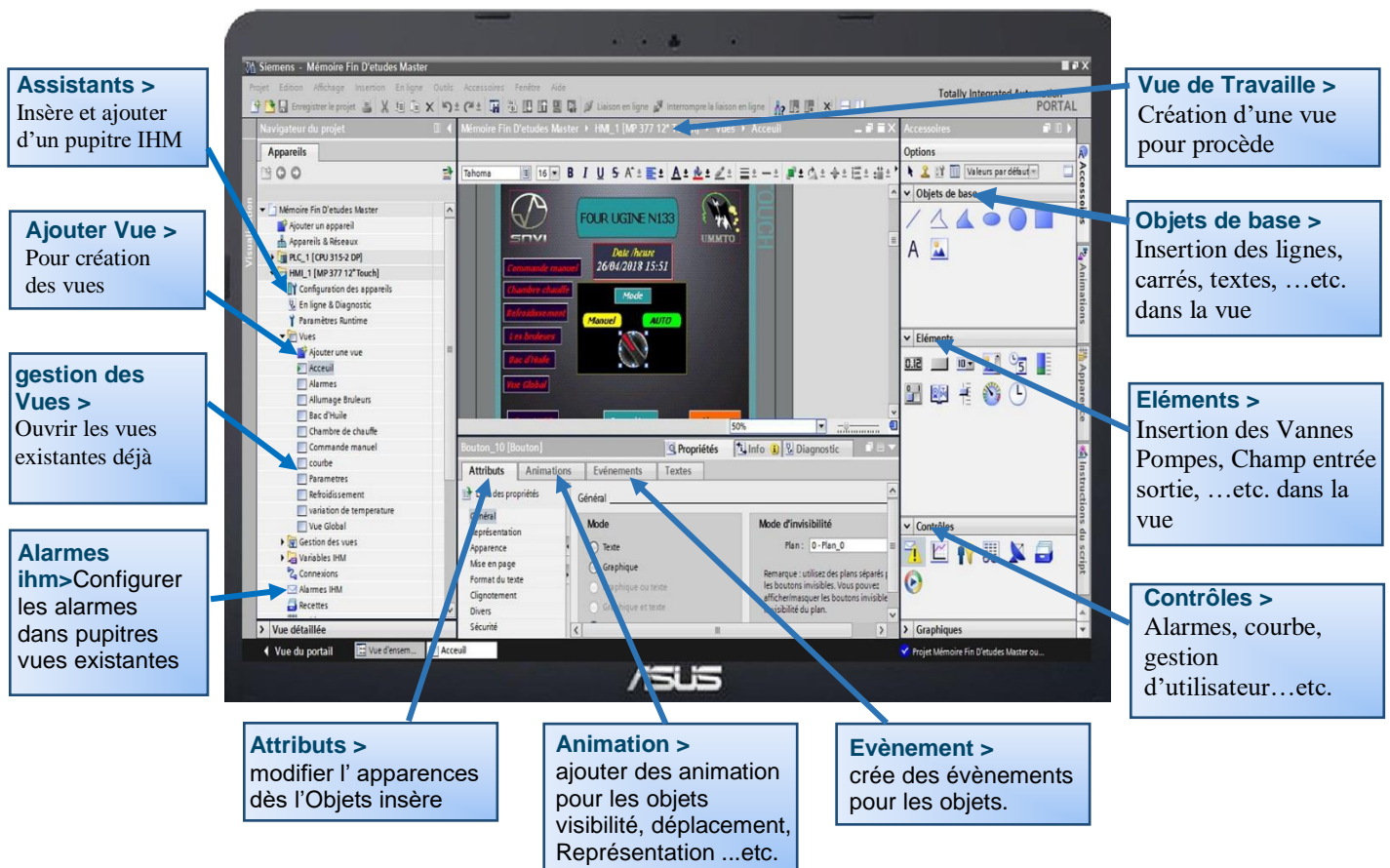


Figure V.5 : Différents Barre d'outils programmations WinCC Flexible V13.

IV.5.1) - Établissement d'une liaison IHM-PLC

Il faut créer une liaison **IHM-PLC** entre la CPU et l'IHM, cela pour pouvoir lire les données qui se trouvent dans l'automate. Il y a trois type de liaison possible entre la CPU et le pupitre de supervision en générale. Dans notre cas la CPU 3152dp, dispose que de deux liaison soit profibus ou MPI, par ailleurs le pupitre MP377 12» dispose des liaisons : profinet et MPI. On a utilisé la liaison MPI car c'est la seule qu'elles ont en commun.

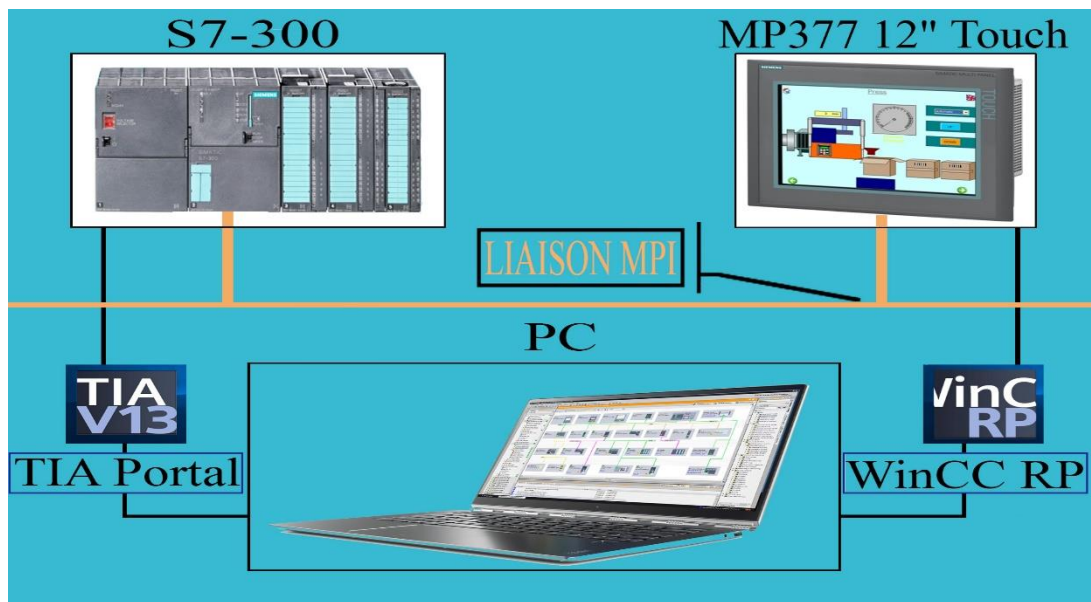


Figure V.6 : Liaison MPI automate IHM.

A. Variables IHM

On distingue deux types de variables, les variables externes et les variables internes :

- Les variables externes permettent de communiquer et d'échanger des données entre les composants d'un processus automatisé, entre un pupitre opérateur et un automate.
- Les variables internes ne possèdent aucun lien avec l'automate, elles sont enregistrées dans la mémoire du pupitre.

B. Table des variables IHM

La figure suivante représente une partie de la table des variables IHM :

Nom	Type de données	Connexion	Nom API	Variable API	Adresse	Mode d'accès	Cycle d'acquisit...	Archivé	Commentai
BobinePorte	Table de variables standard	HM_Liaison_1	PLC_1	BobinePorte	%Q4.7	<accès absolu>	100 ms	<input type="checkbox"/>	
CapteurCarbon	Table de variables standard	HM_Liaison_1	PLC_1	CapteurCarbon	%WB04	<accès absolu>	100 ms	<input type="checkbox"/>	
CapteurPointRosee	Table de variables standard	HM_Liaison_1	PLC_1	CapteurPointRosee	%WB10	<accès absolu>	100 ms	<input type="checkbox"/>	
CapteurTemperatureBac	Table de variables standard	HM_Liaison_1	PLC_1	CapteurTemperatureBac	%WB12	<accès absolu>	100 ms	<input type="checkbox"/>	
CapteurTemperatureFour	Table de variables standard	HM_Liaison_1	PLC_1	CapteurTemperatureFour	%WB14	<accès absolu>	100 ms	<input type="checkbox"/>	
Commande	Table de variables standard	HM_Liaison_1	PLC_1	Commande	%M0.5	<accès absolu>	100 ms	<input type="checkbox"/>	
CongsiueChauffe	Table de variables standard	HM_Liaison_1	PLC_1	CongsiueChauffe	%MD22	<accès absolu>	100 ms	<input type="checkbox"/>	
CongsiueTemperatureFour pid	Table de variables standard	HM_Liaison_1	PLC_1	*CongsiueTemperatureFo.	%MD150	<accès absolu>	100 ms	<input type="checkbox"/>	
consigne debit add	Table de variables standard	HM_Liaison_1	PLC_1	*consigne debit add	%M1.1	<accès absolu>	100 ms	<input type="checkbox"/>	
consigne debit endo	Table de variables standard	HM_Liaison_1	PLC_1	*consigne debit endo	%M0.4	<accès absolu>	100 ms	<input type="checkbox"/>	
consigne pc	Table de variables standard	HM_Liaison_1	PLC_1	*consigne pc	%M1.2	<accès absolu>	100 ms	<input type="checkbox"/>	
Consigne_%Carbon	Table de variables standard	HM_Liaison_1	PLC_1	Consigne_%Carbon	%MD2	<accès absolu>	100 ms	<input type="checkbox"/>	
ConsigneDebieGazAdd	Table de variables standard	HM_Liaison_1	PLC_1	ConsigneDebieGazAdd	%MD94	<accès absolu>	100 ms	<input type="checkbox"/>	
ConsigneTemperatureBac	Table de variables standard	HM_Liaison_1	PLC_1	ConsigneTemperatureBac	%MD14	<accès absolu>	100 ms	<input type="checkbox"/>	
DB2.TimeChaufi	Table de variables standard	HM_Liaison_1	PLC_1	<indéfini>	%DB2.DBX24.0	<accès absolu>	100 ms	<input type="checkbox"/>	
DB2.Timediff	Table de variables standard	HM_Liaison_1	PLC_1	<indéfini>	%DB2.DBX32.0	<accès absolu>	100 ms	<input type="checkbox"/>	
DB2.TimeRest	Table de variables standard	HM_Liaison_1	PLC_1	<indéfini>	%DB2.DBX16.0	<accès absolu>	100 ms	<input type="checkbox"/>	
DB2.TimeRestrempe	Table de variables standard	HM_Liaison_1	PLC_1	<indéfini>	%DB2.DBX0.0	<accès absolu>	100 ms	<input type="checkbox"/>	
DB2.Timetrempe	Table de variables standard	HM_Liaison_1	PLC_1	<indéfini>	%DB2.DBX8.0	<accès absolu>	100 ms	<input type="checkbox"/>	
DebiePointRosee	Table de variables standard	HM_Liaison_1	PLC_1	DebiePointRosee	%MD86	<accès absolu>	100 ms	<input type="checkbox"/>	
DebiePointRosee(1)	Table de variables standard	HM_Liaison_1	PLC_1	DebiePointRosee	%MD86	<accès absolu>	100 ms	<input type="checkbox"/>	
DebiePointRosee(2)	Table de variables standard	HM_Liaison_1	PLC_1	DebiePointRosee	%MD86	<accès absolu>	100 ms	<input type="checkbox"/>	

Tableau V.1 : Partie de la table de variables IHM.

IV.6) -Les vues du four UGINE N133

Pour le contrôle et la commande du procès on a configuré 9 vues, qui suivent une certaine hiérarchie. Ces vues permettent de lire les valeurs du process pour ainsi le commander.

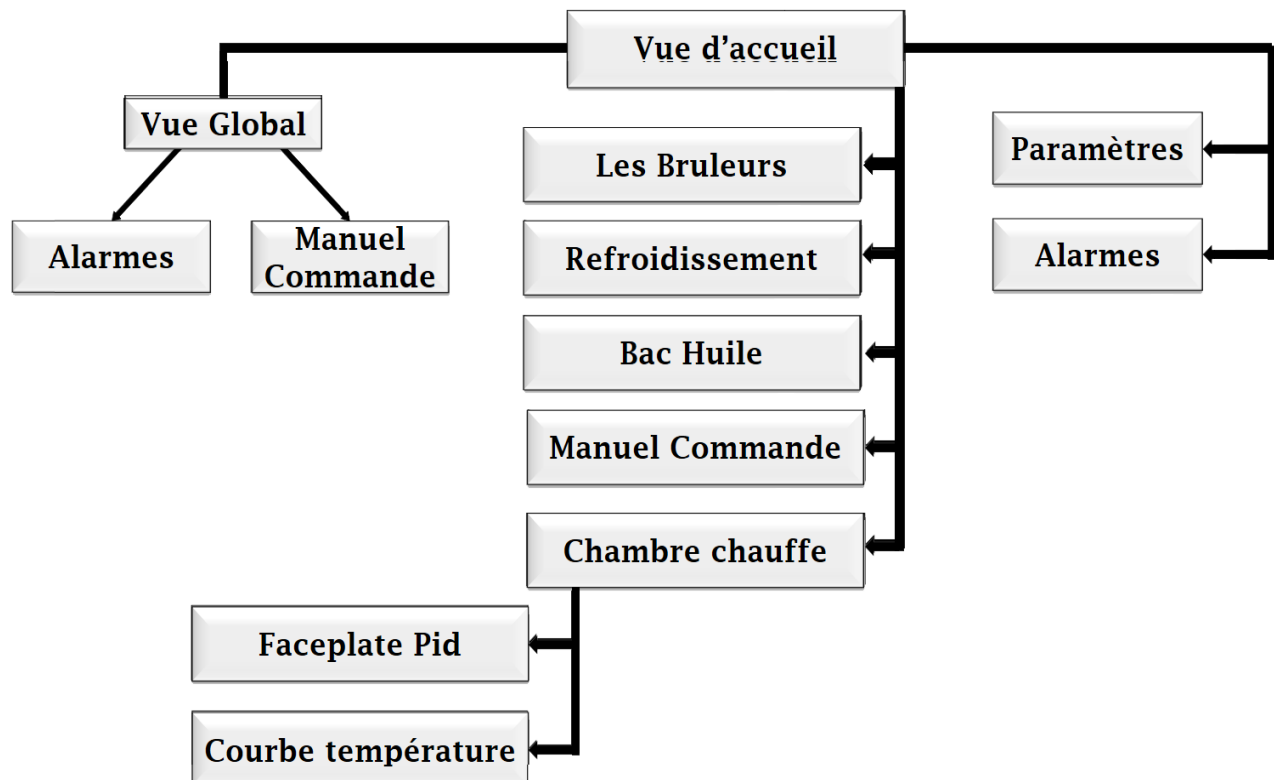


Figure V.7 : Hiérarchie des vues.

Le tableau suivant représente les différents éléments des vues.

Élément	Inactive	Active
Refroidissement		
Conduite		
Torcher		
Bruleur		
pompe		
moteur		
champ entrée /sortie		
commutateur		
Agitateur		
Vérin		

Tableau V.2 : Représentations des éléments des vues.

IV.6.1 Configuration des éléments des vues

a) Configuration des vannes

➤ Animation :

Chaque vanne est associée à une sortie automate, lorsque la variable de sortie est à « 0 » la vanne est représentée en gris (vanne fermé), lorsqu'elle est à « 1 » la vanne est en vert clignotant (vanne ouverte).

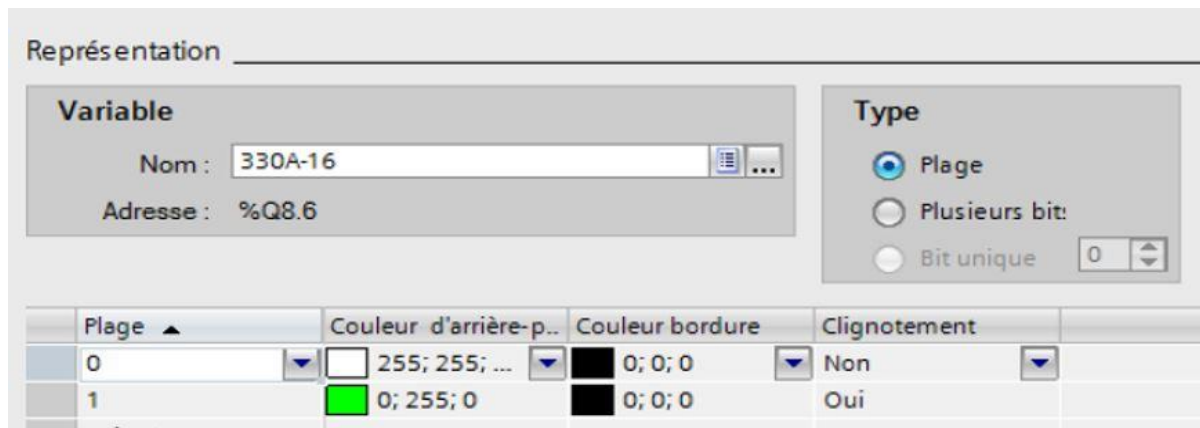


Figure V.8 : Animation d'une Vannes.

b) Configuration des pompes

➤ Animation :

Chaque pompe est associée à une sortie automate, lorsque la variable de sortie est à « 0 » la pompe est représentée en gris (pompe en arrêt), lorsque la variable est à « 1 » la pompe est en bleu clignotant (pompe en marche).

c) Configuration des boutons

➤ Animation :

Chaque bouton est animé par la couleur, il est en gris (non appuyé), ou bien en vert (appuyé).

➤ Evènement :

Chaque bouton est associé à un memento, en appuyons sur le bouton non change l'état de ce memento dans l'automate soit à « 1 » ou à « 0 ».

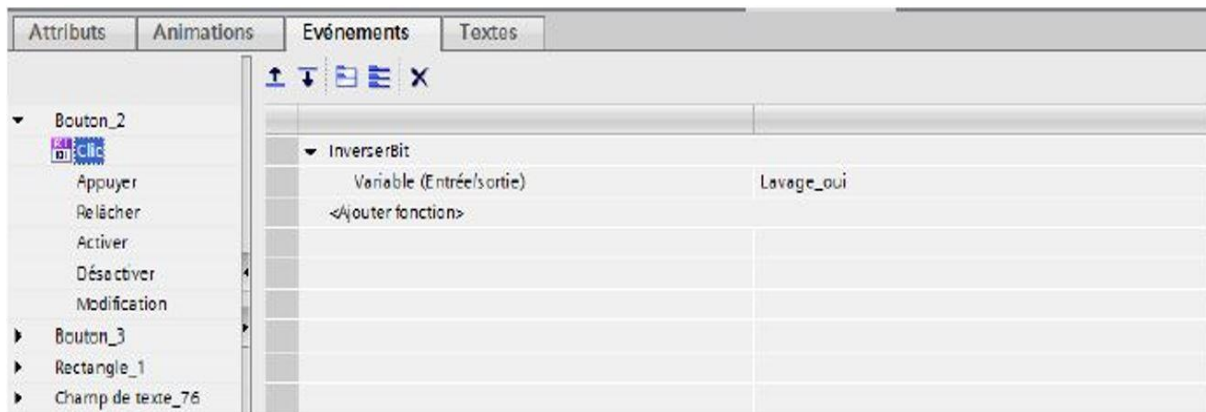


Figure IV.9 : Evènement liée à un bouton.

d) Configuration des agitateurs

➤ Animation :

Les agitateurs sont associés à des sorties automate, l'automate génère un « 1 » alors l'agitateur est fonctionnel et représenté en vert clignotant, l'automate génère un « 0 » alors ce dernier est en arrêt et représenté en gris.

e) Affichage du nom de l'étape active

➤ Visibilité :

Le nom d'étape apparaît en vert clignotant si l'étape est active, sinon il est invisible, La figure suivante montre comment la faire :

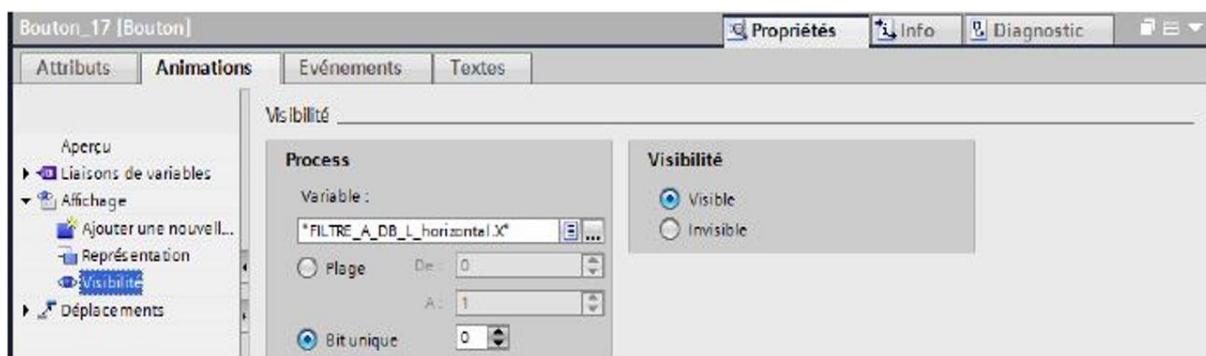


Figure V.10 : Visibilité de l'afficheur.

IV.6.2) –Les vues programmées

♣ Vue initial

C'est la vue qui s'affiche au lancement, elle est générale et sert d'accueil. Depuis cette vue l'opérateur peut accéder à la vue globale mais encore à chaque une des vues du four et aux paramètres.



Figure IV.11 : Vue initial.

♣ Vue globale du four

Cette vue permet de visualiser globalement le déroulement du process, à savoir la position de la sole, de l'ascenseur et du vérin de transfert, la présence et l'emplacement des charges dans le four, ainsi que l'état du système d'extinction (voir Figure V.12). Le bouton "Commande" affiche les boutons de commande du déchargement, de l'ascenseur, la sole et les portes.

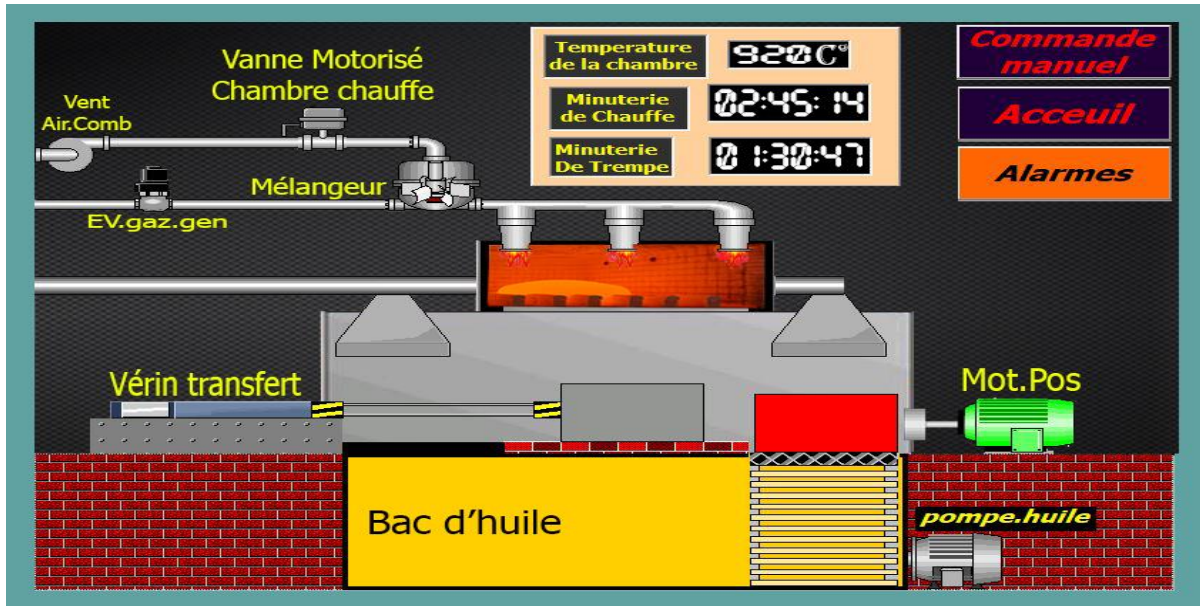


Figure V.12 : Vue globale du four.

♣ Vue de la chambre de chauffe

A partir de cette vue l'opérateur peut voir le temps restant à l'opération de chauffe ou de cémentation, de surveiller le potentiel carbone, la température de la chambre ainsi que le degré d'ouverture des vannes de régulation du gaz endothermique et du gaz d'addition (voir Figure V.13).

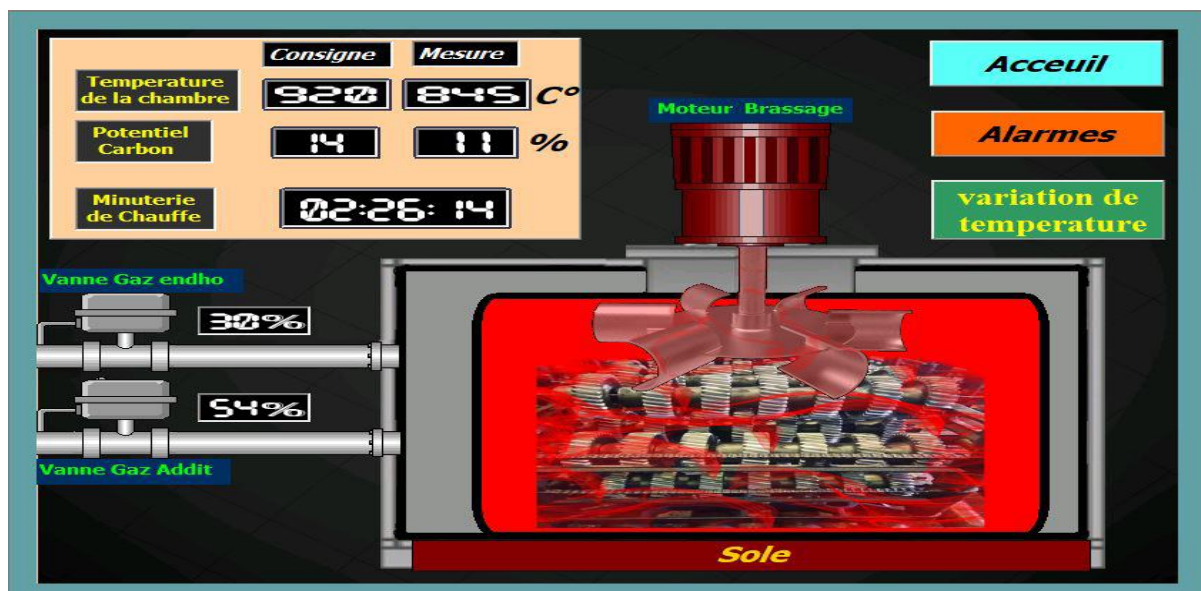


Figure V.13 : Vue de la chambre de chauffe.

♣ **Vue des bruleurs**

Dans cette vue l'opérateur peut voir l'état des bruleurs ainsi que, le degré d'ouverture des vannes destinées à la régulation de température du bac d'huile et de la chambre de chauffe (voir Figure IV.14). Deux boutons "Allumer" et "Éteindre" sont présents pour commander l'allumage des bruleurs.

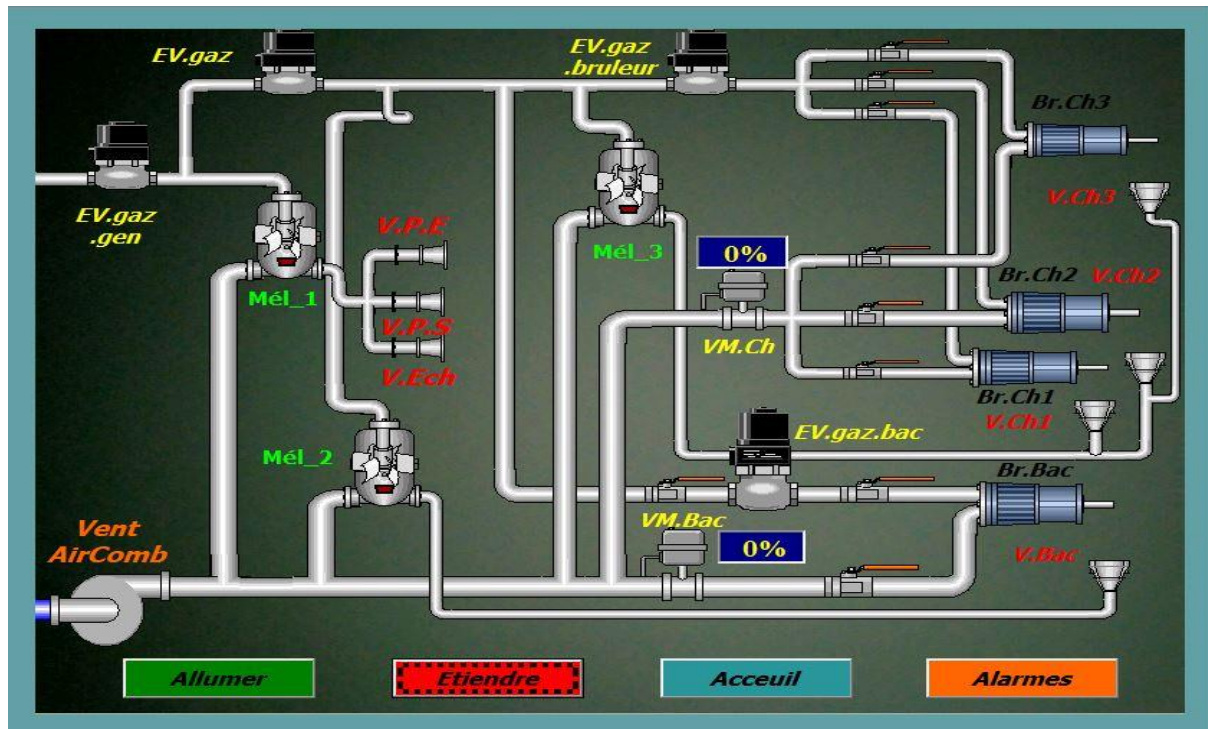


Figure V.14 : Vue des brûleurs.

♣ **Vue des paramètres**

La vue des paramètres permet de choisir le cycle du traitement, de paramétrer le régulateur et de commander la marche et l'arrêt des moteurs (voir Figure IV.15).

Après avoir fait le choix du cycle, une fenêtre de dialogue apparaît pour demander d'entrer les consignes de chaque opération du cycle choisie, c'est-à-dire le temps de chauffage, de cémentation ou de trempé ainsi que les températures dans lesquelles se dérouleront les opérations. Pour terminer l'opérateur doit valider, sinon il peut annuler et refaire le choix en cas d'erreur.

Les boutons "Débit du gaz endothermique", "Débit du gaz d'addition" et le "Potentiel carbone" permettent d'entrer les valeurs des consignes, tandis que le bouton "Paramétrage du régulateur" permet de configurer les paramètres du régulateur.

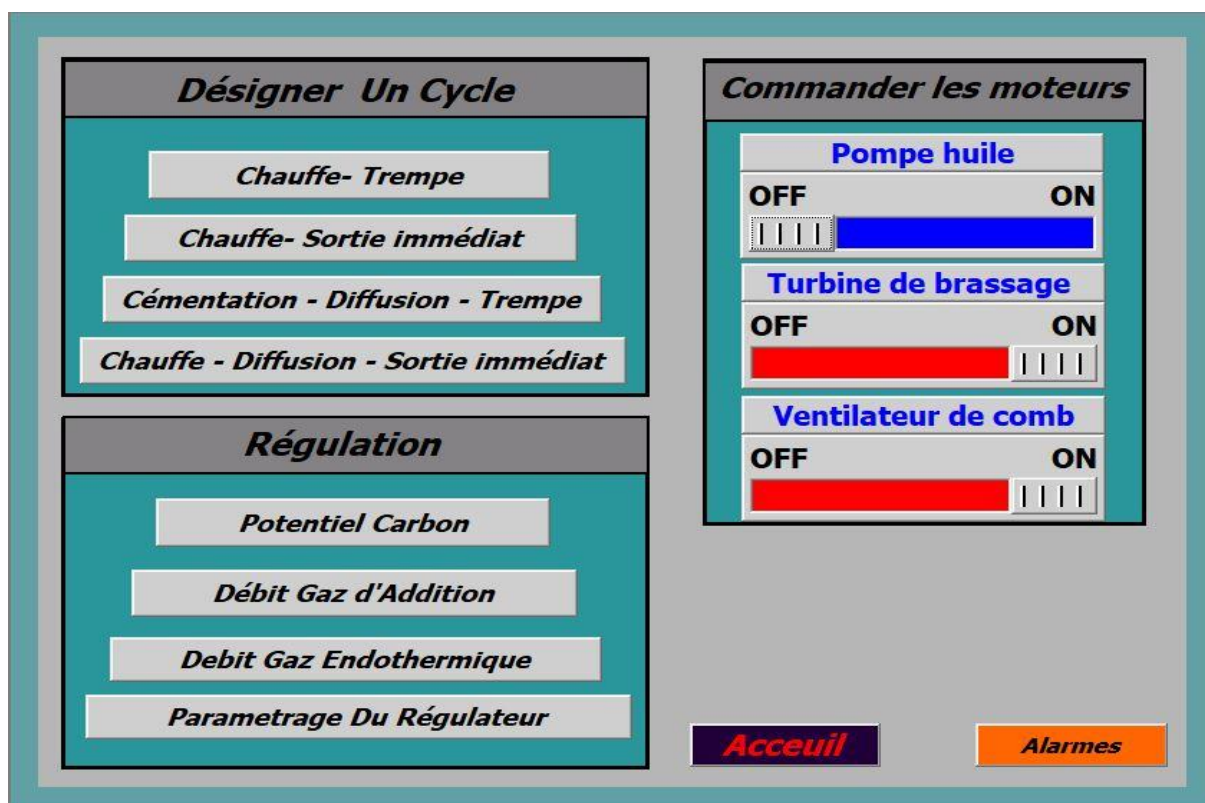


Figure V.15 : Vue des paramètres.

♣ Vue du bac d'huile

Cette vue montre le temps restant à la trempe, la température et le niveau de l'huile ainsi que l'état de marche du moteur de la pousseuse et de la pompe du bac d'huile (voir Figure IV.16).

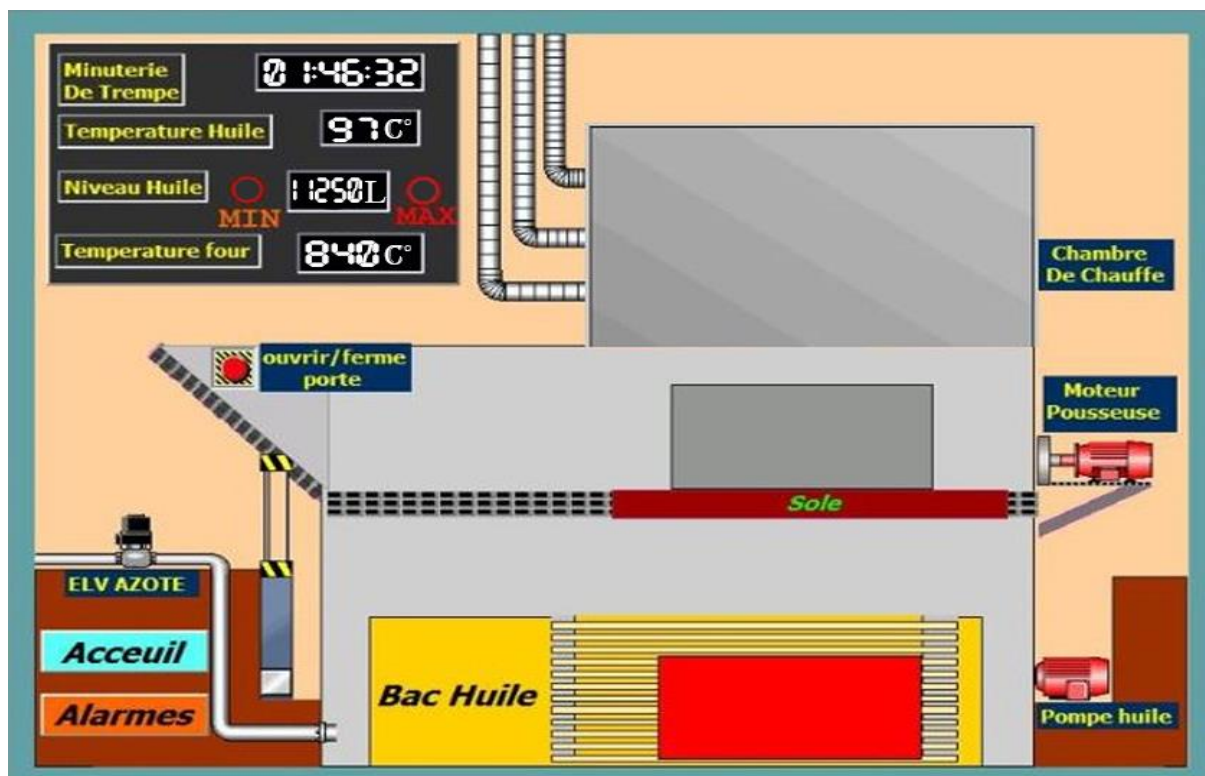


Figure V.16 : Vue du Bac d'huile.

♣ Vue du circuit de refroidissement

La vue de refroidissement permet de visualiser s'il y a une présence d'eau dans le circuit (voir Figure IV.17).

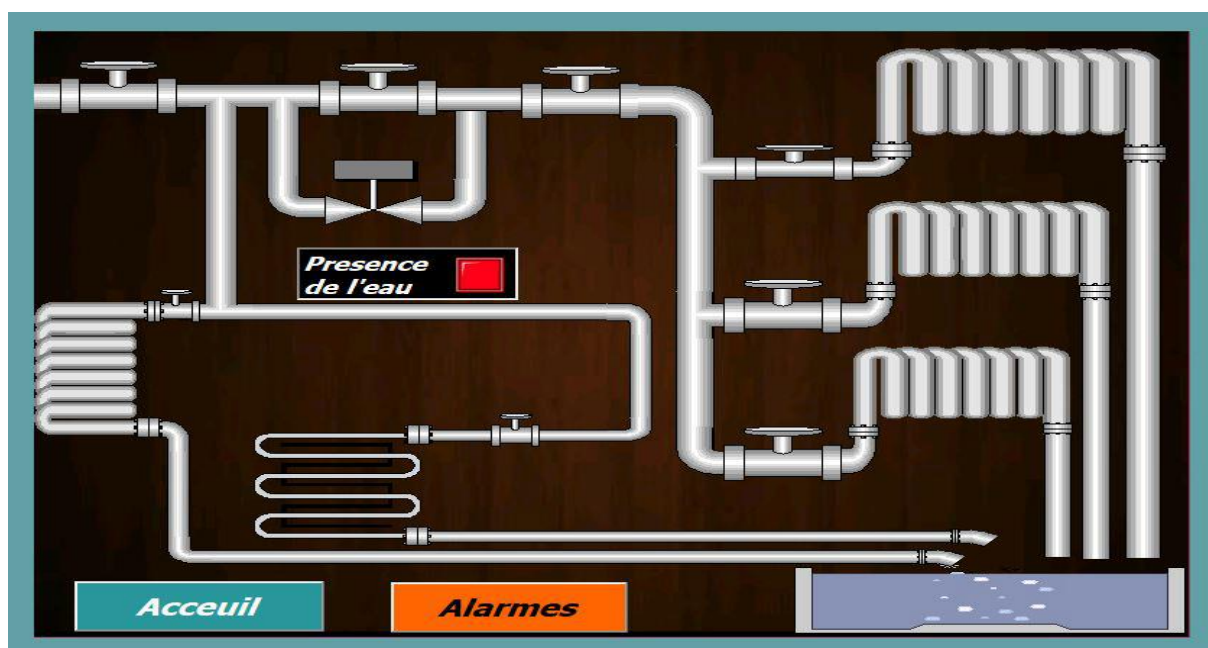


Figure V.17 : Vue du circuit de refroidissement.

♣ Vue de la Commande Manuel

La vue de la commande manuelle permet de commander manuellement les mouvements des charges (transfert de la charge vers la sole, montée et descente de la sole, montée et descente de l'ascenseur, décharge de pièce). Et visualiser les commandes engagées (voir Figure IV.18).

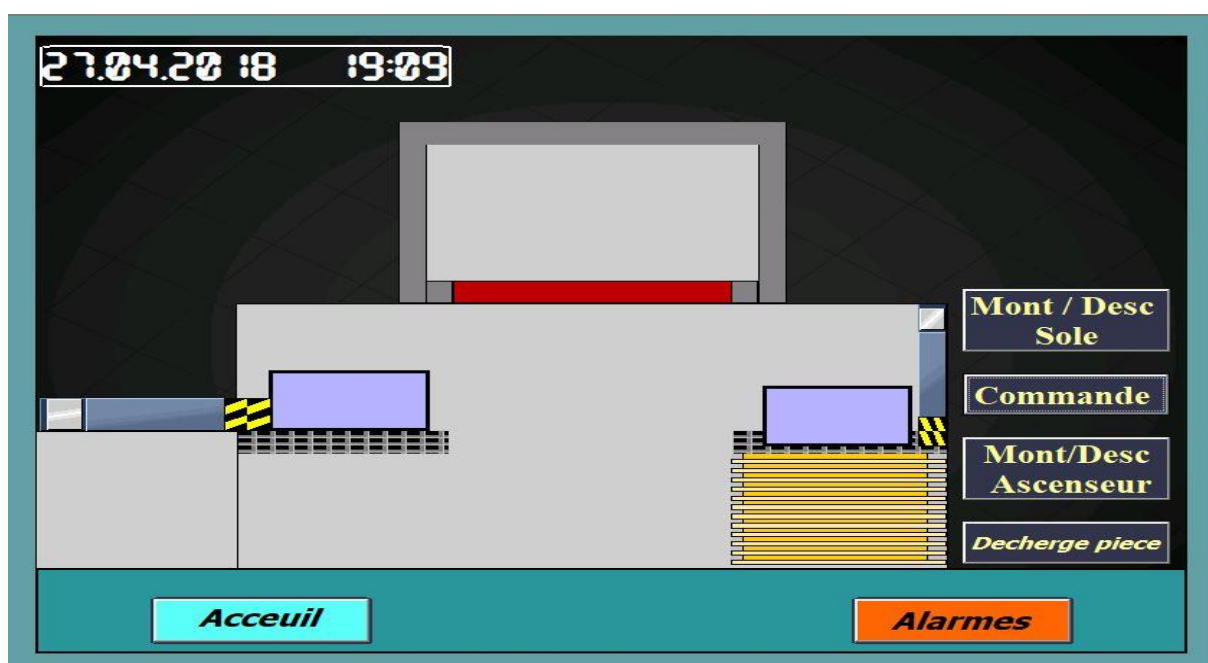


Figure V.18 : Vue de la commande manuelle.

♣ **Vue des alarmes**

Cette vue contient une fenêtre d'alarmes qui signale les perturbations survenant au cours du fonctionnement (voir Figure IV.11). Elle affiche toutes les alarmes survenues sur la station ainsi que les messages systèmes, elle contient deux boutons, un pour acquitter les messages d'alarmes et l'autre pour revenir à la vue précédente.

N°	Heure	Date	Etat	Texte	QGR
10	20:36:12	01/04/2018	A	Alarme Incendie	0
3	20:36:12	01/04/2018	A	AlarmeVeilleuse	0
2	20:36:12	01/04/2018	A	alarme vanne Air min	0
16	20:26:25	01/04/2018	A	Manque de l'Eau	0
12	20:36:22	01/04/2018	AQ	Temps de chauffe terminé	0
13	20:36:22	01/04/2018	AQ	Temps de trempe terminé	0
14	20:36:21	01/04/2018	AQ	Manque de tension	0
6	20:36:12	01/04/2018	AQ	Manque Gaz Bac	0
4	20:36:12	01/04/2018	AQ	ManqueAirCoprime	0
7	20:36:12	01/04/2018	AQ	Manque Gaz Four	0
5	20:36:12	01/04/2018	AQ	Manque Atmosphere	0
1	20:36:12	01/04/2018	AQ	alarme vanne Air max	0
2	20:26:25	01/04/2018	A	Niveau de l'huile bas	0

Navigation buttons: *Vue Precedent*, *Accueil*, *Paramètres*

Figure V.20 : Vue des alarmes.

IV.7) - Test et simulation

A l'aide des outils de simulation offerts par le logiciel TIA PORTAL V13 et WinCC Flexible, nous avons pu simuler notre travail. Dans ce qui suivra, nous présenterons une partie de la simulation. Pour tester le programme et l'écran de supervision, nous avons chargé le programme dans le PLCSIM et nous avons démarré le WinCC Flexible Runtime. Nous avons choisi de tester : **La mise en chauffe, La chambre de chauffe.**

a) La mise en chauffe

Il s'agit de la simulation de la mise en chauffe, dès que les veilleuses sont allumées l'électrovanne " gaz bruleur " et la vanne motorisée de l'air entrant dans la chambre de chauffe s'ouvrent afin d'allumer les bruleurs.

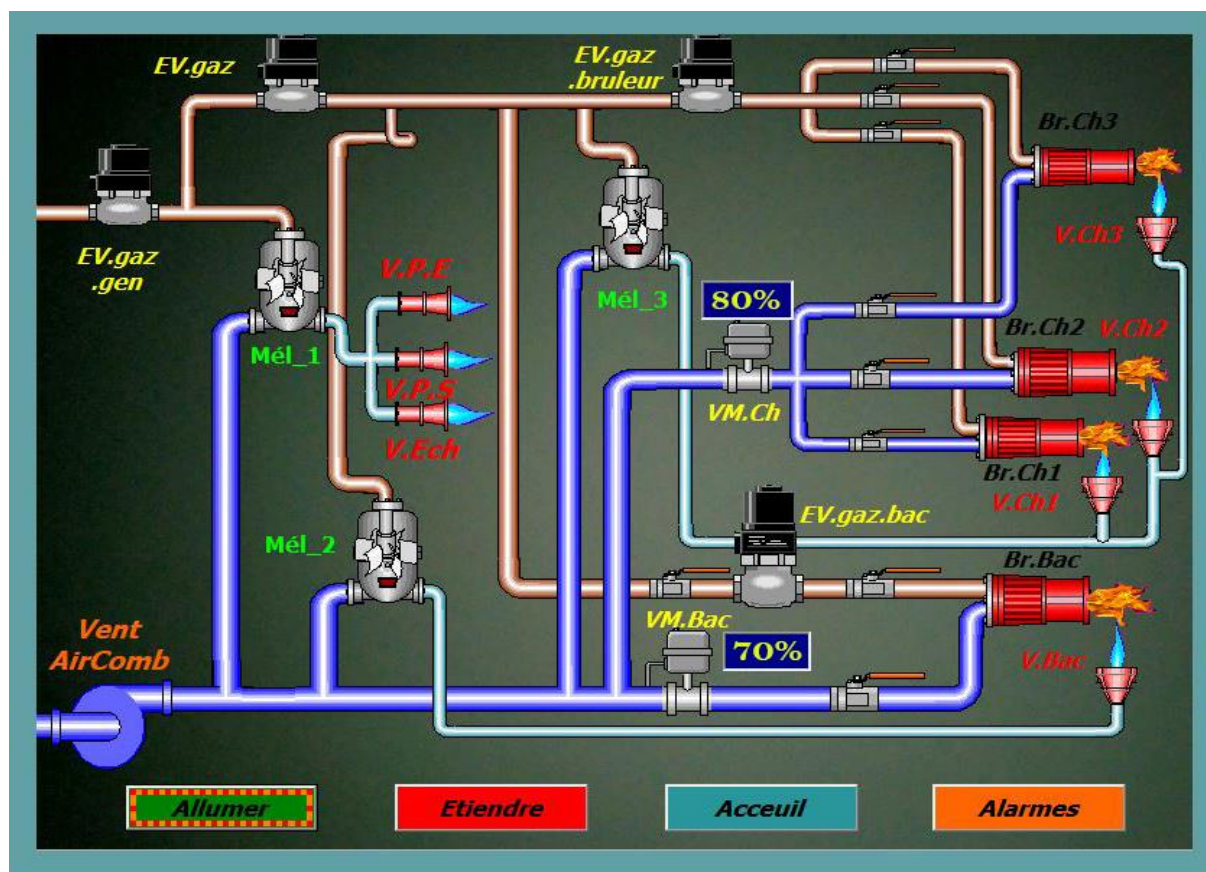


Figure V.21 : Simulation de la mise en chauffe.

b) Chambre de chauffe

La Figure V.22 montre la simulation de la chambre de chauffe, l'admission du gaz endothermique se fait après avoir atteint la température de 750 °C. Le régulateur varie le degré d'ouverture des vannes motorisées du gaz endothermique et du gaz d'addition afin d'atteindre les consignes entrées par l'opérateur.



Figure V.22 : Simulation de la Chambre de chauffe.

c) Circuit de refroidissement

La Figure V.23 montre la simulation du circuit de refroidissement. Il indique à l'opérateur la présence de l'eau de refroidissement dans le circuit.

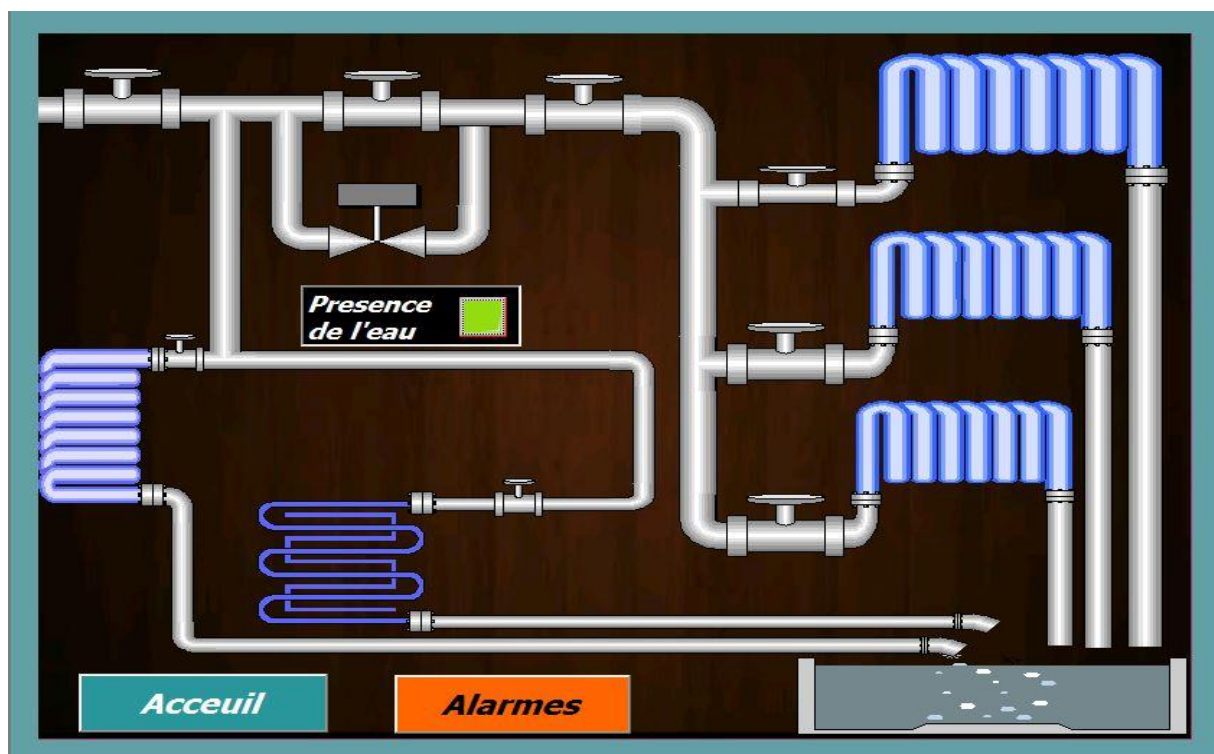


Figure V.23 : Simulation du circuit de refroidissement.

IV.8) - Conclusion

Nous avons développé dans ce chapitre notre système de supervision pour le four UGINE N133 à l'aide du logiciel **WinCCRuntime Professional V13**. Nous avons aussi fait des tests sur le simulateur de WinCC qui ont montré que le système de supervision répond au programme de l'automate.

Conclusion générale

Ce travail de fin d'études s'inscrit dans le cadre de l'automatisation et supervision d'un procédé de traitement thermique des pièces mécaniques, fait grâce au four UGINE N133. La réalisation de ce projet c'est fait au sein du centre mécanique de la filiale V.I.R de la société SNVI. A l'origine le four été semi-automatisé avec la logique câblée, notre but était de migrer vers une logique programmée et résoudre les problématiques existantes.

A cette fin, nous avons commencé par prendre connaissance de l'installation du four (schémas électriques et pneumatiques), pour l'identification de ses éléments et l'ensemble des instruments de mesure et des actionneurs dont nous avons besoin dans le dimensionnement de la solution d'automatisation. Par Ailleurs, pour comprendre le fonctionnement du process nous étions amenés à apprendre des notions sur le traitement thermique. Nous avons aussi étudié les étapes de fonctionnement du four et les cycles possibles. Au cours de ce travail, une modélisation du fonctionnement du four a été mise en œuvre. Un programme personnalisé basé sur l'automate S7-300 a été développé par la suite afin de résoudre les problèmes liés à la sécurité du personnel et aux tâches répétitives.

Nous avons passé en revue les automates programmables industriels de la gamme SIEMENS, leurs caractéristiques, critères de choix, avantages, ainsi que les langages de Programmation utilisables. La communication et le transfert d'informations via un réseau, rendront un système automatisé plus simple et plus performant par la diminution du câblage.

La prise de connaissance du SIMATIC STEP 7 intégré à TIA Portal, nous a permis de programmer le fonctionnement du four et d'en récupérer les états des variables qui nous intéressent pour la conception de notre interface homme-machine (IHM), En vue de la supervision du système, nous avons exploité les performances de SIMATIC WinCC (TIA portal), qui est un logiciel permettant de gérer les interfaces graphiques avec des visualisations et des animations actualisées.

La période passée au sein de l'unité mécanique « SNVI » nous a permis d'apprendre les rudiments d'une communication hiérarchique et d'une transmission d'information efficace et selon les procédures. Le déplacement sur les lieux du site nous a nettement aidé à mieux assimiler l'envergure du projet et nous a permis d'avoir un avant-gout des responsabilités qui incombent aux ingénieurs.

Enfin, nous espérons que notre travail sera une meilleure solution à la problématique posée et servira comme base de départ pour notre vie professionnelle, et être bénéfique aux promotions futures.

Comme perspectives il serait intéressant de faire :

- L'intégration de la commande des veilleuses ainsi que les générateurs endothermiques à notre système d'automatisation.
- La supervision à distance.

Bibliographie

- # [1] : Site SNVI : <http://snvi-dz.blogspot.com/2011/11/societe-nationale-des-vehicules.html>.
- # [2] : Manuel du four : Four à bac de trempe incorpore type N133P, N°23952C.
- # [3] : Atmosphères de traitement thermique, par Patrick COPPIN, Benoît LHOTE, Meryem BUFFIN Serban CANTACUZÈNE, Technique de l'ingénieur.
- # [4] : Choix du traitement thermique des matériaux ferreux pour l'automobile, par Yves POURPRIX, Technique de l'ingénieur.
- # [5] : Fours électriques à résistances, par Jean-François BOURGEOIS, Alain GIRAULT, Richard JAUME, Marianne LE BOULCH, EDF Division Recherche & Développement et Claude OBERLIN, Technique de l'ingénieur.
- # [6] : Zirconia probe carbonsensor ZCS3, ADEV.
- # [7] : Multi Flamme TDFI0033 détecteur de flamme multi spectre IR, (SharpEye).
- # [8] : VA40/WIM ,Krohne.
- # [9] : Model DP2530 continuous digital dew point analyser, Super System Inc.
- # [10] : Capteurs de débit tout ou rien pour liquides, IFM electronics.
- # [11] : Transmetteur de température ROSEMOUNT 3144P, ROSEMOUNT.
- # [12] : Pneumoelectric transducer and calibrated pressure switch, UNIVER.
- # [13] : Vanne de Régulation 8043 avec positionneur intégré Série GS3, Shubert&Salzer.
- # [14] : VE400AA SERIES. CLASS "A" SOLENOID GAS VALVES, Honeywell.
- # [15] : Electrovanne 2/2 air comprimé, Sectoriel.
- # [16] siemens.com/tia-portal.
- # [17] : SIEMENS_ Fiche technique du produit 6ES7 315-2AG10-0AB0.
<https://mall.industry.siemens.com/mall/fr/fr/Catalog/Product/6es7315-2ag10-0ab0>
- # [18] : SIEMENS_ Fiche technique du produit 6ES7 321-1BL00-0AA0.
<https://mall.industry.siemens.com/mall/fr/fr/Catalog/Product/6ES7321-1BL00-0AA0>
- # [19] : SIEMENS_ Fiche technique du produit 6ES7 323-1BH01-0AA0. Consulté en avril 2018.
<https://mall.industry.siemens.com/mall/fr/WW/Catalog/Product/6ES7323-1BH01-0AA0>
- # [20] : SIEMENS_ Fiche technique du produit 6ES7 322-1BH01-0AA0. Consulté en avril 2018.
<https://mall.industry.siemens.com/mall/fr/fr/Catalog/Product/6ES7322-1BH01-0AA0>

✚ [21] : SIEMENS_ Fiche technique du produit 6ES7 331-7KF02-0AB0.

<https://mall.industry.siemens.com/mall/fr/WW/Catalog/Product/6ES7331-7KF02-0AB0>

✚ [22] : SIEMENS_ Fiche technique du produit 6ES7 331-7KB02-0AB0.

<https://mall.industry.siemens.com/mall/fr/WW/Catalog/Product/6ES7331-7KB02-0AB0>

✚ [23] : SIEMENS_ Fiche technique du produit 6ES7 332-5HD01-0AB0.

<https://mall.industry.siemens.com/mall/fr/fr/Catalog/Product/6ES7332-5HD01-0AB0>

✚ [24] : SIEMENS_ Fiche technique du produit 6ES7 332-5HB01-0AB0.

<https://mall.industry.siemens.com/mall/fr/WW/Catalog/Product/6ES7332-5HB01-0AB0>

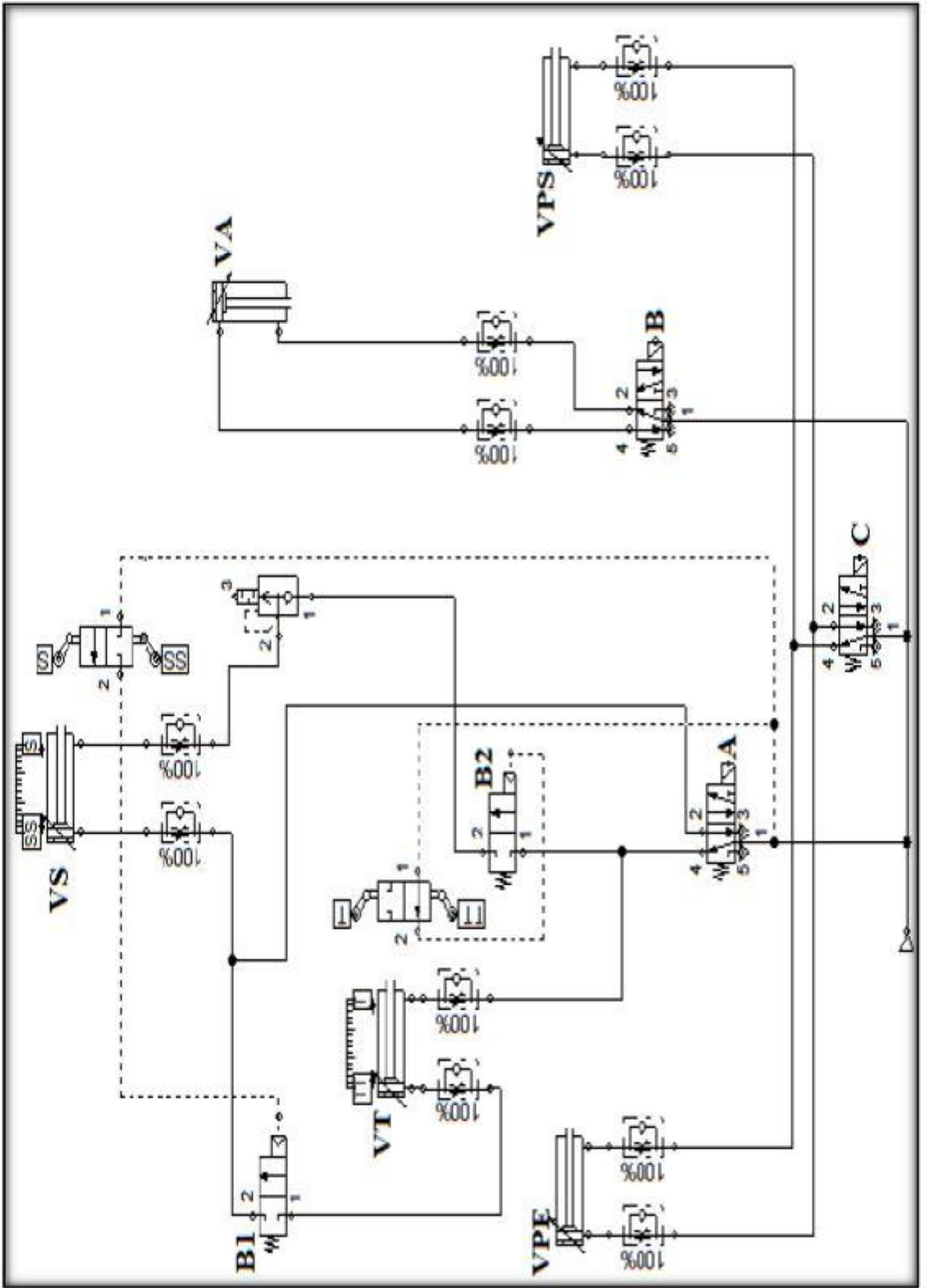
✚ [25] : SIEMENS_ Fiche technique du produit 6ES7307-1EA01-0AA0.

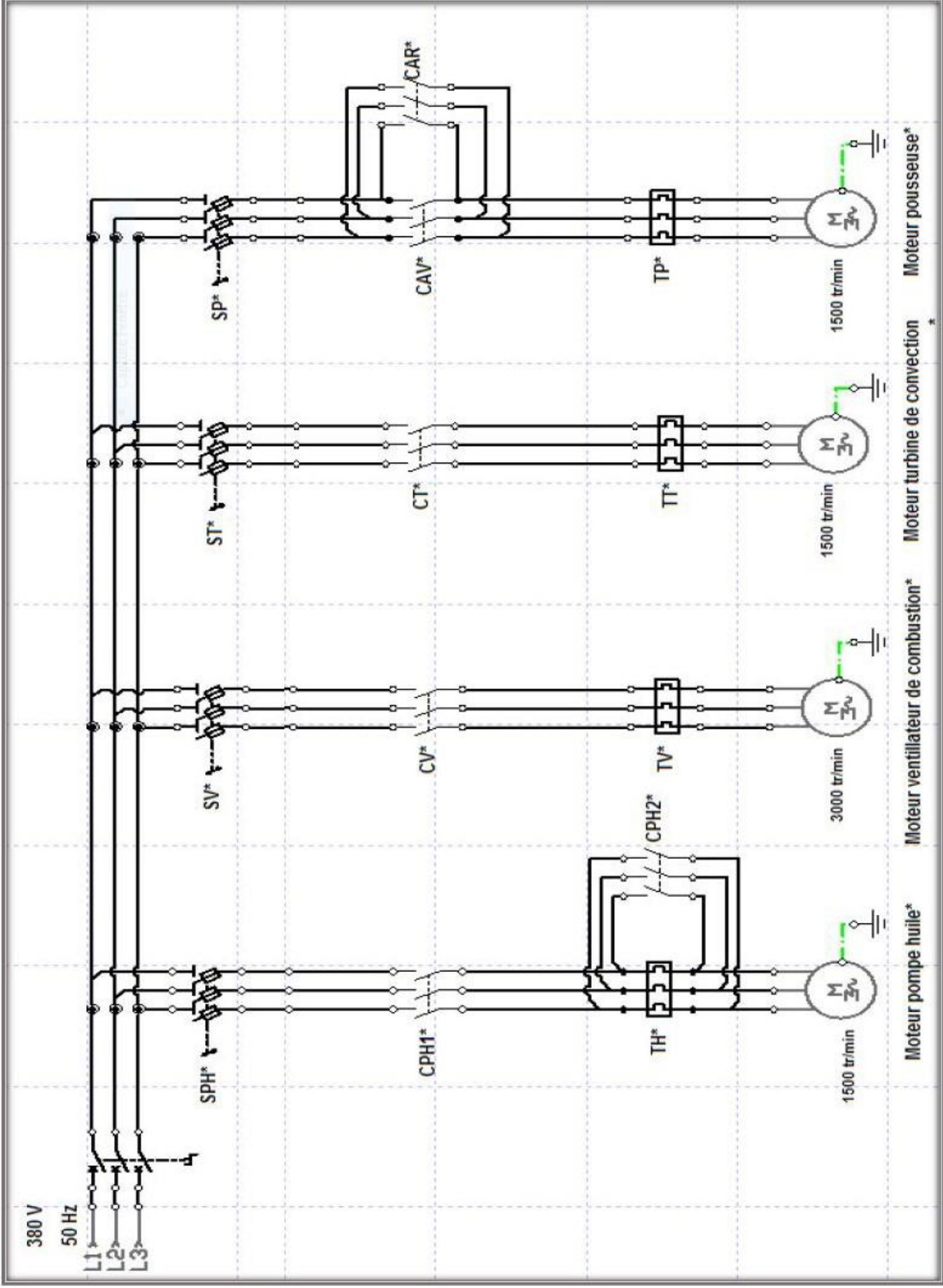
<https://mall.industry.siemens.com/mall/fr/WW/Catalog/Product/6ES7307-1EA01-0AA0>

✚ [26] : Document de formation pour une solution complète d'automatisation MODULE A3
Initiation á la programmation d'API avec STEP 7.

✚ [27] : Document de Régulation analogique industrielle – ESTF- G. Thermique.

✚ [28] : <https://www.euchner.de/fr-fr/Produits/Interrupteurs-de-position/Fins-de-course-monopistes-de-pr%C3%A9cision-N1A>.





380 V
50 Hz

L1
L2
L3

SPH*

CPH1*

TH*

1500 tr/min

Moteur pompe huile*

SV*

CV*

TV*

3000 tr/min

Moteur ventilateur de combustion*

ST*

CT*

TT*

1500 tr/min

Moteur turbine de convection

SP*

CAV*

TP*

1500 tr/min

Moteur pousseuse*

CAR*