

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

Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou



Faculté De Génie Electrique Et D'informatique
DEPARTEMENT AUTOMATIQUE

**Mémoire de Fin d'Etude de MASTER
PROFESSIONNEL**
Spécialité : Automatique et Informatique Industrielle

Présenté par

ABIB Roza

AMIAR Naima

Mémoire dirigée par : M M.A TOUAT

Thème

**Automatisation de l'autoclave AAV612
de l'unité verre feuilleté de MFG par
S7-300**

Mémoire soutenu publiquement le 27/ 09/ 2014 devant le jury composé de :

Mme HADJEM

Mme BOUDJEMAA

Mr SAIDI

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

Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou



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

**Mémoire de Fin d'Etude
de MASTER ACADEMIQUE
Spécialité : Automatique**

Présenté par
**Kaddour MOHAND KACI
Mohand ADDELLALI**

Mémoire dirigé par **Xavier ROBERT** et co-dirigé par **Prénoms NOM**

Thème

**Ecrire le thème sans modifier ni la police
ni la taille des caractères. Eviter de
modifier l'ensemble de cette page.
N'ajouter ni logo ni rubrique ni couleurs**

Mémoire soutenu publiquement le 24 juin 2014 devant le jury composé de :

M. Nacer BENNAMROUCHE

Pr, UMMTO, Président

M. Abdellah SID ELHAOURI

MA CArade, Lieu d'exercice, Rapporteur

M Prénom NOM

Grade, Lieu d'exercice, Examineur

M Prénom NOM

Grade, Lieu d'exercice, Examineur

REMERCIEMENT

Nous remercions avant tout le bon « DIEU » tout puissant de nous avoir donné la santé, le courage et la volonté pour finir ce travail.

Nos remerciements s'adressent à nos familles et surtout nos parents.

Nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont aidés à réaliser ce travail notamment notre promoteur Mr TOUAT.M.A

Nos remerciements les plus chaleureux s'adressent Mr HADID .M pour le temps qu'il nous a consacré, son aide, ces orientations et ces encouragements et surtout pour sa patience tout au long de ce travail.

Nous remercions également toute personne qui nous a aidées au sein l'entreprise MFG.

Nous remercions les membres de jury, qui nous ferons l'honneur de participer au jugement de ce travail.

Enfin, nous tenons à remercier, tous ceux qui ont contribués de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



DEDICACES

Je tiens à dédier ce présent travail à mes très chers parents qui m'ont soutenu et encouragé depuis que j'ai connu le monde.

A ma grand-mère

A mes frères: Laha, Hafid, Takfa, Mhana et Chabane

A mes sœurs :Saliha , Lydia , Fadila et son mari Hocine, Farida et toutes sa famille

Tous mes amis

A mon binôme Roza et sa famille

Naima





DEDICACES

Je tiens à dédier ce présent travail à toute ma famille qui m'a toujours soutenue et encouragée.

A mes cousines et amies M, D, K, L. S.

A Assia et sa famille.

A naima.

A mon petit frère adoré.

A Mounir

A la mémoire de mes défunts parents, qui resteront toujours dans nos mémoires et dans nos cœurs. Paix à leurs âmes.

Roza ABIB



Sommaire

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE I : Les systèmes automatisés de production

I.INTRODUCTION	1
II. Définition d'un système automatisé de production.	1
III .Structure d'un système automatisé de production.	1
III.1. Description des différentes parties.	1
➤ La partie opérative (PO).	1
➤ . La partie commande (PC).	1
➤ La partie relation (PR).	1
III.2. Analyse fonctionnelle d'un système automatisé de production (SAP)	2
III.3. Méthodes d'automatisation d'une chaine de production.	2
II.3.1. Méthode centralisé.	2
II.3.2. Méthodes décentralisé.	3
IV. Types de commandes.	3
IV.1.Logique câblée.	3
IV.2. Logique programmée.	3
V. Protocoles de communication industriels.....	4
V.1. L'Ethernet Industrielle	4
V.2.Profibus	4
V.3.Modbus	5
VI. CONCLUSION.....	5

CHAPITRE II : Description du système

I. Introduction.....	5
II. Description de la station AUTOCLAVE AAV612	7
II.1.Présentation de la station.	7
II.2. Fonctionnement général.	7
III. Structure et fonctionnement de L'AUTOCLAVE.	9

III.1. Structure et fonctionnement du cycle de chauffage	9
III.2. Structure et fonctionnement du cycle de refroidissement.	10
III.3. Structure et fonctionnement du cycle pression et de dépression.	11
III.4. Système de recirculation de l'air	12
III.5. Système de mesure des lignes.	12
IV. Les caractéristiques des composants.	12
IV.2. Les actionneurs	12
IV.3. Les capteurs	18
V. Problématique.....	22
➤ . Organigramme.....	23
IV. CONCLUSION.....	28
 CHAPITRE III : Régulation et identification	
I. INTRODUCTION.	28
II. Généralités sur la régulation :	28
II.1. Définitions	28
II.2. Principe de fonctionnement	28
III. La régulation PID	32
II.1. Les actions élémentaires.	32
II.2. Structures des régulateurs PID.	32
IV. Méthodes d'identification.	35
IV.1. Méthode de ZIEGLER-NICHOLS.	36
IV.2. Méthode de BROIDA.	38
V. Description du bloc FB41	40
VI. Conclusion	41

CHAPITRE IV : PROGRAMMATION ET SUPERVISION

I.INTRODUCTION	42
II. Définition des automates programmables industrielles.....	42
II.1.Présentation générale de l'automate S7 300	43
II.2.Caractéristiques de l'automate S7 300	43
II.3.Constitution de l'automate S7 300	44
II.4.Language de programmation STEP7	45
II.5.Le programme STEP7	46
III. Supervision	
III.1 Définition de la supervision	47
III.2 Avantage de la supervision	47
III.3 Architecture d'un réseau de supervision	48
III.4 Le rôle de la supervision	48
IV .Présentation du logiciel de supervision Win CC flexible	49
IV.1 Communication entre le PC de supervision et l'automate	49
IV.2 Développement d'un système de supervision sous Win CC.....	50
V. Simulation	54
IV. Conclusion	62

CONCLUSION GENERALE

BIBLIOGRAPHIE

Introduction générale

INTRODUCTION GENERALE

Dans le cadre de notre cursus de master 2 en Automatique et informatique industrielle, nous avons réalisé notre projet de fin d'études au sein de l'entreprise MFG et plus précisément dans le département du verre feuilleté, Celui-ci est chargé de la production du verre feuilleté.

L'objectif principal de l'automatisation est de contrôler une machine de la manière la plus sûre et la plus efficace. Grâce au développement des techniques de contrôle et de sécurité que nous offrent l'automatisation, les automaticiens ont pu améliorer les usines ainsi que les installations industrielles.

Dans notre travail nous avons commencé par l'étude du fonctionnement de la station AUTOCLAVE AAV 612, Puis nous avons modélisé son fonctionnement sous forme d'organigramme pour pouvoir proposer une solution programmable sous STEP 7 et une supervision sous WinCC ce qui est l'objet de notre mémoire. Pour ce faire, nous avons reparti notre travail en quatre chapitres :

Le premier est consacré à la description des systèmes automatisés de production.

Au deuxième chapitre nous avons fait la description de la station autoclave AAV 612 de MFG et la position du problème.

Le troisième chapitre consiste à donner quelques généralités sur la régulation et les méthodes d'identification.

Dans le quatrième et dernier chapitre nous avons introduit d'une façon générale les API et SIMATIC S7 -300 particulièrement puis le langage de programmation STEP 7 ou nous avons réalisé un programme pour faire la régulation de pression et de température puis nous avons présenté et commenté les différentes vues de notre application sous Win CC flexible 2008. Enfin nous avons terminé notre travail par une conclusion générale.

Chapitre I

Généralité sur les systèmes automatisés de production

I. Introduction :

L'automatisation est une technique qui a évolué permettant l'étude et la maîtrise des systèmes de plus en plus complexes, permettant l'exécution et le contrôle automatique de tâches par des automates programmables. Dans ce chapitre nous allons définir un système automatisé de production(SAP), sa structure et les différentes parties qui le constituent.

II. Définition d'un système automatisé de production :

Un système de production est dit automatisé, lorsqu'il peut gérer de manière autonome un cycle de travail pré-établi il est décomposé en séquences ou étapes.

III. Structure d'un système automatisé de production:

Les systèmes automatisés utilisés dans le secteur industriel possèdent une structure de base identique. Ils sont constitués de plusieurs parties plus ou moins complexes reliées entre elles :

- la partie opérative (PO);
- la partie commande (PC) ;
- La partie relation(PR) ;

III.1 Description des différentes parties :

➤ **La partie opérative :**

C'est la partie visible du système. Elle comporte les éléments du procédé, c'est à dire :

- des pré-actionneurs (distributeurs, contacteurs) qui reçoivent des ordres de la partie commande ;
- des actionneurs (vérins, moteurs, vannes) qui ont pour rôle d'exécuter ces ordres ;
- des capteurs qui informent la partie commande de l'exécution du travail.

Par exemple, nous trouvons des capteurs mécaniques, pneumatiques, électriques ou magnétiques montés sur les vérins. Le rôle des capteurs (ou détecteurs) est donc de contrôler, mesurer, surveiller et informer la PC sur l'évolution du système.

➤ **La partie commande:**

Cette partie de l'automatisme gère selon une suite logique le déroulement ordonné des opérations à réaliser. Elle reçoit des informations en provenance des capteurs de la Partie Opérative, et les restitue vers cette même partie opérative en direction des pré-actionneurs et actionneurs. L'outil de description de la partie commande s'appelle le Graphe Fonctionnel de Commande Etape / Transition (GRAFCET).

➤ **La partie dialogue :**

Elle permet à l'opérateur de transmettre des informations au moyen de dispositif adapté (boutons poussoirs, commutateurs...etc).

La partie dialogue se compose de deux ensembles :

- Les visualisations et avertisseurs qui transforment les informations fournies par l'automate en informations perceptibles par l'homme (informations visuelle ou sonores)
- Les capteurs qui transforment les informations fournies par l'homme (action manuelle sur un bouton-poussoir, par exemple) et informations exploitables par l'automate.
- Pendant le fonctionnement, un dialogue continu s'établit entre les trois parties du système, permettant ainsi le déroulement correct du cycle de fonctionnement défini dans le cahier des charges.

III.2 Analyse fonctionnelle d'un système Automatisé de production(SAP) :

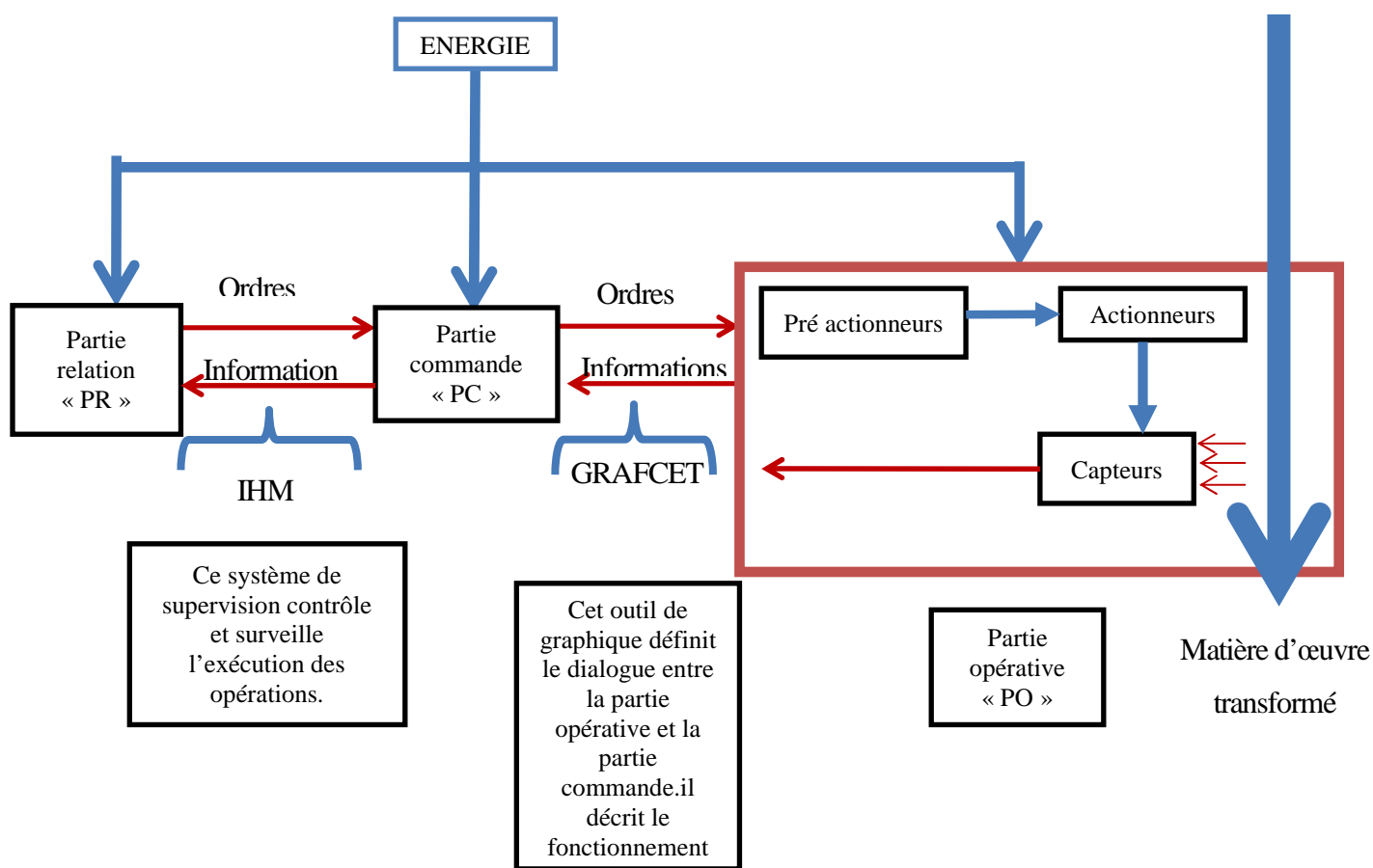


Figure I.1 : Représentation graphique des différentes parties d'un SAP [1]

III.3 Méthodes d'automatisation :

III.3.1 Méthode centralisés :

Jusqu'aux années 80, les automatismes s'appuient essentiellement sur des Automates Programmables Industriels (API), ces derniers traitaient essentiellement des fonctions séquentielles tel que :

- géraient des demandes d'exécution et d'état de l'automatisme (image des entrées), élaboraient des demandes d'exécution d'actions (positionnement des sorties). Comme des fonctions métier, des fonctions de diagnostic système et application, etc.

Les automatismes centralisés géraient tout un ensemble de fonctions qui n'avaient pas forcément d'interactions entre elles. Lorsqu'il y avait déjà un automate dans l'usine, les automaticiens qui devaient intégrer une fonction supplémentaire se posaient simplement la question :

L'automate ou le système d'automatisme en place peut-il gérer les E/S supplémentaires et quelle est la capacité de mémoire disponible ?

Bien souvent, des tâches supplémentaires étaient réalisées avec ce même automate, même si elle n'avait aucun rapport avec l'automatisme résident.

Ces automatismes centralisés possèdent de nombreuses contraintes :

- aucune autonomie des différents sous-ensembles.
- mise en service et maintenance lourdes et difficiles à effectuer du fait de la quantité d'E/S gérées,
- arrêt de l'ensemble des fonctions gérées par l'API en cas de défaut système ou d'arrêt pour la maintenance du moindre élément de l'outil de production.[2]

III.3.2 Méthode décentralisés :

Du fait des contraintes imposées par les systèmes centralisés, les utilisateurs se sont orientés vers une segmentation de l'architecture. Celle-ci a été faite en découpant l'automatisme en entités fonctionnelles.

Elle permet de simplifier les automatismes en réduisant le nombre d'E/S gérées et présente donc l'avantage de faciliter la mise en service et la maintenance.

Cette segmentation a généré le besoin de communication entre les entités fonctionnelles, la fonction de communication est devenue la clef de voûte de la conception des architectures d'automatismes. [2]

IV. Types de commande :

IV.1. Logique câblée :

Il s'agit de Réaliser une loi de contrôle en interconnectant judicieusement des composants

Logique (électriques, pneumatiques, hydrauliques), à fin de réaliser des fonctions logiques de base : AND, OR.

IV.2. Logique programmée :

- L'idée de la logique programmée est de n'utiliser qu'un seul jeu d'opérateurs de base (unité logique) permettant de réaliser n'importe quelle fonction logique donnée par combinaison ;
- Exécution séquentielle des opérations logiques élémentaires nécessitent un balayage des Opérations à une cadence suffisamment rapide pour donner l'illusion d'une exécution

Parallèle et du caractère instantané de l'évaluation ;

- La manière de balayer est décrite par une suite d'instructions mémorisées c'est –à dire un Programme. [1]

V. Protocoles de communication industriels :

Les protocoles de communication industriels permettent l'échange des données d'une manière fiable entre les différents constituants du système de contrôle ainsi que les différents niveaux de l'installation ; ils sont conçus pour une utilisation industrielle et conviennent parfaitement à tous les secteurs d'activités, ils sont harmonisés et répondent aux exigences les plus élevées, plus particulièrement dans les domaines où ils sont exposés aux influences extérieures, comme :

- ✓ les perturbations électromagnétiques ;
- ✓ les liquides et atmosphères agressifs ;
- ✓ les risques d'explosion ;
- ✓ la forte charge mécanique.

V.1.L'Ethernet Industriel :

L'Ethernet industriel est le nom donné à l'utilisation du protocole d'Ethernet dans un environnement industriel, utilisé généralement pour assurer la communication entre les automates programmables et les tableaux de contrôle .

Le support physique d'Industriel Ethernet, est soit un réseau électrique constitué d'un câble coaxial blindé ou d'une paire torsadée, soit un réseau optique réalisé à l'aide de fibres optiques (FO).[2]

V.2. PROFIBUS :

Dans le cas d'une automatisation globale, l'automate est de moins en moins acheté et même si c'est le cas, il doit pouvoir être connecté à d'autres matériels à processeur, et pouvoir dialoguer avec les agents d'exploitation.

Il faut donc se pencher sur ses liens avec son environnement et les fonctions qu'il doit assurer, outre que son premier rôle de commander un dispositif de production.

a. Définitions élémentaires

- **Terrain** : indique un espace délimité géographiquement (usine, atelier, voiture...)
- **BUS** : au sens informatique industriel, conducteur ou ensemble de conducteurs communs à plusieurs circuits permettant l'échange de données entre eux avec :
 - Liaisons communes ;
 - Plusieurs circuits ;
 - Référence à la topologie de la configuration.
 - **RESEAU** : ensemble de lignes de communication qui desservent une même unité géographique.

BUS/RESEAU DE TERRAIN : Terme générique d'un nouveau réseau de communication numérique, bidirectionnel, multi branche «multi drop», série reliant différents types d'équipements d'automatisme :

- ✓ E/S déportées ;
- ✓ Capteur / Actionneur ;
- ✓ Automate programmable ;
- ✓ Calculateur.

b. Définition et normalisations PROFIBUS :

PROFIBUS (Process Field Bus) est un réseau de terrain ouvert, permettant de répondre à un large éventail d'applications dans les domaines concernant :

- ✓ les procédés manufacturiers (conduite des procédés séquentiels, procédés discontinus par lots) discontinus par lots « batch »)
- ✓ Les procédés continus (conduite, régulation)
- ✓ la gestion des bâtiments (gestion technique centralisée, gestion technique du bâtiment).

PROFIBUS est issu de travaux initiés en 1987 par le ministère fédéral allemand pour la Recherche technologique, comprenant un groupement de sociétés industrielles et d'instituts de recherche allemands, orchestré par Siemens AG.

La norme allemande DIN 19245 a été créée en 1991, normalisée EN 50170 par le Cenelec en 1996, comme norme européenne. Depuis 1999, le réseau PROFIBUS est reconnu dans la norme internationale CEI 61158, avec les autres réseaux ControlNet, P-Net, Fieldbus Foundation High-Speed-Ethernet, SwiftNet, WorldFip, Interbus-S.

PROFIBUS, étant un réseau adhérent à la norme internationale ISO, adopte le modèle OSI (Open System Interconnections), qui définit un langage commun aux échanges de données entre stations d'un réseau fondé sur des règles d'interconnexion et des interfaces de transfert désignant un « protocole de communication ».

c. Variantes du réseau

PROFIBUS se décline en trois variantes de protocoles, répondant chacune à des finalités métiers et applicatives spécifiques :

- **PROFIBUS-DP (Decentralized Peripheral)** : destiné aux applications de type maître- esclave en mono-maître pour la gestion des équipements d'entrées-sorties déportées avec des temps d'accès extrêmement courts. Le fonctionnement multi-maître est possible.
- **PROFIBUS-FMS (Fieldbus Message Specification)** : destiné aux applications nécessitant l'échange entre maîtres pour la synchronisation d'activités de contrôle-commande, basé sur la messagerie MMS (Manufacturing Message Specification).
- **PROFIBUS-PA (Process Automation)** : destiné aux applications de contrôle de processus nécessitant la communication avec des équipements de terrain (capteurs, actionneurs) permettant une télé alimentation des équipements et un fonctionnement avec sécurité intrinsèque en ambiance explosive.

V.1 Modbus :

Modbus est un protocole de communication utilisé pour des réseaux d'automates et fonctionne sur le mode Maître / Esclave. Il est constitué de trames contenant l'adresse de l'automate concerné, la fonction à traiter (écriture, lecture), la donnée et le code de vérification d'erreurs appelé contrôle de redondance cyclique ou CRC.

Le protocole Modbus (marque déposée par MODICON) est un protocole de dialogue basé sur une structure hiérarchisée entre un maître et plusieurs esclaves. Une liaison multipoints RS-485 relie maître et esclaves. Il s'agit d'une liaison série, de type asynchrone et différentielle qui permet un débit élevé (jusqu'à 10 Méga-bits par seconde) sur une distance importante (jusqu'à 1200m).

V. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons donné un aperçu sur les systèmes automatisés de productions en donnant ses différentes parties en suite les différents types de commandes et les méthodes d'automatisation d'une chaîne de production.

Chapitre II

Cahier de charges et description du fonctionnement

I. Introduction :

Dans ce chapitre nous allons décrire notre système en présentant les différents composants de l'autoclave (actionneurs et capteurs), nous allons aussi présenter le fonctionnement des différents cycles de la station, nous terminerons ce chapitre en exposant la problématique. .

II. Description de la station AUTOCLAVE AAV612 de MFG :

II.1. Présentation de la station :

L'autoclave est composé d'un corps cylindrique constitué de tôles d'acier au carbone fermé à une extrémité par un fond arrondi et soudé à l'autre extrémité par un couvercle mobile. La porte est supportée par un dispositif approprié qui permet l'ouverture rapide de l'autoclave. Ce dernier peut supporter jusqu'à 35000 kg de matière (du verre).

A l'intérieur de l'autoclave une isolation thermique avec de la laine de roche et une couverture de fibre particulière avec une densité de 0.1, correctement protégée par une plaque en acier galvanisé, permettra d'assurer le maintien de la température en limitant autant que possible les fuites de chaleur vers l'extérieur de l'autoclave. [3]



Figure II.1 : autoclave

II.2. Fonctionnement générale :

Le verre feuilleté est composé de deux ou plusieurs verres simples ou transformés collés entre eux par une ou plusieurs couches d'un intercalaire en matière plastique : le butyral de polyvinyle (P.V.B). Ce P.V.B présente une bonne adhérence au verre et un taux d'allongement important avant déchirure.

C'est donc dans l'autoclave que s'effectuent le collage et le dégazage du verre et du P.V.B grâce à la pression et à la variation de la température.

Les piles de verres passent approximativement 4 heures à l'intérieur de l'autoclave, à une pression constante de 12bars, la température augmente au voisinage de 140° durant 1h10, elle sera maintenue pendant 60 minutes, puis diminue grâce à un cycle de refroidissement pendant 1h20 jusqu'à atteindre la température ambiante. La figure I.2 décrit ce cycle de fonctionnement.

Ces paramètres sont susceptibles à être changé à chaque utilisation de l'autoclave.

Dans le tableau1, est donné les limites d'utilisation et cycle de travail de l'autoclave.

Données de conception du corps de l'autoclave	
Pression maximal	15bars
Température maximale	150 ° C
Uniformité de température	+/- 1,5 ° C
Cycle de pressurisation	
- fluide de pression	Air
Cycle de chauffage	
- Batterie	huile diathermique
- Gradient de chauffage	2,3 ° C / min
Cycle de refroidissement	
- batterie	Eau
- gradient de Refroidissement	1,25 ° C / min
Les paramètres environnementaux	
- Température ambiante	40 ° C +/- 2 ° C
- Caractéristiques électriques	400 V AC - 50 Hz - phases

Tableau1 : Limites d'utilisation et cycle de travail [3].

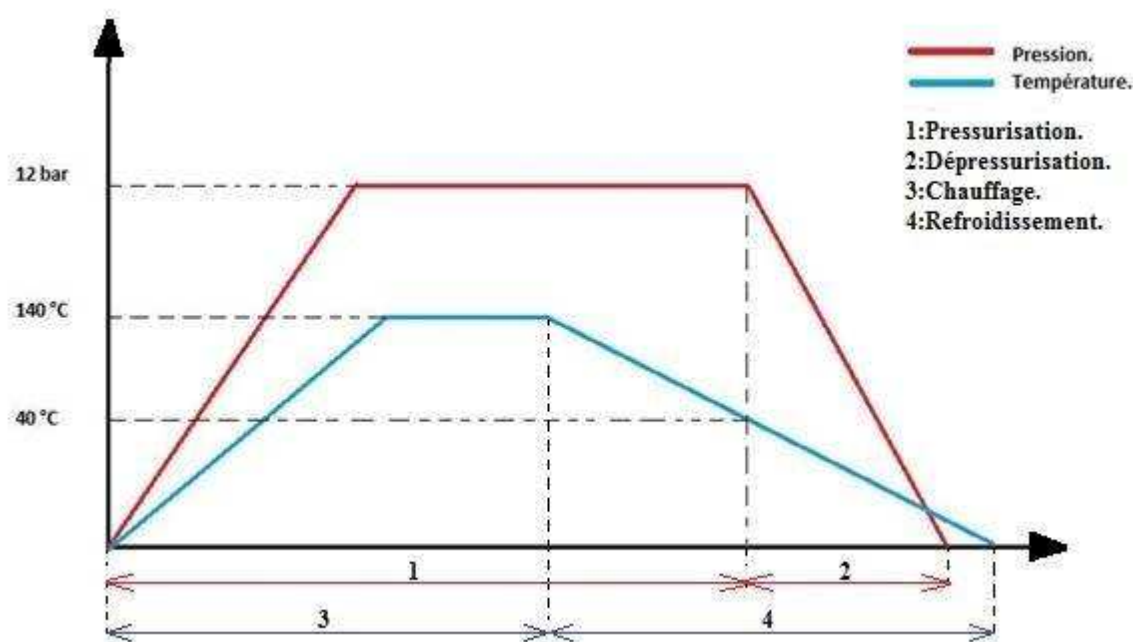


Figure II.2 : représentation approximative du cycle de fonctionnement.

III. Structure et fonctionnement de l'autoclave :

III.1. Structure et fonctionnement du cycle de chauffage :

Le chauffage de l'autoclave s'effectue au moyen d'une batterie d'échangeur de chaleur (DIATEHRMIC HUILE / AIR) placé sur le pied de l'autoclave. La circulation de l'air à l'intérieur de l'autoclave est une condition fondamentale pour alimenter la batterie par huile diathermique qui est assurée par un ventilateur centrifuge. Si le ventilateur est fermé, il est impossible d'ouvrir la vanne TCV501. L'huile diathermique est pompée par l'une des pompes centrifuges P501 ou P502 vers les chaudières HS501 et HS502.

La régulation de température du cycle est réalisée par la vanne TCV501, Elle est commandée par le régulateur de température TIC101AH selon les paramètres de fonctionnement définis par l'opérateur au début du cycle.

Le cycle de chauffage se compose des éléments cité ci-dessous :

- ✓ **les chaudières** : selon la capacité de production, nous pouvons monter plusieurs chaudières, afin d'assurer une production de l'huile chauffé entre 240°C et 280°C, deux chaudières identiques HS 501 et HS 502 sont installées en parallèle, leurs caractéristiques sont ;
 - puissance : 1453KW
 - température d'entrée : 240°C

- température de sortie : 280°C
- pression maximale admissible : 15bar

✓ **les pompes :**

Deux pompes de recirculation de l'huile diathermique P501etP502, à partir de la centrale thermique à l'autoclave, leurs caractéristiques sont :

- Puissance : 9KW ;
- Débit $Q=75\text{m}^3/\text{h}$;

Chaque pompe est actionnée à base d'un moteur asynchrone triphasé à démarrage étoile-triangle.

- ✓ **Les bruleurs :** deux brûleurs à gaz BR501et BR502 avec les tuyaux d'huile diathermique.
- ✓ **Les réservoirs:** un réservoir de stockage SR 520 d'une capacité $V=5000\text{L}$ et une chambre de stockage VE 520 d'une capacité $V=1000\text{L}$.

✓ **Les**

batteries:

Une batterie de chauffage HE500A avec ailes en spirale, avec recirculation de l'huile diathermique.

La batterie utilisée a une puissance de 1500KW.

- ✓ **Les vannes :** Le circuit de chauffage contient une vanne modulante TCV501 qui sert à faire la régulation de température et une vanne TOR FV512.

III.2. Structure et fonctionnement du cycle de refroidissement :

Le refroidissement de l'autoclave est effectué à l'aide d'une batterie d'échangeurs de chaleur mis en place avec la batterie de chauffage. La batterie est alimentée par l'eau à travers deux vannes de régulation, la première pour le refroidissement primaire et la seconde pour le refroidissement secondaire.

L'eau en ligne vient d'un groupe de deux pompes de circulation P201 et P202.

La petite vanne de refroidissement primaire TCV 203 a pour fonction de moduler l'eau à l'entrée de la batterie à la température de consigne (100°C).

La vanne de refroidissement secondaire TCV202 a pour fonction de moduler l'arrivée d'eau à l'entrée de la batterie jusqu'à atteindre une température ambiante (40°C).

Les deux vannes sont commandées par un régulateur TIC 101 AC. Ainsi l'ouverture, la fermeture ou l'action modulée de ces vannes est produite par les variations de température de sortie d'un instrument de control (positionneur).

La vanne PCV201 de pression de décharge auto-modulante est utilisée pour éviter le retour de vapeur ou la surchauffe dans les tours de refroidissement et pour l'équilibre du système de recirculation d'eau dans les tours.

Le système de refroidissement est composé des éléments suivants :

- ✓ **les tours de refroidissement** : Deux tours de refroidissement TR 200 et TR 201 de type PME 2404 E sont actionnées par deux moteurs asynchrones triphasés MTR 200 et MTR201 avec le démarrage étoile-triangle avec les caractéristiques suivantes pour chacun :
 - puissance $P=872$ KW ;
 - débit $Q=75$ m³ /h ;
- ✓ **les batteries** : Une batterie de refroidissement HE 200 faite par des tubes en acier au carbone et ailes en spirale d'aluminium, sa puissance de travail est 840 KW .Elle est située dans la partie arrière du corps cylindrique de l'autoclave,
- ✓ **Les vannes** : Ce circuit comprend deux types de vannes
 - Modulantes : TCV203 pour le refroidissement primaire et TCV202 pour le refroidissement secondaire.
 - Tout ou rien(TOR) : FV201.
 - Vanne by-pass : PCV201.

III.3. Structure et fonctionnement du cycle de pressurisation et de dépressurisation :

Le système de pressurisation de l'autoclave est réalisé par une vanne de régulation PCV801 conçue pour assurer la mise sous pression de l'autoclave. La quantité d'air dans l'autoclave est réglée de façon continue, ajustée par le régulateur de pression PIC101P selon les paramètres de fonctionnement définis par l'opérateur au début du cycle.

De même la vanne modulante PCV802 est destinée à assurer la dépressurisation de l'autoclave dans le temps établi, le silencieux S800 pour le rejet dans l'atmosphère. Cette vanne est commandée par le régulateur de pression PIC101AD selon les paramètres de fonctionnement définis par l'opérateur au début du cycle.

La vanne PCV802A ne peut pas travailler avec la vanne PCV801A au même temps.

Pour la réalisation de ces deux cycles nous avons utilisé les éléments suivants :

- **compresseurs d'airs** : C 801 C 802 et C803 de types vis rotatif avec les caractéristiques suivantes :
 - Débit d'air :1115 m³/h;
 - Pression :13bar ;

Les trois compresseurs sont actionnés par trois moteurs asynchrones avec le démarrage étoile.

➤ **séchoirs** : deux séchoirs D 801 et D 802 avec les caractéristiques suivantes :

- puissance : 1 ,6 KW ;
- débit : 1260 m³ /h ;
- pression maximale : 15 bar ;

Les séchoirs sont actionnés par deux moteurs M 820, M821 asynchrone avec le démarrage étoile.

III.4.Système de recirculation de l'air :

Le système de recyclage de l'air est composé d'un ventilateur centrifuge 100U, fait en acier au carbone, avec un profil spécial et à haut rendement. Il est équilibré statiquement et dynamiquement et monté sur l'arrière de l'autoclave. Le ventilateur centrifuge est directement couplé au moteur électrique (M101A), mis sous pression et refroidi à l'eau avec une puissance de 90 kW - 6 pôles.

III.5. Système de mesure des lignes :

- À l'intérieur du canal il y a deux capteurs adaptés à des températures élevées TE1 TE2, et un sur le moteur M101A, TE3, pour contrôler la surchauffe.
- un contrôleur de pression pour l'ouverture de la porte PSL101A, un thermomètre TI101A un manomètre PI101A et un transducteur de pression absolue de PT101A.

IV. Les caractéristiques des composants :

IV.1. Actionneurs :

Dans un système automatique, un actionneur est un organe appartenant à la partie opérative qui, sur ordre de la partie commande via le pré-actionneur, convertit l'énergie qui lui ait fournie sous une forme utile pour les taches programmées du système automatisé.

a. Vannes:

➤ **Structure** :

Une vanne est toujours décomposable technologiquement en deux parties:

- le servo moteur : c'est l'élément qui assure la conversion du signal de commande en mouvement de la vanne.
- le corps de vanne : c'est l'élément qui assure le réglage du débit.

La figure suivante décrit la structure générale d'une vanne :

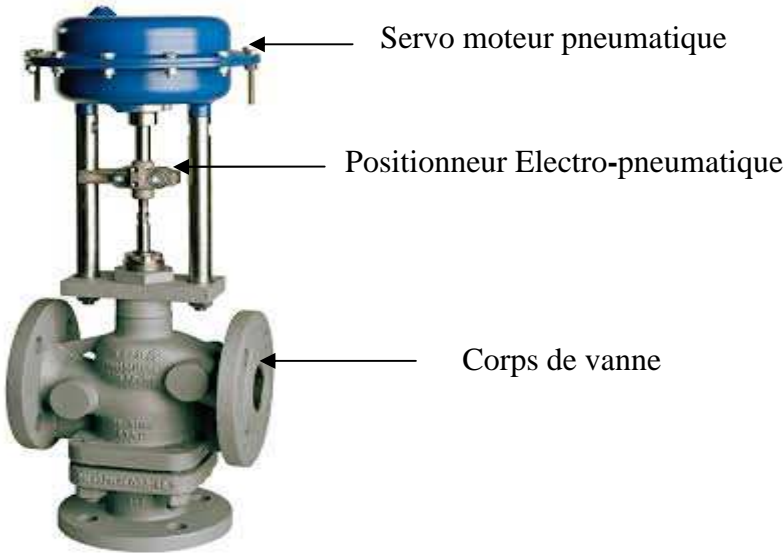


Figure II.3 : Structure d'une vanne de régulation pneumatique.

➤ Types de vannes utilisés:

▪ Vanne Papillon Pneumatique TOR :

Une vanne «Tout Ou Rien» est utilisée pour contrôler le débit des fluides en tout ou rien. Elle exécute une action discontinue qui prend deux positions ou bien deux états 0 et 1(0et100%), c'est-à-dire ou verte ou fermée.

Les vannes tout ou rien sont utilisées pour la commande des systèmes lents où la précision de la régulation n'est pas importante.

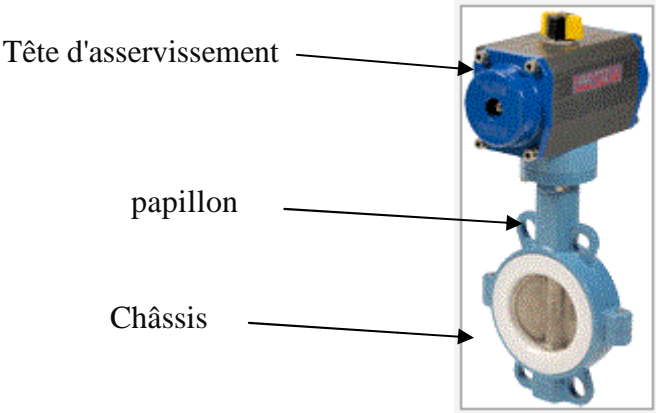


Figure II.4 : Schéma d'une vanne Papillon Pneumatique TOR

- **Vannes manuelles :**

Dans les installations industrielles notamment, les vannes manuelles destinées à contrôler l'écoulement de fluides constituent des dispositifs simples mais capitaux, que le personnel est généralement amené à manœuvrer fréquemment.



Figure II.5: Schéma d'une vanne manuelle

- **Vannes modulantes :**

Ces vannes sont utilisées afin d'assurer le débit d'eau et d'huile désirés. Elles sont utilisées dans la station pour réguler la température et la pression. Ces vannes sont : PCV801, PCV802, TCV501, TCV202 et TCV203.

b) Pompes :

La principale caractéristique de la pompe centrifuge consiste à convertir l'énergie d'une source de mouvement (le moteur) d'abord en vitesse (ou énergie cinétique), puis en énergie de pression. Le rôle d'une pompe consiste en effet, à donner de l'énergie au liquide pompé qui sera transformée ensuite en débit.

➤ **Principe de fonctionnement :**

Ces pompes utilisent l'effet centrifuge pour déplacer le liquide et augmenter sa pression. La roue est placée dans une enceinte (le corps de pompe) possédant deux ou plusieurs Orifices, le premier dans l'axe de rotation (aspiration), le second perpendiculaire à l'axe de rotation (refoulement).

Le liquide pris entre deux aubes se trouve contraint de tourner avec celle-ci, la force Centrifuge repousse alors la masse du liquide vers l'extérieur de la roue où la seule sortie possible sera l'orifice de refoulement. L'énergie du fluide est donc celle provenant de la force Centrifuge.

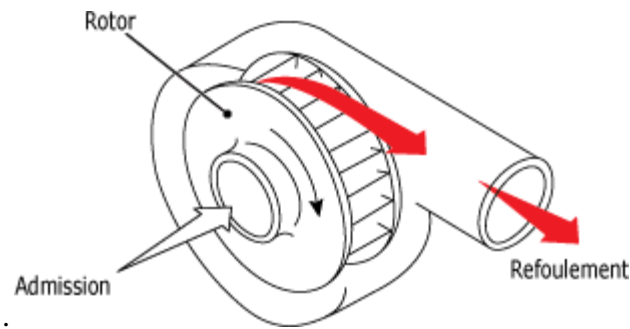


Figure II.6 : Coupe d'une pompe centrifuge.

➤ **Éléments de base pour le calcul et le choix des pompes :**

Une pompe centrifuge est le cœur même d'un système de pompage. Son type et sa conception varient selon l'application et le fabricant. Cependant, dans de nombreux cas, le Choix d'une pompe est guidé par le fluide à pomper, la conception du système et l'application.

Nous citons les critères suivants :

- ✓ *Calcul des pertes de charge* : Dans la pratique, la détermination des pertes de charge se fait à l'aide de tableaux ou d'abaques.
- ✓ *Hauteur maximale d'aspiration* : C'est la dépression ou l'aspiration créée par la turbine qui fait monter l'eau.
- ✓ *Densité du fluide* : La densité est un facteur important à considérer lors du Dimensionnement d'une pompe. La densité d'un liquide peut affecter la pression de sortie D'une pompe. Sur une hauteur verticale identique, un liquide plus lourd que l'eau exige une plus grande force pour le véhiculer.

➤ **La mise en marche et l'arrêt de la pompe**

La pompe est reliée au réseau par un certain nombre de dispositif de sécurité et de commande.

Le démarreur automatique se divise essentiellement en trois parties :

- **Un sectionneur**: Appareil électromécanique permettant de séparer, de façon visible, un circuit électrique en aval de son alimentation et qui assure en position ouverte une possibilité d'effectuer des opérations de maintenance ou de modification sur les circuits électriques en toute sécurité.
- **Un contacteur**: Appareil électrotechnique destiné à établir ou interrompre le passage du courant, à partir d'une commande électrique émise par l'automate. Il a la même fonction qu'un relais électromécanique, avec la différence que ses contacts sont prévus pour supporter un courant beaucoup plus important.

- *Un relais thermique*: Appareil de protection contre les surcharges.

c. Compresseurs d'air à vis rotative :

Le compresseur à vis est un compresseur volumétrique dont les pistons se présentent sous forme de vis. C'est le modèle de compresseur le plus utilisé de nos jours. Les principales pièces de l'élément de compression à vis comprennent un rotor mâle et un rotor femelle qui tournent l'un vers l'autre tandis que le volume situé entre eux et le carter de compresseur diminue. Le rapport de pression d'une vis dépend de la longueur et du profil de la vis d'une part, et de la forme de l'orifice de refoulement, d'autre part.

L'élément de compression à vis n'est équipé d'aucune soupape et il n'existe aucune force mécanique susceptible de créer un quelconque déséquilibre. Il peut par conséquent fonctionner à une vitesse d'arbre élevée et combiner un débit important et de faibles dimensions extérieures.

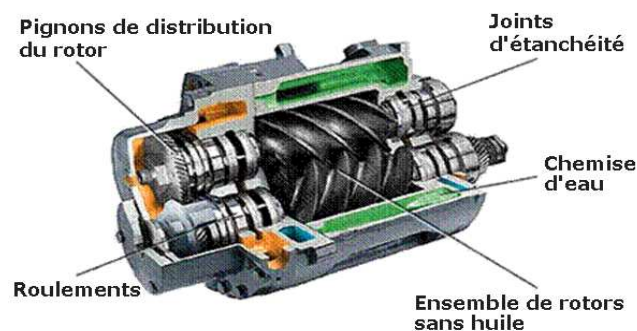


Figure II.7: Coupe d'un compresseur rotatif à vis

d. Sécheurs :

Un sécheur d'air (ou sécheur d'air comprimé) est un équipement technique qui est utilisé pour réduire le taux d'humidité relative de l'air comprimé et éviter les problèmes liés à l'eau condensée ou à la corrosion dans un réseau d'air comprimé. Il existe plusieurs méthodes pour sécher l'air comprimé : la réfrigération (sécheurs frigorifiques utilisés dans notre station), l'adsorption (sécheurs à adsorption), l'absorption, la perméation (sécheurs à membranes), la compression.

➤ Sécheurs frigorifique :

Le sécheur par réfrigération refroidit l'air comprimé. Lors de ce processus, la condensation d'eau est très importante et une grande quantité de cette eau peut être séparée. L'air comprimé est ensuite chauffé pour que la condensation ne se forme pas à l'extérieur du système de conduites.

L'air comprimé est refroidi grâce un système de refroidissement fermé dans lequel un agent refroidissant est utilisé (gaz). En refroidissant l'air comprimé entrant avec l'air comprimé sortant dans l'échangeur thermique, l'énergie du sécheur par réfrigération est réduite.



Figure II.8 : Sécheur d'aire frigorifique

➤ SCHÉMA FONCTIONNEL DU SÉCHEUR D'AIR

Les sécheurs sont équipés d'un détendeur qui fonctionne en permanence pour maintenir la quantité appropriée de liquide réfrigérant dans l'échangeur de chaleur, de manière à atteindre le point de rosée sous pression optimum. La soupape de dérivation des gaz chauds dans le circuit du réfrigérant et le détendeur permettent une température du point de rosée constante de 3 °C et un temps de réaction très rapide dans différentes conditions de fonctionnement.

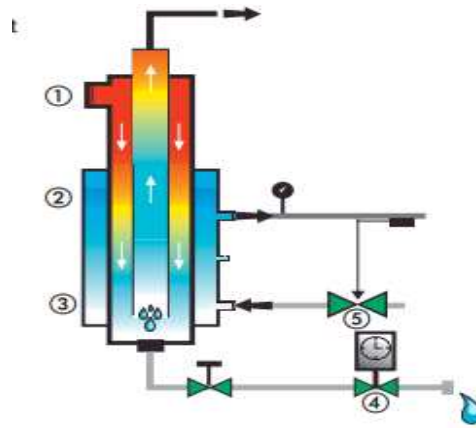


Figure II.9 : Sécheur d'air

- ① Échangeur de chaleur air-air
- ② Échangeur air-réfrigérant
- ③ Séparateur d'humidité
- ④ Purgeur automatique de condensats
- ⑤ Détendeur commandé par la pression ou la température du réfrigérant

IV.2. Les Capteurs :

a. Détecteur de présence inductif:

Les capteurs inductifs produisent à l'extrémité de leur tête de détection un champ magnétique oscillant. Ce champ est généré par une capacité en parallèle.

Lorsqu'un objet métallique pénètre dans ce champ, il y a perturbation de ce champ puis atténuation du champ oscillant. Cette variation est exploitée par un amplificateur qui délivre un signal de sortie.

Ils sont placés sur les plaques d'échange de flux pour indiquer la position de manifolds.



Figure II.10: Détecteur de présence inductif

b. Cellule photoélectrique :

Les cellules photoélectriques utilisent un faisceau lumineux pour détecter la présence ou l'absence d'un objet. Cette technologie est une alternative idéale aux détecteurs de proximité inductifs lorsque vous avez besoin de longues portées de détection ou lorsque l'élément à détecter n'est pas en métal

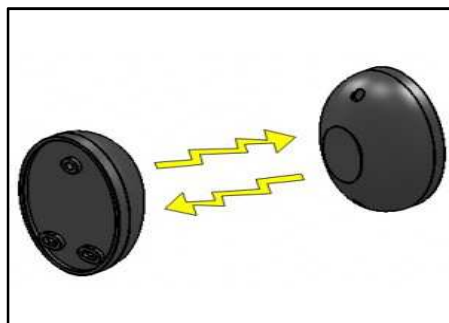


Figure II.11 : Détecteur de présence

c. Capteurs de niveau :

Les réservoirs de stockage sont équipés d'un capteur de niveau LRC (Level Recorder Controller) qui affiche sa valeur sur le pupitre pour informer l'opérateur de la quantité d'eau existante dans les réservoirs.

❖ Principe de mesure :

Des impulsions micro-ondes à haute fréquence, dites radar, se déplacent le long d'un câble ou d'une tige et sont réfléchies par la surface du produit liquide ou solide en vrac. Le temps de propagation entre l'émission et la réception des signaux est proportionnel au niveau dans le réservoir.

d. Capteur de pression :

Un capteur de pression est un dispositif ayant pour fonction de détecter la pression, et qui permet l'envoi d'un signal électrique, ce signal électrique est normalisé par circuit électronique pour l'injecter dans un API afin de contrôler la pression.



Figure II.12: Capteur de pression

➤ Principe de mesure :

La pression du processus agit sur la membrane céramique et la modification de la capacité, fonction de la pression, de la cellule céramique est mesurée. Un microprocesseur exploite les signaux et active la sortie ou édite la valeur mesurée correspondante.

La cellule céramique est une cellule sèche, c'est-à-dire aucun liquide n'est nécessaire pour la transmission de la pression. De ce fait la cellule peut être parfaitement utilisée dans le vide.

➤ Caractéristiques

- Surcharge jusqu'à 40 bars.
- sortie analogique 4...20 Ma.

d. Indicateurs de pression PI :

Les indicateurs de pression sont employés pour la mesure de pression des liquides et des gaz dans le cas où ces derniers ne sont pas fortement visqueux ou cristallisés.

Leur fonctionnement peut se résumer comme suit :

La pression du milieu agit directement sur le tube du bourdon dont l'extrémité libre fait tourner l'indicateur.



Figure II.13: Schéma d'un indicateur de pression

e. Transmetteurs de Pression PT :

Les transmetteurs de pression mesurent la pression absolue ou relative, selon la version, dans les gaz, vapeurs et liquides. Elles incorporent une jauge de contrainte d'une couche épaisse comme moyen de mesure. La pression est convertie en un signal électrique, Ils sont utilisés dans tous les domaines des procédés industriels. Il est placé à la sortie de chaque réservoir afin de transmettre la pression du fluide.

❖ Caractéristiques :

- sortie: 4-20 mA
- Type de pression : absolue
- Calibration : 0-6 bar



Figure II.14: Schéma d'un transmetteur de pression

f. Transmetteurs Indicateurs de Pression PIT :

Ces capteurs sont employés pour la mesure et la transmission de pression. L'élément de bourdon rétréci sous pression, son mouvement est converti par un capteur inductif en signal électrique. Les transmetteurs de pression conviennent à tous les liquides et les gaz qui ne sont pas fortement visqueux, et sont appropriés aux médias et en atmosphères corrosives.



Figure II.15: Transmetteur et indicateur de pression

g. Capteurs de température :

Il existe une multitude de capteurs de température, tant par leur technique que par leurs formes. Dans la famille des capteurs de température, il existe entre autre les thermocouples et les sondes à résistance :

- Les thermocouples créent une force électromotrice (mV) quand la soudure chaude (point en contact avec la source de chaleur) est différente de la soudure froide (point de référence). A cette valeur correspond une température suivant une norme internationale. Un circuit électronique convertit cette valeur en température pour l'afficher (indicateur de température) et/ou réguler (régulation de température).

- Les sondes à résistances utilisent la variation de résistivité d'un matériau en fonction de la température. Aux valeurs mesurées (ohms) correspondent des températures suivant une norme internationale. L'information est récupérée par un indicateur et/ou régulateur de température.

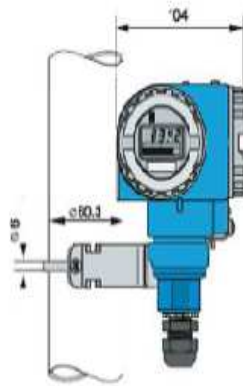


Figure II.16: capteur de température

V. La Problématique

Le problème traité dans ce mémoire est la régulation de température et de pression. Ces deux paramètres s'interagissent continuellement puisqu'ils sont dépendant l'un de l'autre.

Pour ce faire, le cycle de fonctionnement est réparties en trois phases décrites précédemment, cycle chauffage et pression qui fonctionnent en parallèle, le cycle de refroidissement puis le cycle de dépressurisation. Cette tache est effectuée en utilisant les régulateurs suivant :

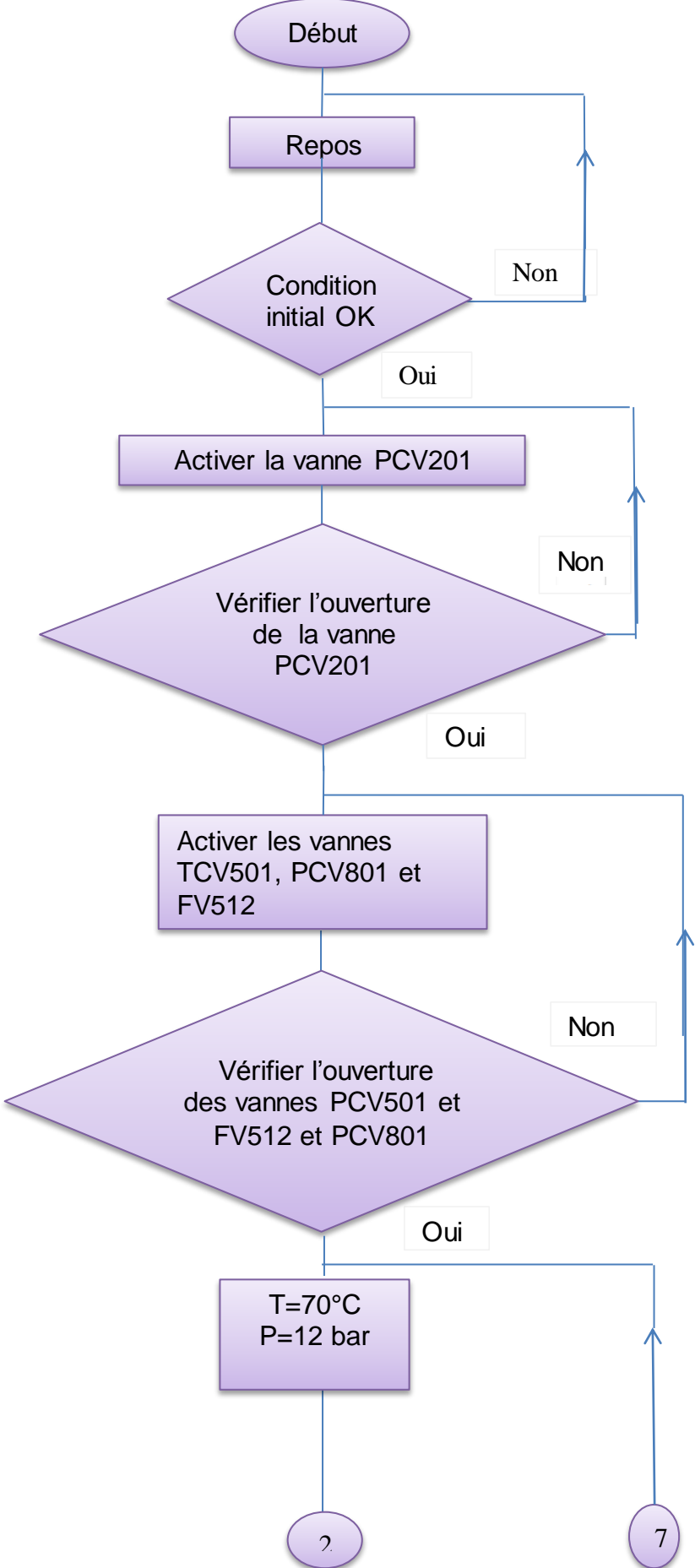
- ✓ TIC101AH pour la régulation de température (cycle chauffage).
- ✓ TIC101AC pour la régulation de température (cycle refroidissement).
- ✓ PIC101P pour la régulation de la pression.
- ✓ PIC101AD pour la régulation de la dépression

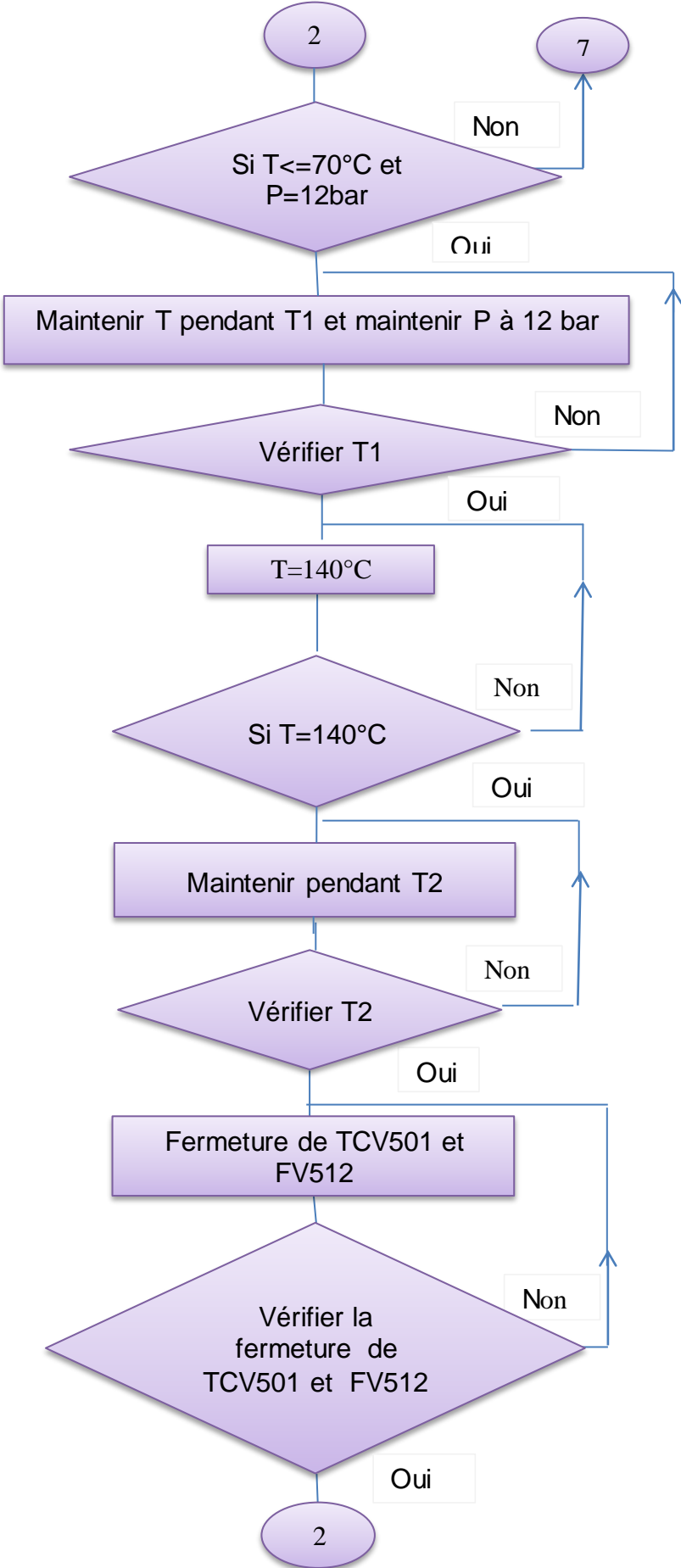
Ces derniers agissent sur les vannes suivantes:

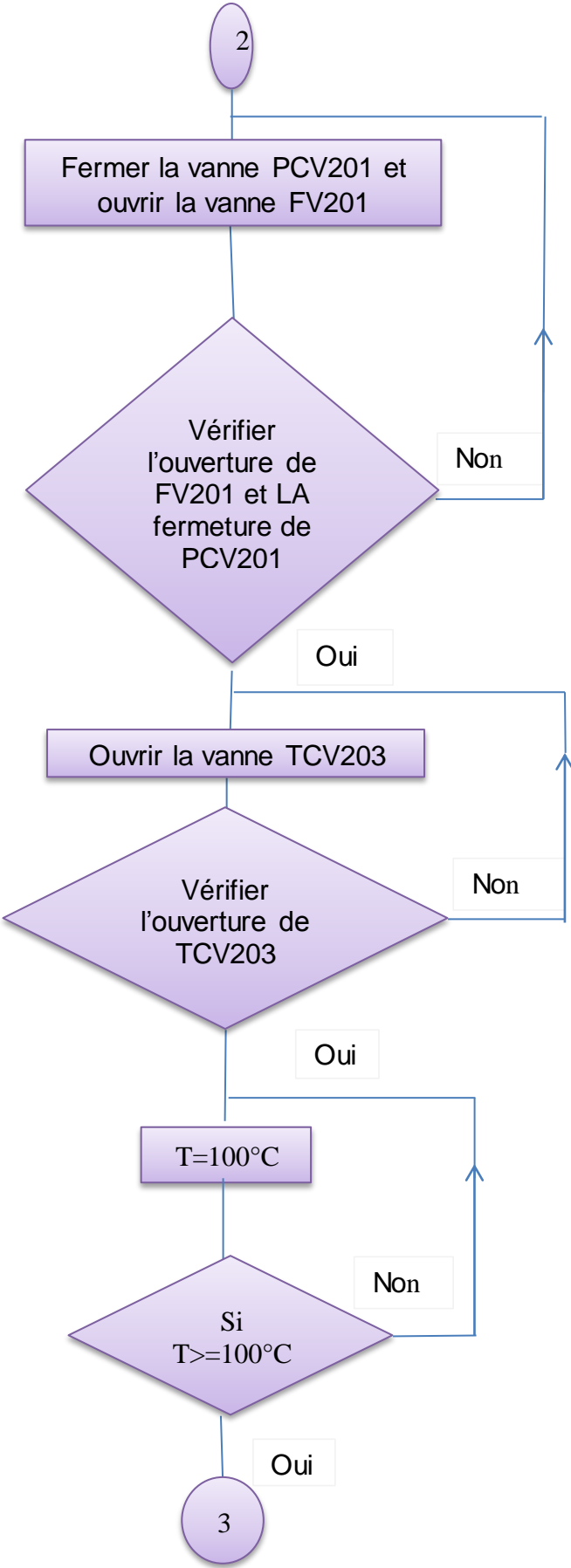
- ✓ TCV501
- ✓ TCV203 ET TCV202
- ✓ PCV801
- ✓ PCV802

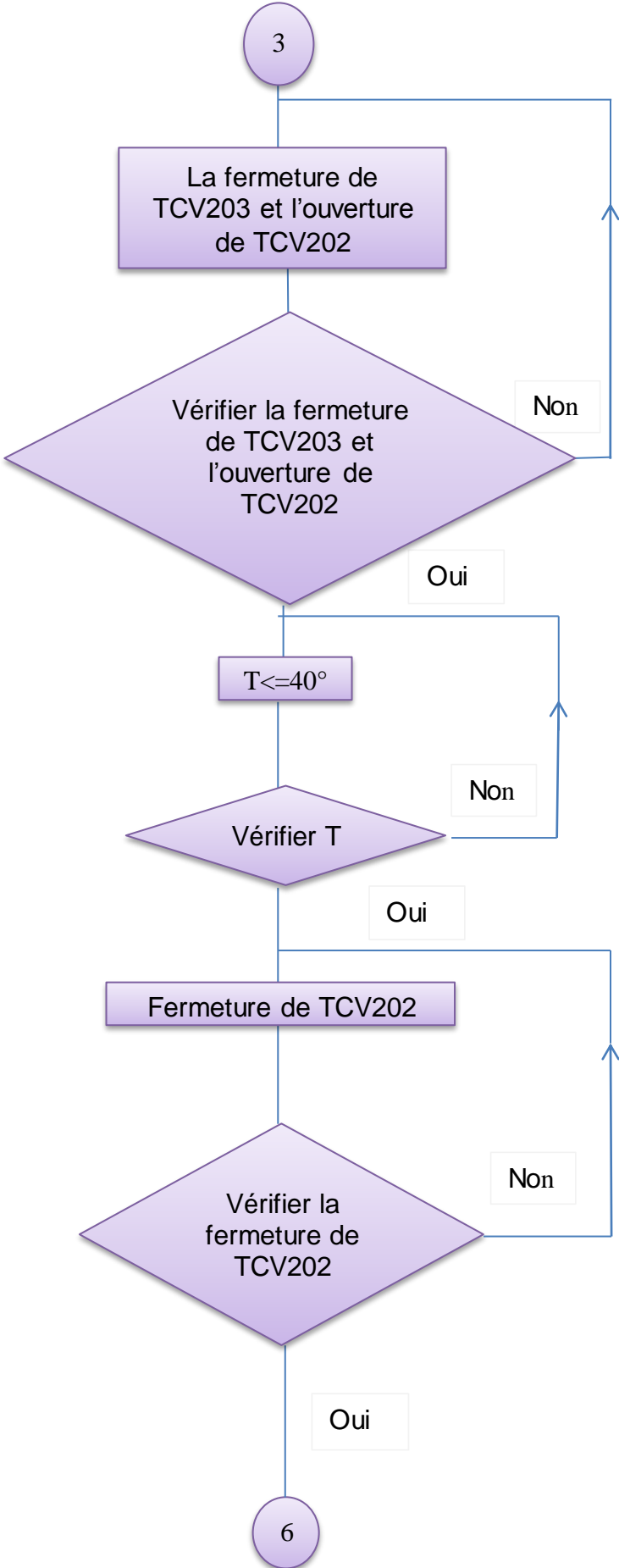
Et pour le suivi de ces phases, un développement d'une plateforme de supervision est nécessaire.

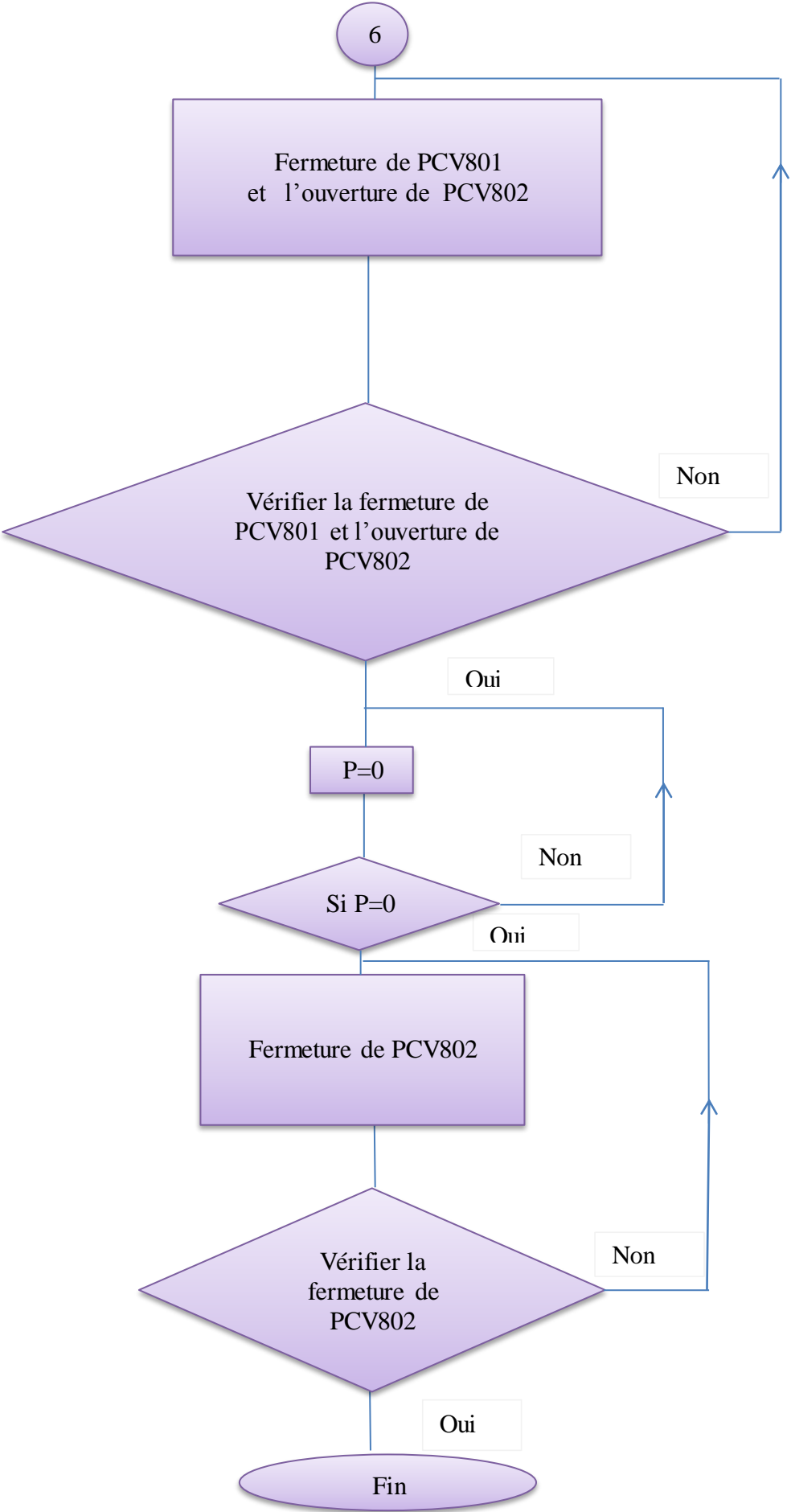
I. Organigramme de fonctionnement :











Remarque : Les conditions initiales pour le bon fonctionnement sont :

- Les pompes à huile P501, P502 activées.
- Les pompes à eau P201, P202 activées.
- Les moteurs des tours de refroidissement Mtr200, Mtr201 activés.
- Le moteur du ventilateur M101 activé.
- Les moteurs des sécheurs D801 et D802
- Les compresseurs C801, C802, C803 activés.
- La porte fermée.
- Aucune présence dans l'autoclave.

VII. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons fait l'étude de la station de l'autoclave ainsi que sa description fonctionnelle et des éléments le constituant, nous avons défini les différents cycles de fonctionnement qui nous ont conduit à construire un organigramme. Cette étude nous a permis de mieux appréhender la problématique.

Chapitre III

Régulation et identification

I. Introduction :

Dans ce chapitre nous allons donner un aperçu sur la régulation en commençant par quelques généralités puis on va définir la régulation PID, le triplet P, I, D et nous allons présenter quelques méthodes d'identification et leurs réglages.

II. Généralités sur la régulation :

II.1 Définition :

La régulation regroupe l'ensemble des techniques utilisées visant à contrôler une grandeur physique comme par exemple : pression , débit ,niveau ,...etc.

La grandeur réglé : c'est la grandeur physique qu'on désire contrôler .Elle donne son nom a la régulation comme par exemple une régulation de température.

La consigne : c'est la valeur que doit prendre la grandeur réglée.

La grandeur réglante est la grandeur physique qui a été choisie pour Contrôler la grandeur réglée. Elle n'est généralement pas de même nature que la grandeur réglée.

Les grandeurs perturbatrices sont les grandeurs physiques qui influencent la grandeur réglée. Elles ne sont généralement pas de même nature que la grandeur réglée.

L'organe de réglage est l'élément qui agit sur la grandeur réglée.

II.2 Principe de fonctionnement :

Pour réguler un système physique, il faut :

- **Mesurer** la grandeur réglée avec un capteur.
- **Réfléchir** sur l'attitude à suivre : c'est la fonction du régulateur. Le régulateur compare la grandeur réglée avec la consigne et élabore le signal de commande.
- **Agir** sur la grandeur réglante par l'intermédiaire d'un organe de réglage.

On peut représenter une régulation de la manière suivante :

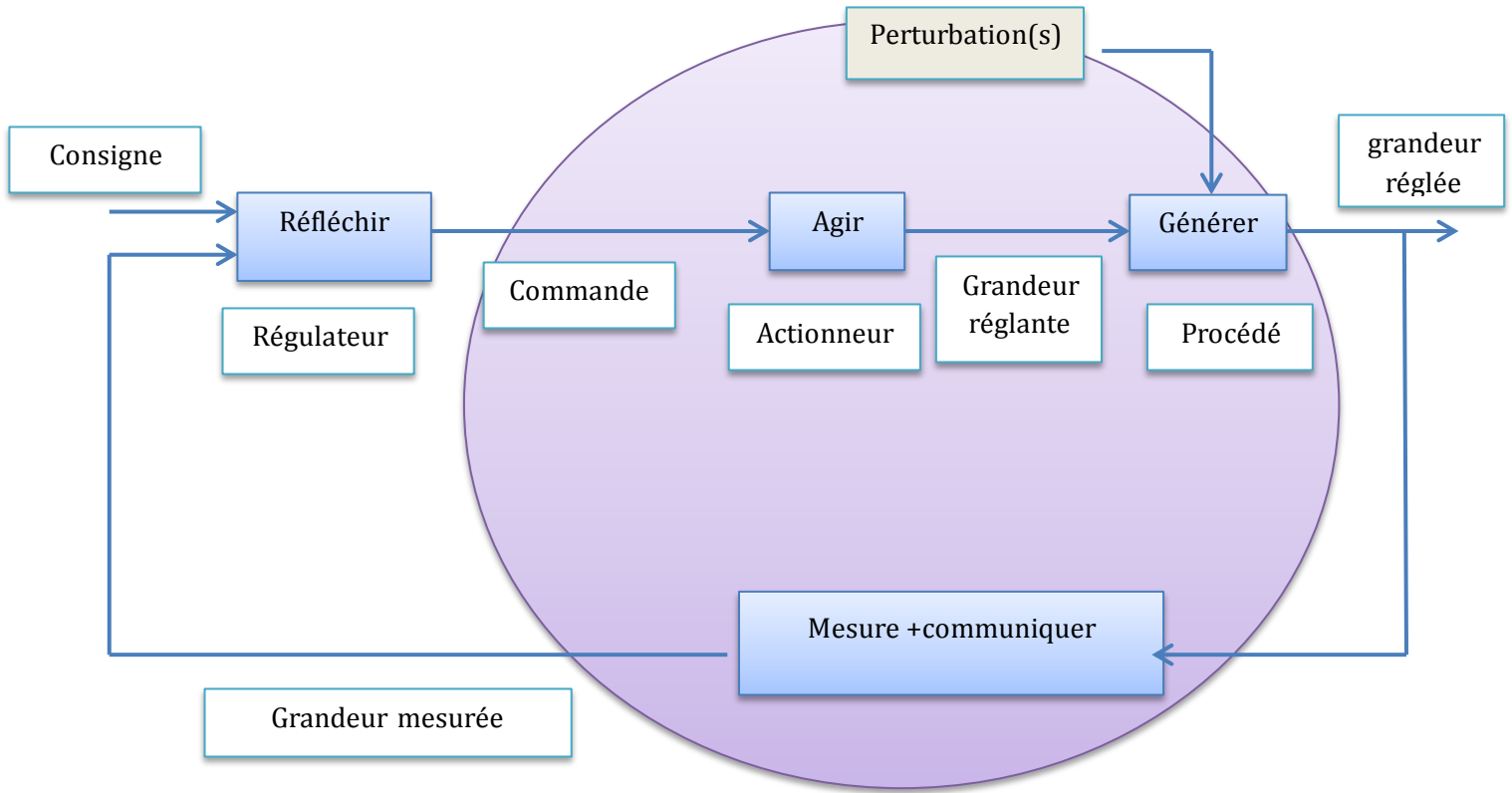


Figure III.1 : Constitution d'une chaîne de régulation

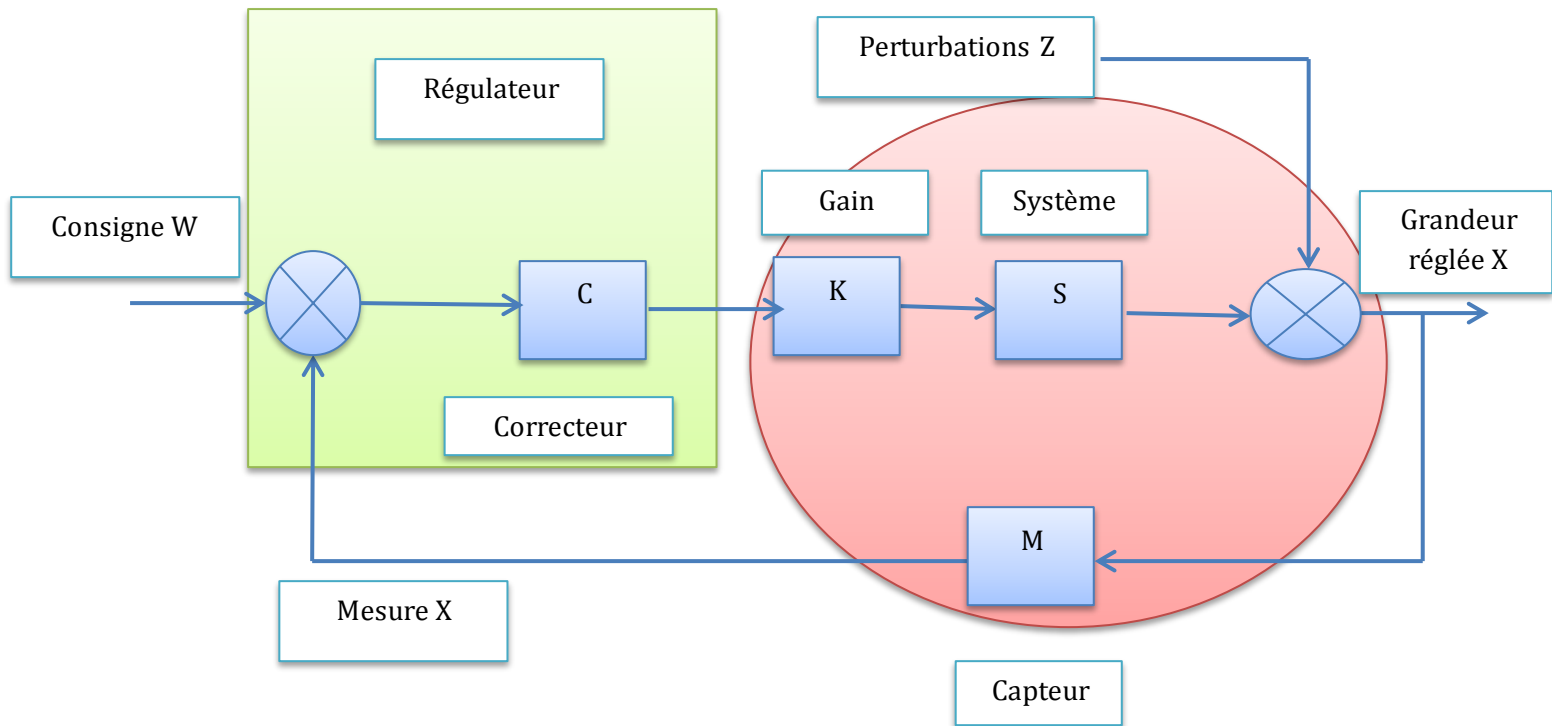


Figure III.2 : Représentation fonctionnelle d'une boucle de régulation

I. Introduction :

Dans ce chapitre nous allons faire un aperçu sur la régulation en commençant par quelques généralités puis on va définir la régulation PID, le triplet P, I, D et nous allons présenter quelques méthodes d'identifications et leurs réglages.

II. Généralités sur la régulation :

II.1 Définitions :

La régulation regroupe l'ensemble des techniques utilisées visant à contrôler une grandeur physique comme par exemple: pression, température, débit, niveau etc.

La grandeur réglée, c'est la grandeur physique qu'on désire contrôler. Elle donne son nom à la régulation comme par exemple une régulation de température.

La consigne : C'est la valeur que doit prendre la grandeur réglée.

La grandeur réglante est la grandeur physique qui a été choisie pour contrôler la grandeur réglée. Elle n'est généralement pas de même nature que la grandeur réglée.

Les grandeurs perturbatrices sont les grandeurs physiques qui influencent la grandeur réglée. Elles ne sont généralement pas de même nature que la grandeur réglée.

L'organe de réglage est l'élément qui agit sur la grandeur réglante. [6]

II.2 Principe de fonctionnement :

Pour réguler un système physique, il faut :

- **Mesurer** la grandeur réglée avec un capteur.
- **Réfléchir** sur l'attitude à suivre : c'est la fonction du régulateur. Le régulateur compare la grandeur réglée avec la consigne et élabore le signal de commande.
- **Agir** sur la grandeur réglante par l'intermédiaire d'un organe de réglage.

On peut représenter une régulation de la manière suivante :

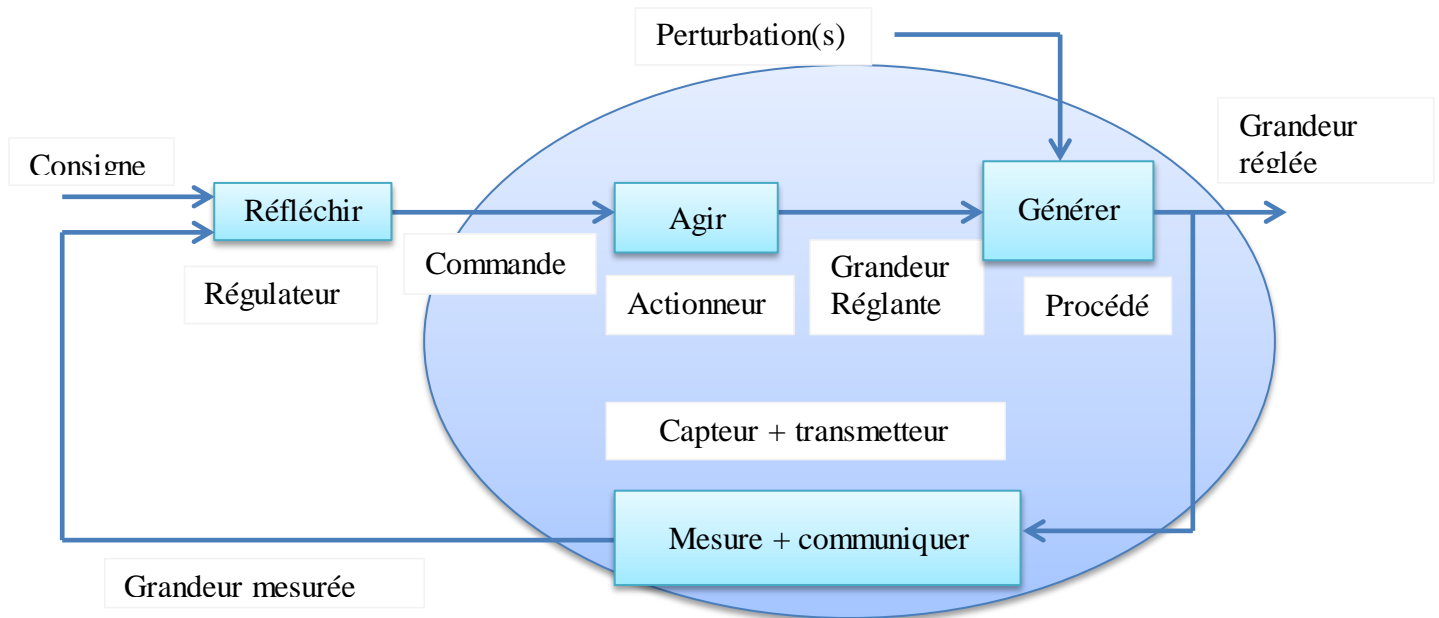


Figure III.1: Constitution d'une chaîne de régulation.

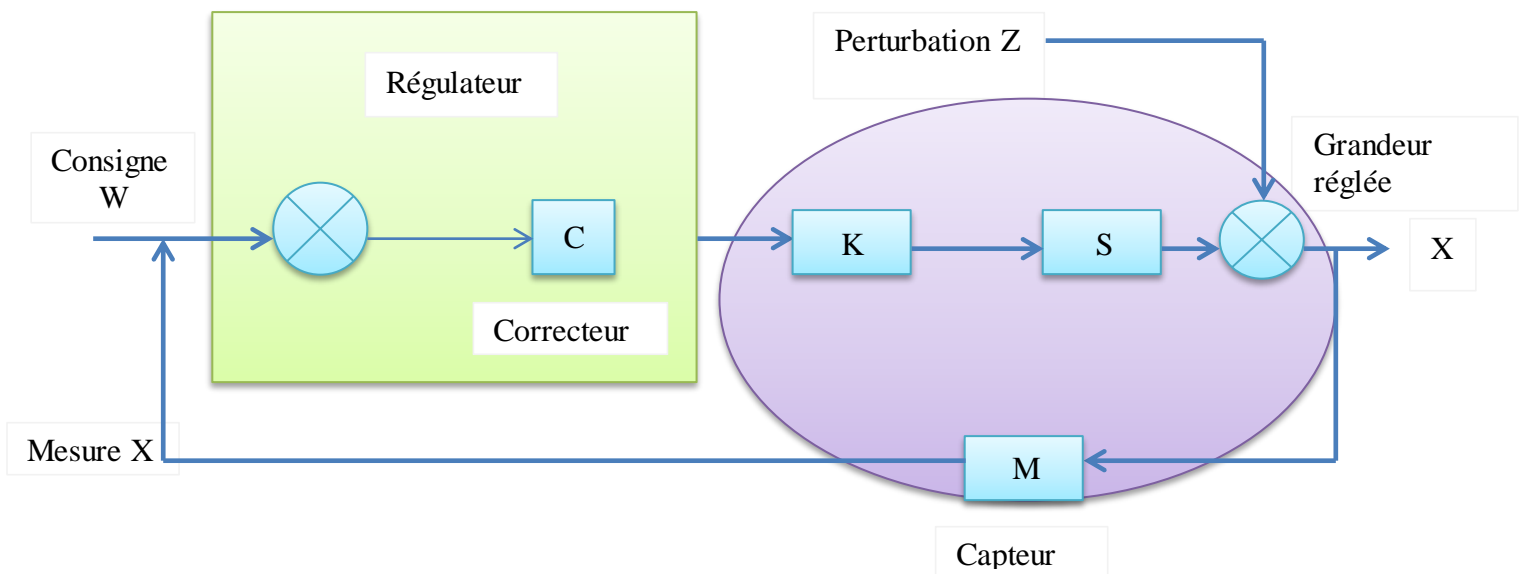


Figure III.2 : Représentation fonctionnelle d'une boucle de régulation

Les principaux organes sont :

- le **système physique** : (ou processus) : il génère la variable que l'on désire asservir,
- l'**actionneur** : (organe de puissance) : il peut être inclus dans le système physique à asservir.
- le **capteur** : il réalise la mesure de la grandeur commandée.
- le **comparateur** : il calcule la différence entre la grandeur désirée et la grandeur obtenue (c'est à dire l'erreur).

- **le régulateur** : c'est l'organe de commande : son rôle consiste à ajuster l'action à partir de l'erreur, Il élabore la variable qui va agir et commander l'actionneur.
- **les perturbations** : ce sont des modifications non prévisibles sur le système.

II.3 Qualités attendues d'une régulation :

Les qualités exigées les plus rencontrées industriellement sont :

a. La stabilité

La qualité essentielle pour un système régulé, et donc exigée à tout prix, est la stabilité.

Dans une approche simplifiée, un système est considéré comme stable si, pour une variation d'amplitude finie de la consigne ou d'une perturbation, la mesure de la grandeur à maîtriser se stabilise à une valeur finie. Plus le régime transitoire d'un système soumis à une telle variation est amorti plus il est stable. Le degré de stabilité est alors caractérisé par l'amortissement de ce régime transitoire.

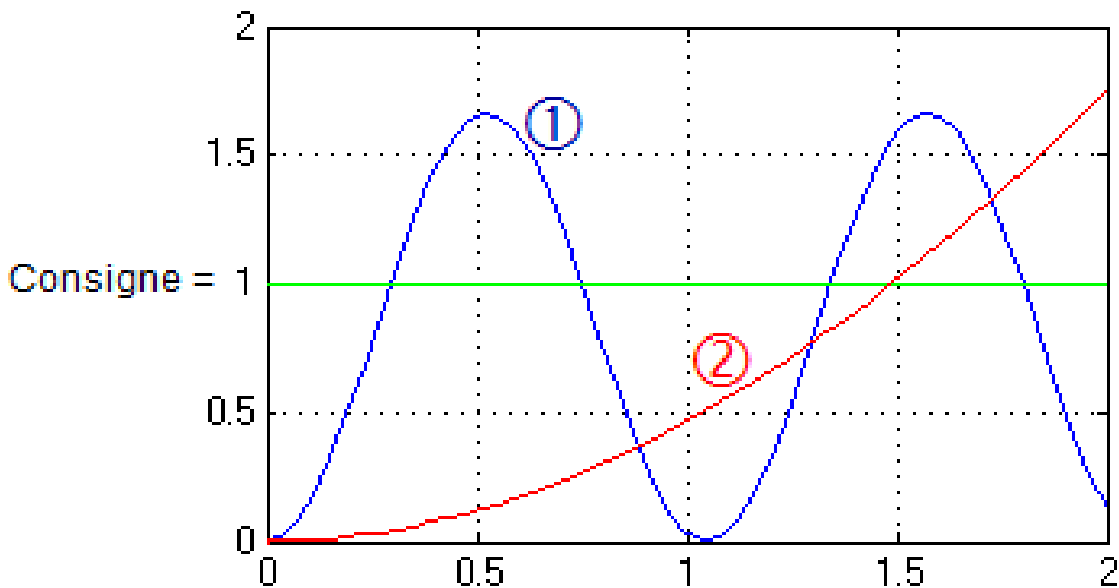


Figure III.3 : Evolution de deux systèmes régulés à la limite de stabilité.

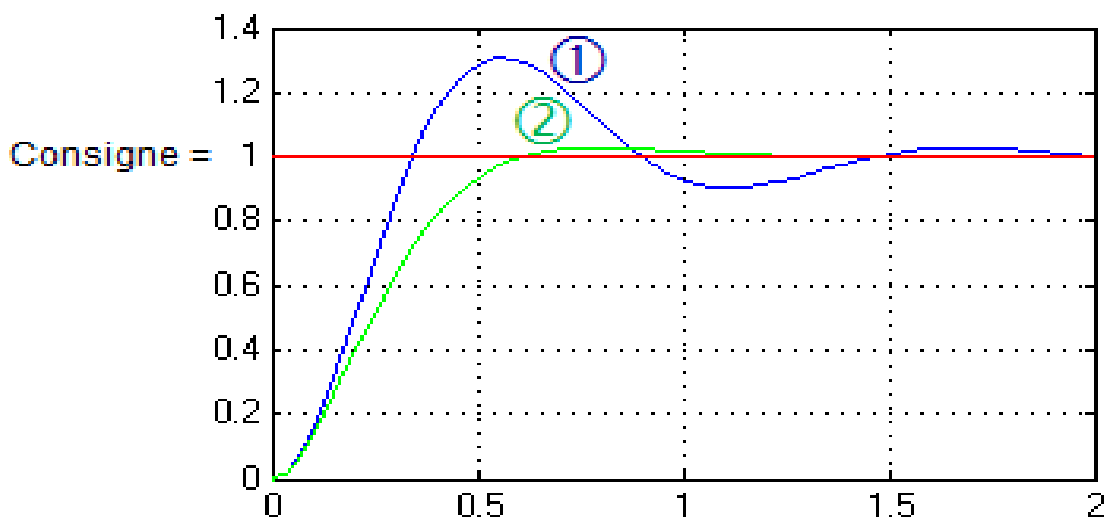


Figure III.4: Systèmes régulés stables avec amortissement acceptable.

La courbe 2 est plus amortie que la courbe 1 : le système 2 est plus stable que le système 1.

b. La précision

La précision d'un système régulé se mesure à l'écart entre la consigne demandée et la mesure en régime permanent ; on parle alors de précision statique. Plus l'écart statique est petit, plus le système est précis.

La précision statique est une qualité importante à respecter pour bien des systèmes régulés. Cependant il ne faut pas oublier qu'un écart trop important en régime transitoire peut s'avérer néfaste au produit ou à l'installation. Pour cela, le paramètre à prendre en compte lors des réglages des régulateurs est la précision dynamique. Elle s'évaluera généralement par le dépassement maximal D (voir figure III.5 ci-dessous) que peut prendre la mesure par rapport à la consigne.

c. La rapidité

La rapidité d'un système régulé s'évalue par le temps que met la mesure à entrer dans une zone à 5 % de sa variation finale (soit entre 95 % et 105 %). Ce temps s'appelle le temps de réponse t_r à 5 %. Le système régulé est d'autant plus rapide que le temps de réponse à 5 % est court.

Réponse d'un système
du deuxième ordre

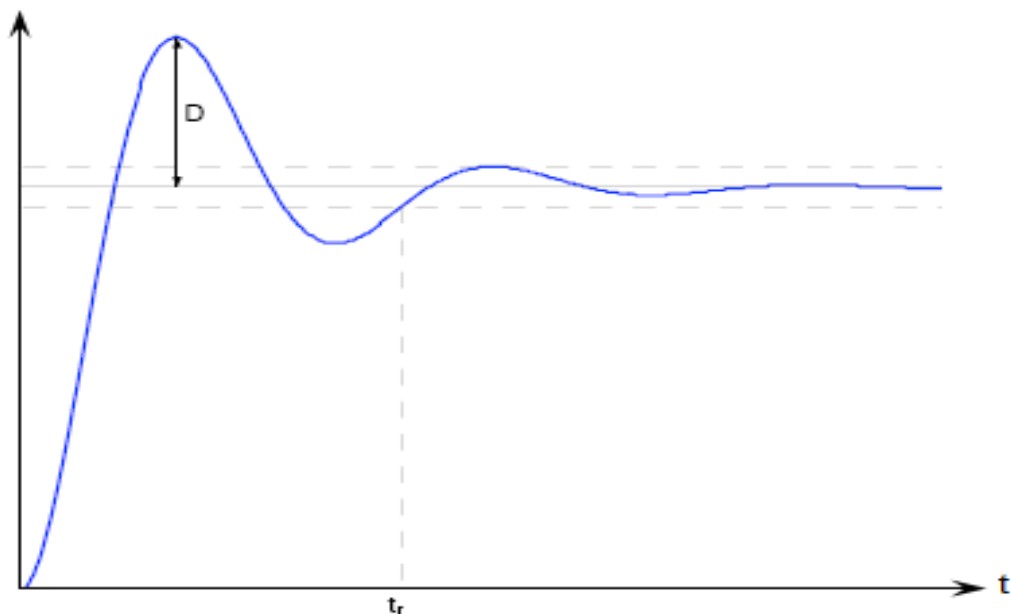


Figure III.5: Mesure du temps de réponse t_r à 5 % pour un système du 2^{ème} ordre.

III. La régulation PID :

III.1 Les actions élémentaires :

a) La composante proportionnelle :

L'action proportionnelle applique une correction instantanée pour tout écart entre la mesure et la consigne, plus la perturbation est grande, plus la correction apportée est grande. Toute fois un écart trop important supérieur à ε_{max} risque de saturer l'amplificateur. Dans ce cas, la sortie du régulateur sera saturée et n'aura pas plus d'effet sur l'actionneur.

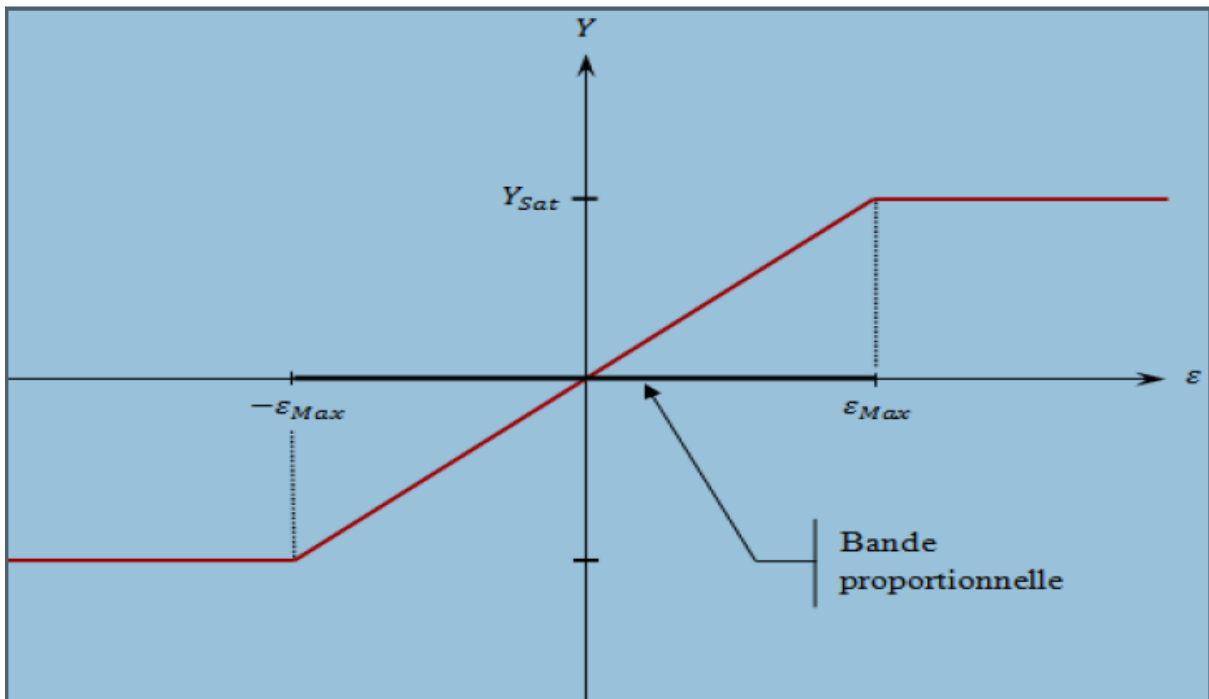


Figure III.6: Bande proportionnelle.

On constate qu'au-delà de ε_{max} , l'action $Y(t)$ n'augmente plus. La plage d'erreur pour laquelle $Y(t) = K \varepsilon(t)$ est appelée bande proportionnelle (BP). Ses propriétés sont les suivantes :

- Elle est disposée symétriquement autour du point de fonctionnement (consigne) ;
- Elle s'exprime en pourcentage (%) de l'étendue d'échelle de l'entrée ;
- Elle est inversement proportionnelle au gain et s'exprime par :

$$BP\% = \frac{100}{G}$$

- La BP est toujours une valeur positive et le produit $K \cdot BP\%$ reste constant ;
- Pour les régulateurs industriels, les plages de réglage s'étendent usuellement entre 0 et 200%.

La loi de commande proportionnelle a encore un défaut : si $\varepsilon(t) = 0$, alors $Y(t) = 0$, le processus n'est plus alimenté. Elle doit donc s'écrire :

$$Y(t) = K \varepsilon(t) + Y_0$$

Où Y_0 est une tension résiduelle nécessaire mais qui va provoquer une erreur statique.

b) La composante intégrale :

Cette composante apporte une notion de temps d'intégration à la correction, cette notion de temps s'exprime généralement en seconde. Cette action est complémentaire à l'action proportionnelle, elle permet de stabiliser dans le temps l'action proportionnelle, plus l'erreur mesurée est constante plus la correction est constante.

Cette action est obtenue par une loi intégrale :

$$\frac{1}{T_i} \int_0^t \varepsilon(x) dx$$

T_i est la constante d'intégration : c'est le temps au bout duquel la sortie a répété l'entrée.

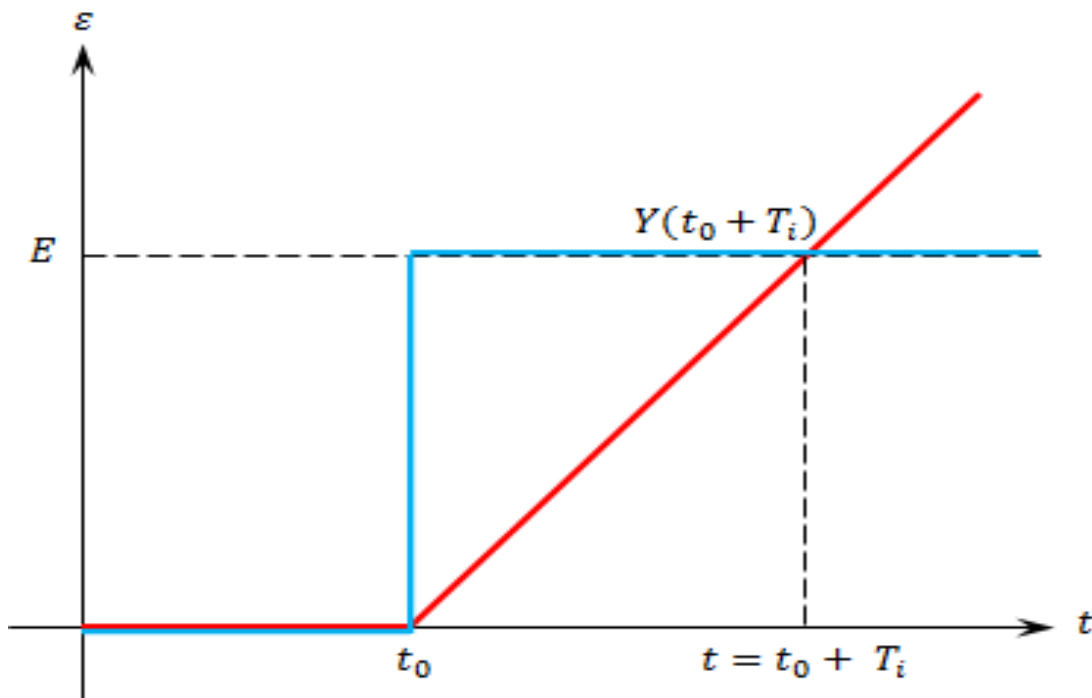


Figure III.7 : Constante d'intégration

$$Y(t_0 + T_i) = \frac{1}{T_i} \int_0^{t_0 + T_i} \varepsilon(x) dx = \frac{1}{T_i} \left[\int_0^{t_0} 0 dx + \int_{t_0}^{t_0 + T_i} E dx \right]$$

$$Y(t_0 + T_i) = \frac{1}{T_i} [E(t_0 + T_i - t_0)] = \frac{1}{T_i} E T_i$$

$$Y(t_0 + T_i) = E$$

La loi de commande intégrale est progressive, on dit encore qu'elle est persévérante.

Tant que l'écart statique $\varepsilon > 0$ ou $\varepsilon < 0$ existe, l'action intégrale agit (positivement ou négativement) jusqu'à l'annulation de l'écart statique.

c) La composante dérivée :

Cette action permet d'anticiper la réponse de la régulation en cas de perturbation rapide ou de modification de consigne ce qui améliore la stabilité du système. On peut donc dire que cette composante permet de compenser tout dépassement excessif de la consigne.

Ainsi, dans un régulateur, on définit l'action dérivée à partir du temps dérivé T_d avec :

$$Y(t) = T_d \times \frac{dE(t)}{dt}$$

Le temps dérivé T_d s'exprime en unité de temps.

Pour étudier l'influence de l'action dérivée, on s'intéressera à la réponse du module dérivé à une rampe.

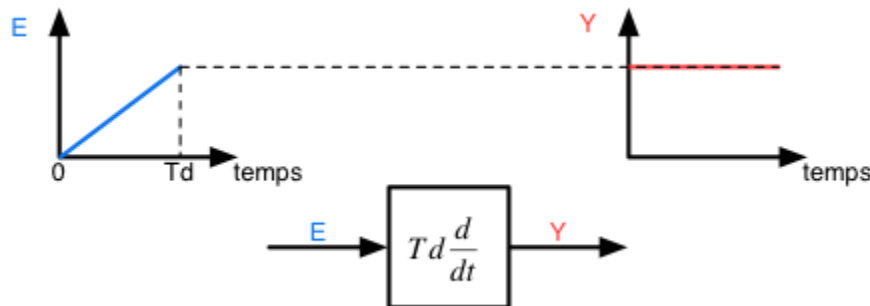


Figure III.8

- Le temps T_d est le temps pour que l'entrée E augmente de la valeur de la sortie Y .
- Plus T_d est grand, plus la valeur de la sortie Y sera importante.
- Pour supprimer l'action dérivée, il suffit de mettre T_d à 0.

III.2 Structures des régulateurs PID :

En général, le régulateur ne fonctionne pas en action dérivée pure (trop instable). Il fonctionne en correcteur Proportionnel Intégral Dérivé (PID). Le triplet, Bande Proportionnelle - Temps Intégral - Temps dérivé, définit trois types de fonctionnement qui sont représentés sur les figures suivantes.

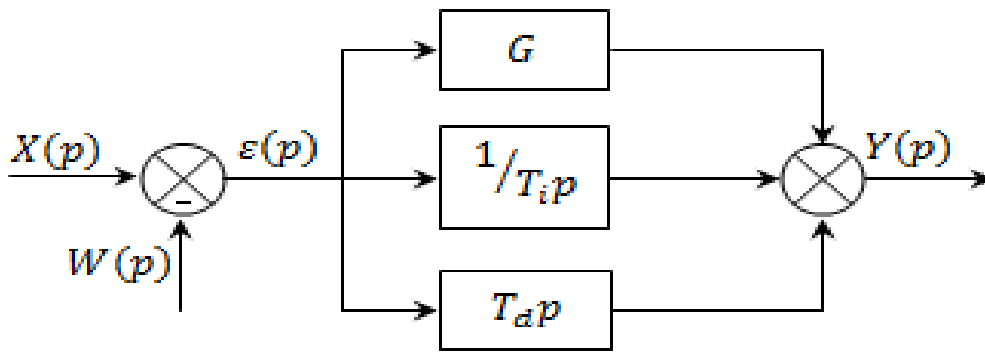


Figure III.9: Structure parallèle

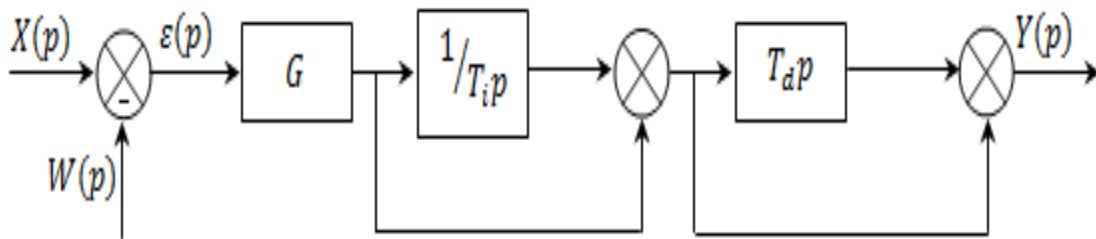


Figure III.10 Structure série

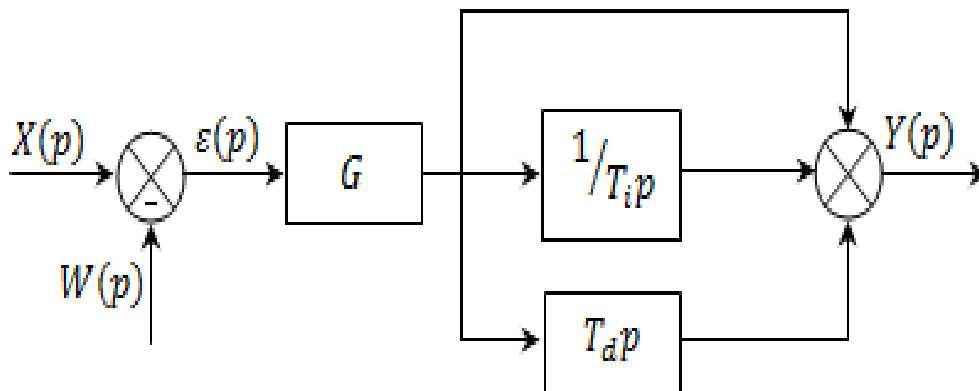


Figure III.11 : Structure mixte

IV. Méthodes d'identification:

La fonction de transfert réelle d'un procédé industriel est pratiquement impossible à déterminer. Il est alors nécessaire d'utiliser un modèle qui soit le plus représentatif possible de ce procédé. Identifier un procédé, c'est rechercher à partir d'enregistrements, les paramètres qui caractérisent son modèle.

On utilise des méthodes d'identification qui permettent de trouver un modèle de comportement traduisant le plus fidèlement le procédé autour d'un point de fonctionnement.

Il existe différentes méthodes pour l'identification :

- Méthodes graphiques.
- Méthodes récursives.
- Méthode non récursives.

Quelques méthodes graphiques sont présentées ci-dessous.

IV.1 Méthode de ZIEGLER-NICHOLS :

En 1942, ZIEGLER et NICHOLS ont proposé deux approches expérimentales destinées à ajuster rapidement les paramètres des régulateurs P, PI et PID. La première nécessite l'enregistrement de la réponse indicielle du système à régler seul, alors que la deuxième demande d'amener le système en boucle fermée à sa limite de stabilité.

Il est important de souligner que ces méthodes ne s'appliquent en général qu'à des systèmes sans comportement oscillant et dont le déphasage en hautes fréquences dépasse -180° . Ces systèmes possèdent souvent un retard pur et/ou plusieurs constantes de temps. On les rencontre surtout dans les processus physicochimiques tels que les régulations de température, de niveau, de pression, etc.

a. Réglage de ZIEGLER-NICHOLS en boucle fermée :

Cette méthode de réglage d'asservissement est bien connue dans l'industrie. Elle s'applique aussi bien à un procédé naturellement stable qu'à un procédé instable à condition qu'il soit possible de le mettre en pompage en boucle fermée.

b. Principe

Le principe est de trouver expérimentalement le point critique de stabilité du procédé asservi. Pour cela, on met la boucle fermée d'asservissement en oscillation juste entretenue ; c'est le pompage figure (III.12). À partir des relevés de cet essai, on détermine le réglage du régulateur qui assure une marge de sécurité par rapport à ce point critique.

- L'avantage de cette méthode est d'être appliquée sur le procédé réel, et donc de prendre en compte tous les retards et toutes les constantes de temps de la boucle constituée, y compris ceux et celles du régulateur. Ce qui n'est pas toujours le cas lors de simulations numériques. Pendant l'essai, le procédé est contrôlé par le régulateur en mode automatique, contrairement aux essais en boucle ouverte où le régulateur est en mode manuel.
- Cette méthode n'est pas très adaptée pour les procédés aux inerties importantes car cela conduit souvent à de fortes amplitudes de la grandeur réglée et à une durée consacrée au réglage qui peut être conséquente.

c. Mise en pompage :

Utiliser uniquement l'action proportionnelle (actions intégrale et dérivée supprimées) du régulateur en mode automatique.

Régler un gain de régulateur faible ($G_r = 1$ ou moins si besoin).

Régler la consigne W au point de fonctionnement désiré.

Vérifier que la mesure X se stabilise près de la consigne.

En restant toujours autour du point de fonctionnement désiré, le gain du régulateur est augmenté ainsi par palier jusqu'à ce que la boucle entre en oscillation entretenue : c'est le pompage figure (III.12).

Si les composants de la boucle saturent (et en particulier l'actionneur), diminuer le gain du régulateur tant que la boucle reste en oscillation.

Le gain critique du régulateur G_{rc} est le plus petit gain qui permet l'entretien de l'oscillation entretenue.

Relever la période T_{OSC} de l'oscillation de la mesure X ou du signal de commande Y de l'actionneur

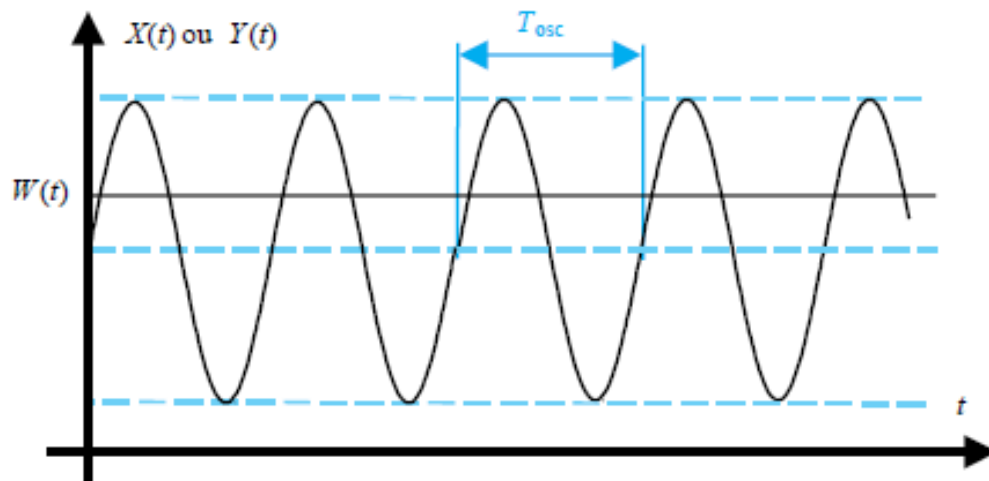


Figure III.12: Courbe obtenue pour $G_r = G_{rc}$

d. Réglages préconisés par ZIEGLER et NICHOLS :

À partir des valeurs de G_{rc} et T_{OSC} , calculer les actions du régulateur PID.

	P	PI Série	PI Parallèle	PID Série	PID Parallèle	PID Mixte
Gr	$\frac{Grc}{2}$	$\frac{Grc}{2,2}$	$\frac{Grc}{2,2}$	$\frac{Grc}{3,4}$	$\frac{Grc}{1,7}$	$\frac{Grc}{1;7}$
Ti	sans	$\frac{Tosc}{1,2}$	$\frac{1,8 \cdot Tosc}{Grc}$	$\frac{Tosc}{4}$	$\frac{0,85 \cdot Tosc}{Grc}$	$\frac{Tosc}{2}$
Td	0	0	0	$\frac{Tosc}{4}$	$\frac{Grc \cdot Tosc}{13,6}$	$\frac{Tosc}{8}$

Tableau1: Réglage préconisé par Ziegler et Nichols

Les valeurs de ces paramètres PID déterminées par la méthode de ZIEGLER et NICHOLS peuvent ne pas convenir au cahier des charges de la régulation envisagée. En effet, ils conduisent à un réglage assez dur, à savoir un premier dépassement prévu d'environ 25 % à 30 % lors d'un changement en échelon de la consigne. Il convient de réduire légèrement le gain du régulateur pour diminuer ce premier dépassement.

IV.1 Méthode de BROIDA :

La méthode de BROIDA consiste en une identification en boucle ouverte d'un procédé auto réglant et d'un réglage PID adapté au modèle $H(p) = G_s \frac{e^{-\tau p}}{1+\theta p}$

a. Identification de BROIDA :

Pour appliquer la méthode d'identification de BROIDA, la réponse obtenue à un incrément de commande doit être en forme de « S » comme celle de la figure III.13

Notation : Y(t) signal de commande et X(t) signal de mesure.

➤ **Relevés expérimentaux :**

Sur la courbe : mesurer ΔX, calculer puis reporter 0,28 *ΔX et 0,40 *ΔX afin de mesurer t1 et t2.

➤ **Détermination du modèle de BROIDA :**

Le procédé est représenté par :

le modèle de Broïda :

$$H(p) = \frac{X(p)}{Y(p)} = G_s \frac{e^{-\tau p}}{1+\theta p}$$

Gain statique :

$$G_S = \Delta X / \Delta Y$$

$$\text{Constante de temps : } \theta = 5,5 \cdot (t_2 - t_1)$$

$$\text{Retard ou Temps mort : } \tau = 2,8 \cdot t_1 - 1,8 \cdot t_2$$

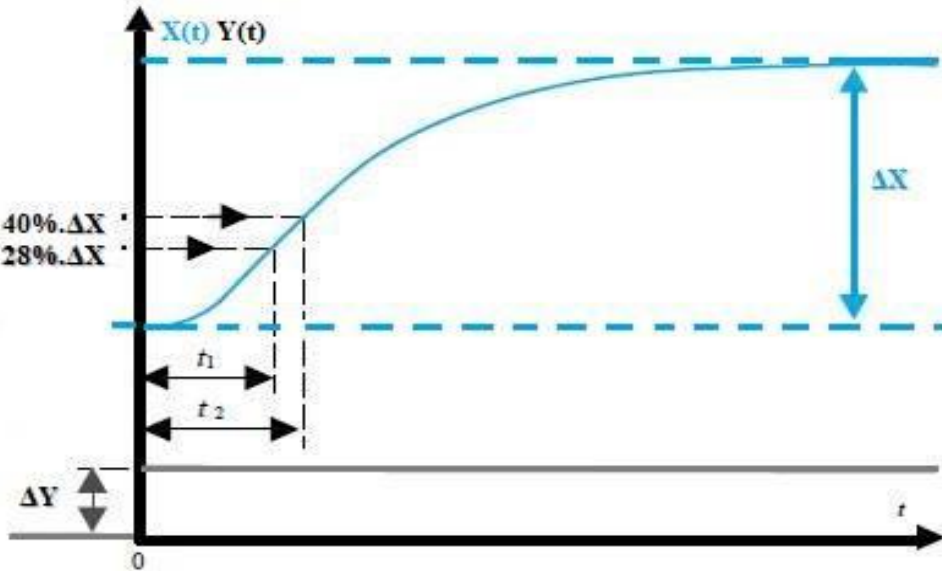


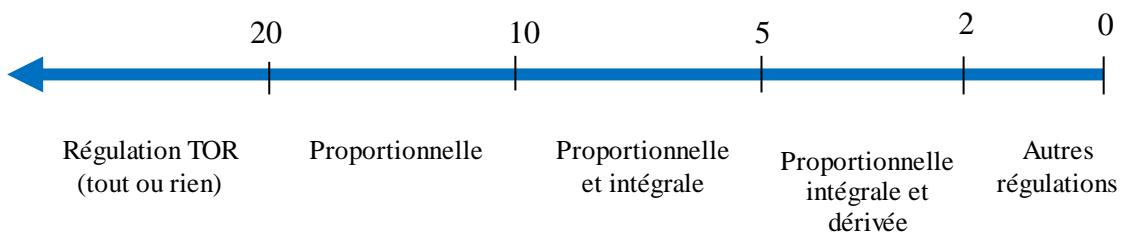
Figure III.13 : Méthode de BROÏDA

b. Réglages préconisés par BROÏDA :

➤ **Choix de la régulation – indice de réglabilité :**

La difficulté de réguler un procédé est d’autant plus grande, pour une constante θ donnée, que le retard τ est grand. Il est donc naturel de mettre en œuvre un régulateur d’autant plus riche en action que le procédé comporte un rapport $\frac{\theta}{\tau}$ petit.

Le graphe suivant guide sur le choix de la régulation en fonction du rapport $\frac{\theta}{\tau}$, correspondant à un indice de réglabilité.



➤ **Réglage du régulateur PID :**

Une fois la régulation choisie, le tableau (III.2) conduit au réglage du régulateur à appliquer selon Broïda. Pour un changement de consigne en échelon, le premier dépassement attendu est de l’ordre de 25 %. Il convient alors d’adapter ces réglages pour obtenir le dépassement autorisé du processus. Le réglage en action proportionnelle (P) laisse un écart statique entre la mesure et la consigne.

	P	PI Série	PI Parallèle	PID Série	PID Parallèle	PID Mixte
Gt	$\frac{0,78 \theta}{G_s \tau}$	$\frac{0,78 \theta}{G_s \tau}$	$\frac{0,78 \theta}{G_s \tau}$	$\frac{0,83 \theta}{G_s \tau}$	$\frac{0,83}{G_s} \left(\frac{\theta}{\tau} + 0,4 \right)$	$\frac{0,83(\theta}{G_s \tau} + 0,4)$
Ti	Sans	θ	$\frac{\tau G_s}{0,78}$	θ	$\frac{\tau G_s}{0,75}$	$\theta + 0,4\tau$
Td	0	0	0	$0,42\tau$	$\frac{0,35\theta}{G_s}$	$\frac{\theta\tau}{\tau + 2,5\theta}$

Tableau III.2 : Réglage du régulateur PID selon Broïda.

V. Description du bloc FB41 :

Le bloc FB 41 « CONT_C » (continuous Controller) sert à réguler des processus industriels à grandeurs d'entrée et de sortie continues sur les automates programmables SIMATIC S7. Le paramétrage nous permet d'activer ou de désactiver des fonctions partielles du régulateur PID et donc d'adapter ce dernier au système régulé.

Pour notre cas, les principaux paramètres dont on aura besoin sont :

EN : Mise sous tension du bloc ;

COMRST : Remise à zéro ;

P_SEL : Sélection de l'action proportionnelle ;

I_SEL : Sélection de l'action intégrale ;

CYCLE : Temps entre 2 appels du bloc ;

SP INT: Valeur souhaitée (consigne);

PV PER : Valeur réelle mesurée, directement raccordée à une entrée analogique

LMN PER: Variable d'ajustement couplée à une sortie analogique.

PV_FAC : Facteur de mesure ;

PV_OFF : Décalage de mesure ;

LMN_PER : Valeur de réglage de périphérie

Le **FB 41** sera utilisé en tant que régulateur continu numérique. Son rôle sera de calculer une valeur d'ajustement y en fonction de l'erreur (différence mesure/consigne) $e=w-x$ selon l'algorithme d'un régulateur PID, et de livrer cette grandeur d'ajustement y sur sa sortie analogique.

Pour cela, il est indispensable de définir les paramètres de régulation suivants :

KP : coefficient de gain proportionnel ;

Ti : temps d'intégration ;

Td : temps de dérivation.

VI. Conclusion :

La station de l'autoclave permet la production du verre feuilleté, la bonne qualité de ce dernier est assurée en respectant les valeurs de pression et de température durant les étapes de transformation du verre et cela par le bon fonctionnement du régulateur utilisé et le bon paramétrage de ce celui-ci.

Chapitre IV

Programmation et supervision

I. Introduction :

Avec l'évolution de la technologie, les exigences attendues de l'automatisation sont très importantes. Elle doit assurer l'augmentation de la productivité, l'amélioration de la qualité et la diminution des coûts de production. En plus de cela elle doit garantir également l'amélioration des conditions de travail, la sécurité et la sûreté de fonctionnement et la suppression des tâches pénibles ou répétitives.

L'évolution des API a conduit à l'apparition de la supervision, qu'est le suivi et le pilotage informatique de procédés de fabrication automatisés, est apparue. Des logiciels de supervision qui présentent à l'opérateur des informations utiles ont été mis au point pour faciliter à ce dernier le suivi du fonctionnement du procédé.

Pour répondre à toutes ces exigences dans l'installation présentée précédemment, la mise en place d'un automate programmable est nécessaire afin d'assurer une bonne gestion de la régulation dans l'autoclave.

II. Définition des automates programmables industriels (API) :

Un automate programmable industriel est un dispositif électronique capable d'assurer la commande d'un processus industriel. Son rôle, dans un système automatisé de production (SAP), est de gérer et d'assurer sa commande. Il se compose de plusieurs parties notamment d'une mémoire programmable dans laquelle l'opérateur écrit dans un langage d'application propre à l'automate des directives concernant le déroulement du processus à automatiser. Donc son rôle consiste à fournir des ordres à la partie opérative en vue d'exécuter un travail précis.

Pour commander, mesurer et contrôler au moyen d'entrées et de sorties (logique, numérique ou analogique) il existe différentes sortes de machines ou de processus dans l'environnement industriel.

La force principale d'un automate programmable industriel API réside dans sa grande capacité de communication avec l'environnement industriel. Outre son unité centrale et son alimentation, il est constitué essentiellement de modules d'entrées/sorties, qui lui servent d'interface de communication avec le processus industriel de conduite.

Il a comme rôles principaux dans un processus :

- D'assurer l'acquisition de l'information fournie par les capteurs ;
- D'en faire le traitement ;
- D'élaborer la commande des actionneurs.

II.1. Présentation générale de l'automate S7-300 :

Le système d'automatisation SIMATIC S7-300 est un automate modulaire de milieu de Gamme SIMATIC, S7 désigne un produit de la société SIEMENS, il est synonyme de la gamme des Automates programmable.

Les automates programmables SIEMENS sont des appareils fabriqués en série conçus indépendamment d'une tâche précise. Tous les éléments logiques, fonctions de mémoire, Temporisations, compteurs etc., nécessaires à l'automatisation sont prévus par le fabricant et Intégrés à l'automate. Ils se distinguent principalement par le nombre des

- Entrées et sorties ;
- Compteurs ;
- Temporisations ;
- Mémentos.

II.2. Caractéristique de l'automate S7-300 :

L'automate S7-300 offre les caractéristiques suivantes :

- Gamme diversifiée de CPU ;
- Gamme complète de modules ;
- Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules ;
- Bus de fond de panier intégré au module ;
- Possibilité de mise en réseau avec MPL, PROFIBUS ou INDUSTRIAL ETHERNET ;
- Raccordement central de la PG avec accès à tous les modules ;
- Liberté de montage aux différents emplacements ;
- La vitesse du travail ;
- Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil configuration matérielle ;
- Programmation libre ;

II.3. Constitution de l'automate S7-300 :

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

- Module d'alimentation (PS) 2A ,5A, 10A.
- Unité centrale (CPU)
- Module de signaux (SM) pour entrées et sorties TOR et analogiques.
- Module d'extension (IM) pour configuration multi rangée du S7-300.
- Module de fonction (FM) pour les fonctions spéciales.
- Processus de communication (CP) pour la connexion au réseau.

La configuration matériel de notre CPU est donnée comme suit :

- Le module d'alimentation : PS 307 5A avec Alimentation externe 120/230 V CA à l'entrée et 24 V CC/5 A à la sortie. Ref : 6ES7 307-1EA00-0AA0.
- La CPU 313 avec :
 - une mémoire de travail RAM 64 Ko.
 - DI24/DO16; AI5/AO2 intégrées.
 - 3 COMPTEURS RAPIDES (30 KHZ),
 - port MPI.
 - configuration multi-rangées jusqu'à 31 modules
 - Langage de programmation : STEP7.
 - Organisation de programme : linéaire, structurée.
 - Temps d'exécution pour : Opération sur bit : 0.1µs. Opération sur mots : 0.2µs.
 - MICRO-CARTE MEMOIRE NECESSAIRE.
- Modules de signaux : en plus des modules intégrés de la CPU 313C, on a rajouté
 - un module d'entrée analogique AI2/12, Ref : 6AG1 331-7KB02-2AB0
 - un module de sortie analogique AO8/12Bit, Ref : 6ES7 332-5HF00-0AB0.
 - un module de sortie digital DO8xAC230V/2A, Ref : 6ES7 322-1FF00-0AA0.

La figure ci dessous représente la configuration matérielle

(0) UR	
1	PS 307 5A
2	CPU 313C
2.2	DI24/DO16
2.3	AI5/AO2
2.4	Comptage
3	
4	AI2x12Bit
5	AO8x12Bit
6	DO8xAC230V/2A
7	
8	
9	
10	
11	

Figure IV.1 configuration matériel

II.4. Langage de programmation step7 :

STEP 7 est le progiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC (S7-300, S7-400 et WinCC). Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC.

Les fonctions suivantes peuvent être utilisées avec STEP 7 pour l'automatisation d'un dispositif :

- La création et la gestion de projets.
- La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication.
- La gestion des mnémoniques.
- La création de programmes.
- Le chargement de programmes dans des systèmes cible.
- Le test de l'installation d'automatisation.
- Le diagnostic lors de perturbations de l'installation.

Il s'exécute sous les systèmes d'exploitation de Microsoft à partir de la version Windows 95. Et s'adapte par conséquent à l'organisation graphique orientée objet qu'offre ces systèmes d'exploitation.

II. 5. Le programme step7 :

Il existe 4 langages de programmation dans le STEP7 :

- langage CONT (LD : Ladder Diagram).
- langage LOG.
- langage LIST (IL : Instruction Liste).
- langage GRAPH (S7-GRAPH).

Nous avons choisi le langage de programmation CONT et nous avons utilisé les blocs suivant :

a. Bloc d'organisation (OB)

Un OB est appelé cycliquement par le système d'exploitation et constitue donc une interface entre le programme utilisateur et le système d'exploitation.

L'OB contient des instructions d'appel de blocs indiquant à l'unité de commande de l'automate l'ordre dans lequel il doit traiter les blocs.

Nous avons utilisé l'OB35 pour la programmation des régulateurs, et dans l'OB1 les différents appels des fonctions.

b. Bloc fonctionnel (FB)

Un bloc fonctionnel contient un programme qui est exécuté dès son appel par un autre bloc de code. Il facilite la programmation de fonction complexe.

Nous avons fait appel au bloc FB41 pour la programmation des régulateurs PID.

c. Fonction (FC)

Les fonctions font partie des opérations que le concepteur programme. Elles ne possèdent pas de mémoires. Les variables temporaires d'une fonction sont sauvegardées dans la pile de données et sont perdues après exécution de la fonction. Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de données. Une fonction contient un programme qui est exécuté lorsqu'elle est appelée par un autre bloc de code.

d. Bloc de données (DB) :

Les DB sont utilisés pour la mise à disposition de l'espace mémoire pour des variables de type données. Tous les FB, FC, OB peuvent lire les données contenues dans un DB global ou écrire des données dans un DB global. Ces données sont conservées dans le bloc de données même lorsqu'on quitte DB.

La vérification du bon fonctionnement du programme élaboré est faite par l'outil de simulation PLCSIM de STEP7 et le RUNTIME de WinCC.

III. Supervision

La supervision industrielle consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé. Le but c'est de disposer en temps réel d'une visualisation de l'état d'évolution des paramètres du processus, ce qui permet à l'opérateur de prendre rapidement des décisions appropriées à ses objectifs telle que la cadence de production, qualité des produits et sécurité des biens et des personnes.

III.1. Définition de la supervision

La supervision est une forme évoluée de dialogue Homme-Machine, elle consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé dont les possibilités vont bien au-delà de celles de fonctions de conduite et surveillance réalisée avec les interfaces.

Les fonctions de la supervision sont nombreuses, on peut citer quelques-unes :

- Elle répond à des besoins nécessitant en général, une puissance de traitement importante.
- Assure la communication entre les équipements d'automatismes et les outils informatiques d'ordonnancement et de gestion de production.
- Coordonne le fonctionnement d'un ensemble de machines enchaînées constituant une ligne de production, en assurant l'exécution d'ordres communs (marche, arrêt,...) et de tâches telles que la synchronisation.
- Assiste l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance.
-

III.2. Avantages de la supervision :

Un système de supervision donne de l'aide à l'opérateur dans la conduite des procédés industriels, son but est de présenter à l'opérateur des résultats expliqués et interprétés et ses avantages principaux sont :

- ✓ Surveiller les procédés industriels à distance.
- ✓ La détection des défauts.
- ✓ Le diagnostic et le traitement des alarmes.

III.3. Architecture d'un réseau de supervision

En vue de la réalisation d'une communication entre un API et un PC, des mécanismes d'échange ont été développés dans ce sens pour assurer l'échange de données entre le PC de supervision et un automate programmable.

Le choix d'un réseau de communication dépend principalement des besoins en terme de couverture géographique, de qualité de données et de nombre d'abonnés.

Le PC de supervision n'échange pas directement les données avec les capteurs ou les actionneurs du procédé à superviser, mais à travers l'API qui gère l'ensemble du processus.

Un réseau de supervision est souvent constitué de :

- ❖ Un PC utilisé comme poste opérateur, permet l'acquisition des données, l'affichage des synoptiques et la conduite de l'unité.
- ❖ Un PC comme poste ingénieur, dédié à l'administration du système et au paramétrage de l'application.
- ❖ Un réseau d'acquisition de type MPI, reliant les postes opérateur de l'automate.

III.4. Le rôle de la supervision :

III.4.1. Les modules fonctionnels d'un système de supervision :

En général, un système de supervision se compose d'un logiciel auquel se rattachent des données provenant des équipements (automates, ... etc.).

Le logiciel de supervision assure l'affichage, le traitement des données et la communication avec d'autres applications. Les modules fonctionnels principaux d'un système de supervision sont :

- Editeur graphique.
- Historique des données.
- Archivages et restitution des données pour les analyser et pour raisons de maintenances
- Gestion des alarmes et des événements.
- Acquisition des données venantes du procédé par l'intermédiaire d'une unité de commande (automate programmable).
- Rapport de suivi de production.

III.4.2. Traitement des données :

A. Représentation graphique des données :

Sous forme de courbes de conduite ou d'historiques présentés à l'écran, avec des facilités diverses (loupe, fenêtre...).

B. Traitement des alarmes et des défauts :

L'opérateur doit à chaque fois acquitter un défaut apparu, afin d'assurer une meilleure gestion de l'historique des alarmes.

C. Zone de communication :

Une zone de communication permet d'accéder à une plage d'adresse définie dans l'automate, afin d'assurer un échange de données avec le pupitre de commande.

D. Zone d'affichage :

C'est la représentation graphique du processus où on peut afficher le déroulement du processus en indiquant l'état des équipements (surveiller le fonctionnement des régulateurs).

IV. Présentation du logiciel de supervision WinCC FLEXIBLE :

WinCC (**Windows Control Center**) flexible est un système IHM (**Interface- Homme-Machine**) très performant développé par SIEMENS. C'est un outil flexible qui s'intègre parfaitement dans les solutions d'automatisation et de techniques de l'information et qui est destiné à la configuration des systèmes de supervision.

WinCC flexible permet la saisie, l'affichage et l'archivage des données tout en facilitant les tâches de conduite et de surveillance aux exploitants. Il est compatible avec Windows et comporte des objets graphiques prédéfinis tels que : Affichage numérique, bibliothèque complète de symboles IHM, affichage de texte et courbes, champs d'édition de valeurs du processus,...etc.

IV.1. Communication entre le PC de supervision et l'automate :

La communication entre le PC de supervision et la machine ou le processus est réalisée par l'intermédiaire de l'automate, au moyen de « variables ». La valeur d'une variable est écrite dans une zone mémoire (adresse) de l'automate où est lue par le PC de supervision.

La structure générale est illustrée dans la figure suivante :

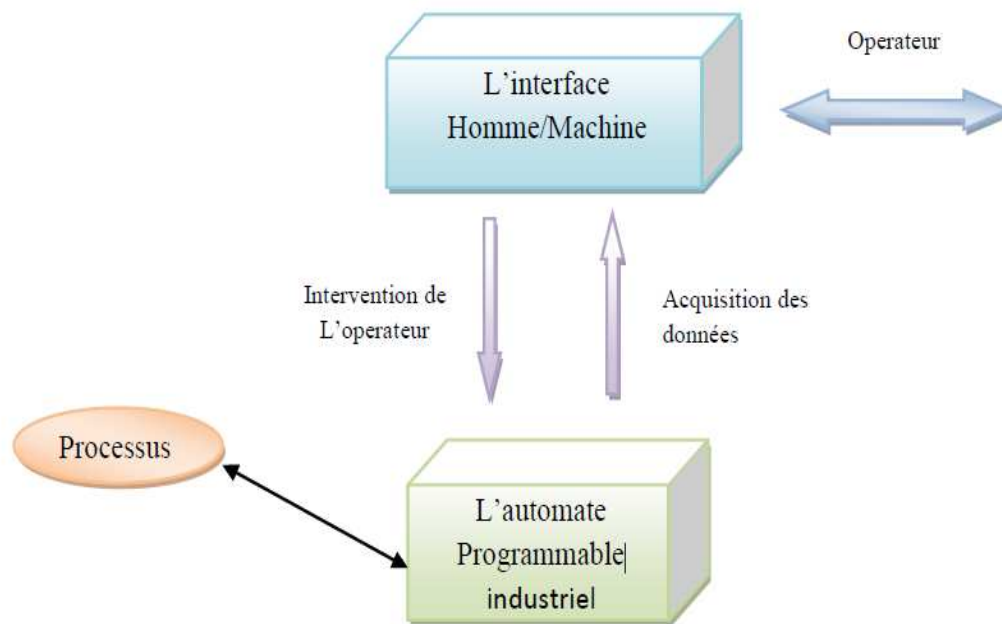


Figure IV.2 : Structure générale de communication entre le PC de supervision et l'automate .

IV .2 Développement d'un système de supervision sous WinCC :

IV.1.2 Réalisation des vues de supervision de la régulation dans l'autoclave :

On a développé 4 vues pour cette station :

- Vues d'accueil.
- Vue de la station (pupitre utilisateur).
- Vue des courbes
- Vue des alarmes.

❖ vue d'accueil

Cette première vue permet d'accéder au pupitre utilisateur.



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

Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou

Faculté de Génie Electrique et d'Informatique

Département Automatique

Thème

Automatisation de L'AUTOCLAVE AAV612 de l'unité verre feuilleté de MFG par S7-300

Proposé par :	Dirégé par :	realisé par :
Mr Y. OUSSAR	Mr M.A.TOUAT	Mlle. ABIB Roza Mlle. AMIAR Naima

ACCEDER AU PUPITRE

Figure IV.3. Vue d'accueil.

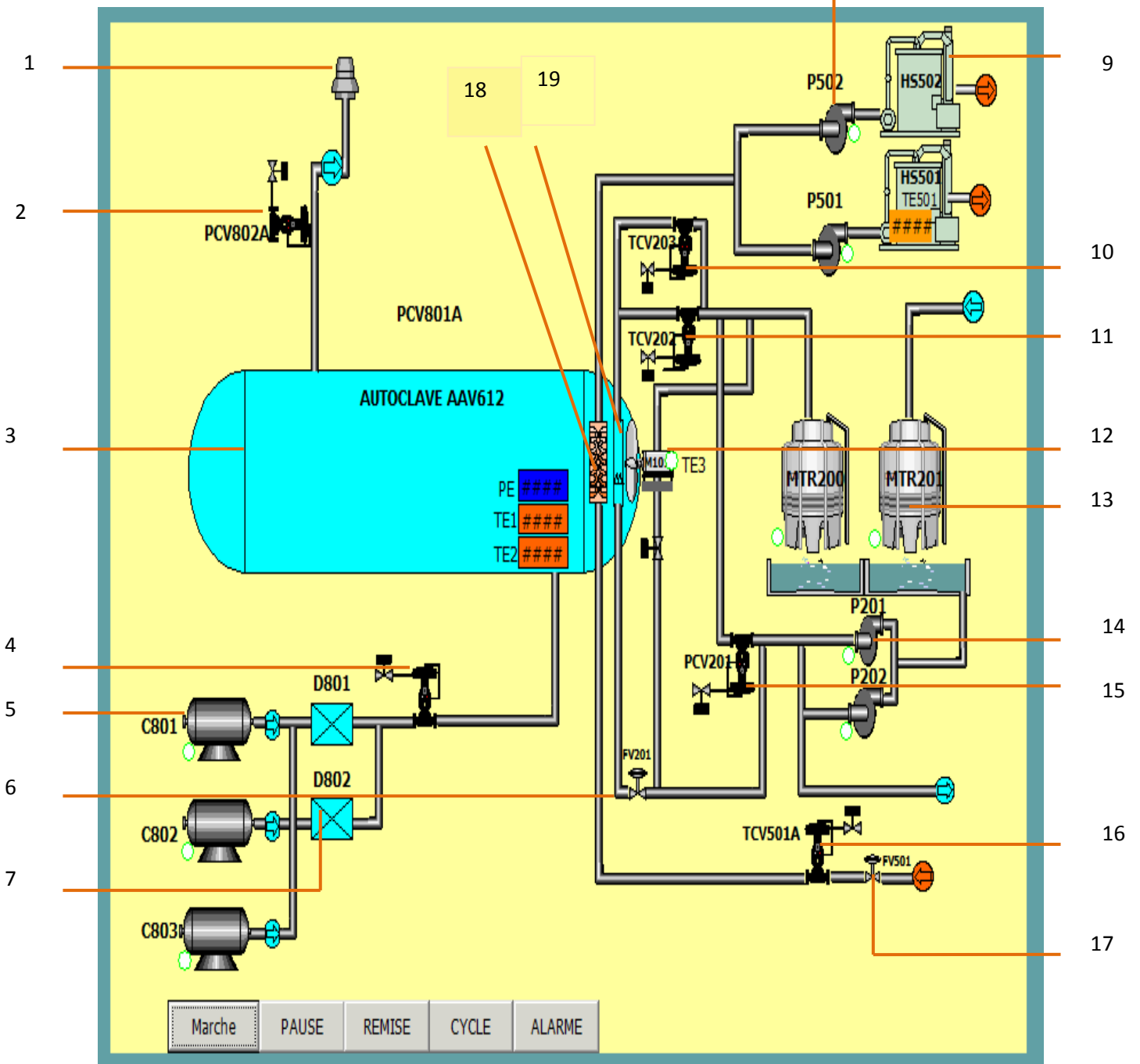


Figure IV.4. Constituants du pupitre utilisateur.

1 : Echappement.	Pt 100
2 : Vanne modulante de dépressurisation.	PCV802
3 : Autoclave.	AAV612
4 : Vanne modulante de pression.	PCV 801
5 : Compresseurs	C801 C802 C803
6 : Vanne TOR d'écoulement d'eau.	FV201
7 : Sécheur.	D801 D802
8 : Pompes à huile.	P501 P502
9 : Chaudière.	HS501 HS502
10 : Vanne modulante de refroidissement primaire.	TCV203
11 : Vanne modulante de refroidissement secondaire.	TCV202
12 : Ventilateur.	U101
13 : Tour de refroidissement.	TR200 TR201
14 : Pompe à eau.	P201 P202
15 : Vanne by-pass.	PCV201
16 : Vanne modulante de chauffage.	TCV501
17 : Vanne TOR d'écoulement d'huile.	FV501
18 : batterie de chauffage.	HE500A
19 : batterie de refroidissement.	HE200A

Tableau1 : constituant du pupitre opérateur.

Depuis cette vue on peut mettre en marche le démarrage du cycle avec le bouton MARCHE, l'arrêter avec le bouton PAUSE (le cycle s'arrête et peut être repris là où il s'est arrêté si on le remet sur MARCHE), mettre à zéro le cycle et le reprendre grâce au bouton REMISE.

On peut aussi visualiser les différentes étapes en temps réelle en appuyant sur le bouton cycle, et visualiser les alarmes en cliquant sur le bouton ALARME qui indique la présence d'une alarme en clignotant.

Les courbes de fonctionnement de chaque cycle peuvent être visualisées en cliquant sur la vanne associée.

V. Simulation

1. Le cycle

a. Avant de mettre en marche le cycle s'assurer que toutes les conditions initiales sont vérifiées.

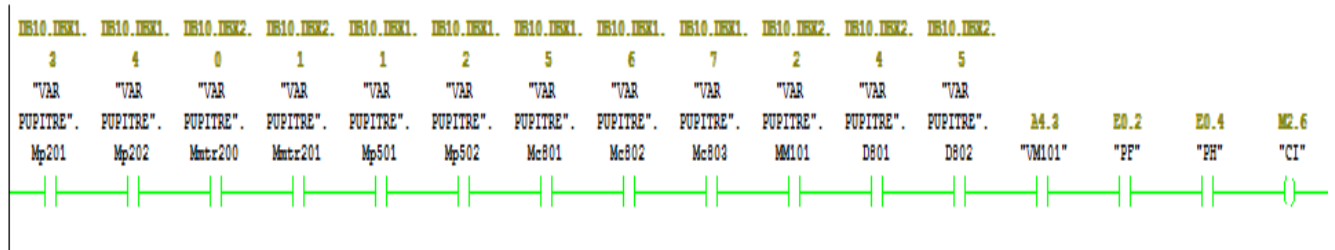


Figure IV.5. Vérification des conditions initiales.

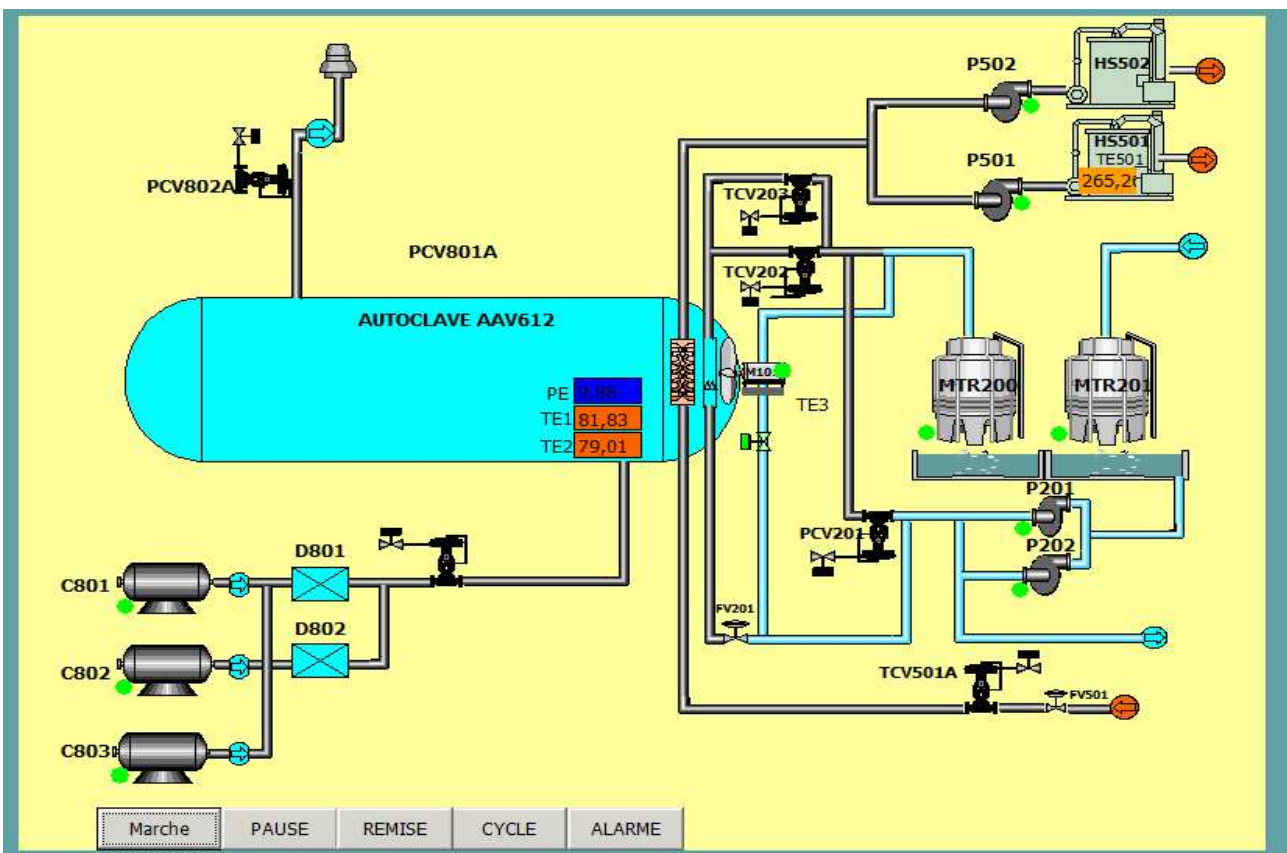


Figure IV.6. Cycle prêt pour le démarrage

b. Mettre en marche le cycle en appuyant sur le bouton MARCHE, ce qui va activer le démarrage des vannes PCV201 (étape 1^e), FV501, TCV501 (étape2), et PCV801 (étape 11).

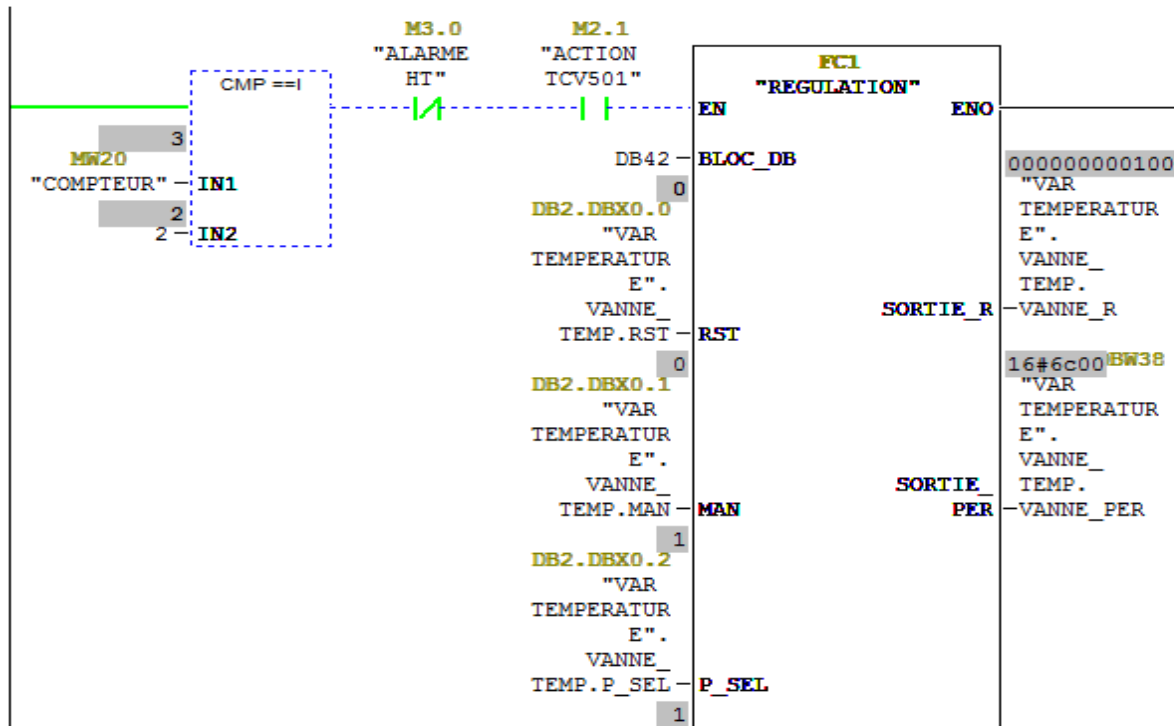


Figure IV.7. Régulateur TIC 101AH.

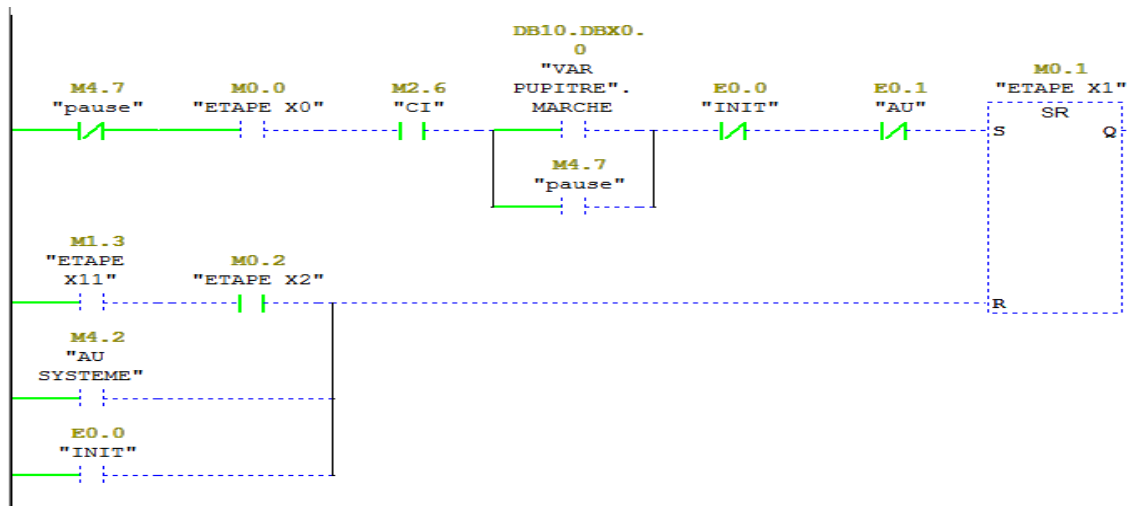


Figure IV.9. Activation de l'étape 1^e

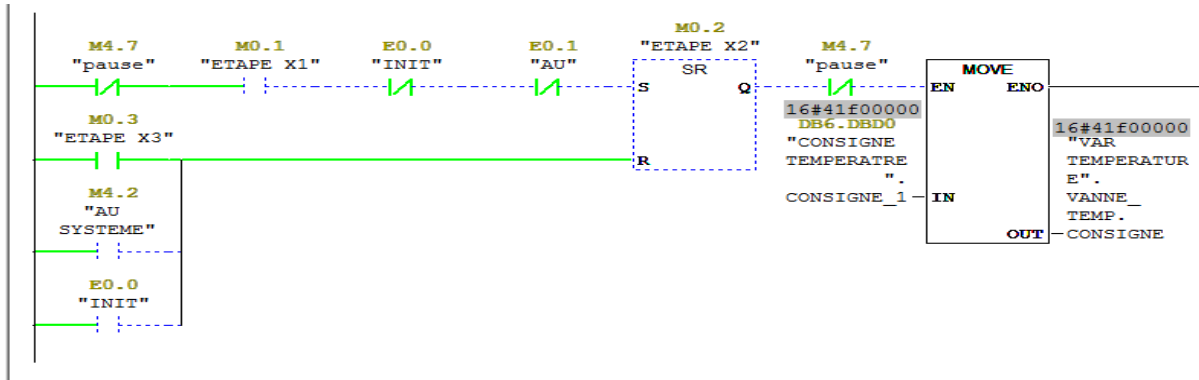


Figure IV.9. Activation de la vanne de chauffage

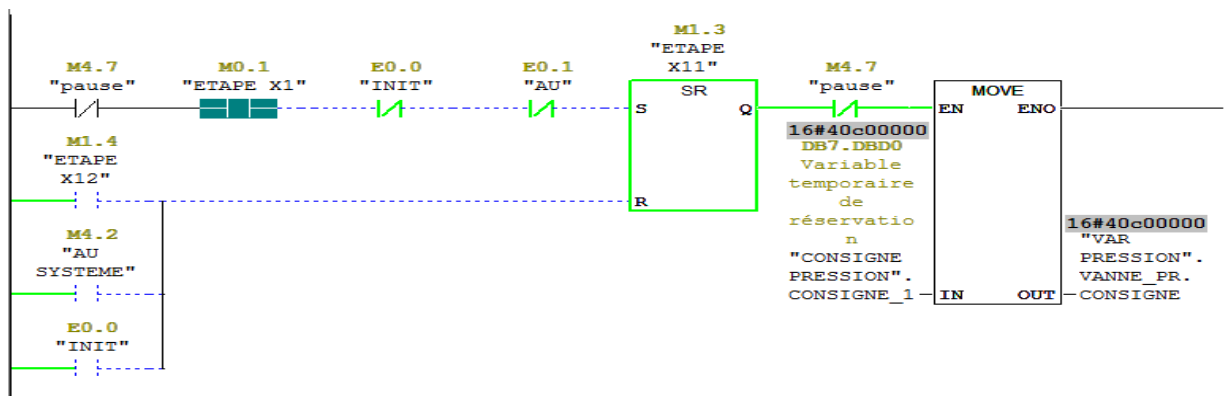


Figure IV.10. Activation de la vanne de pression

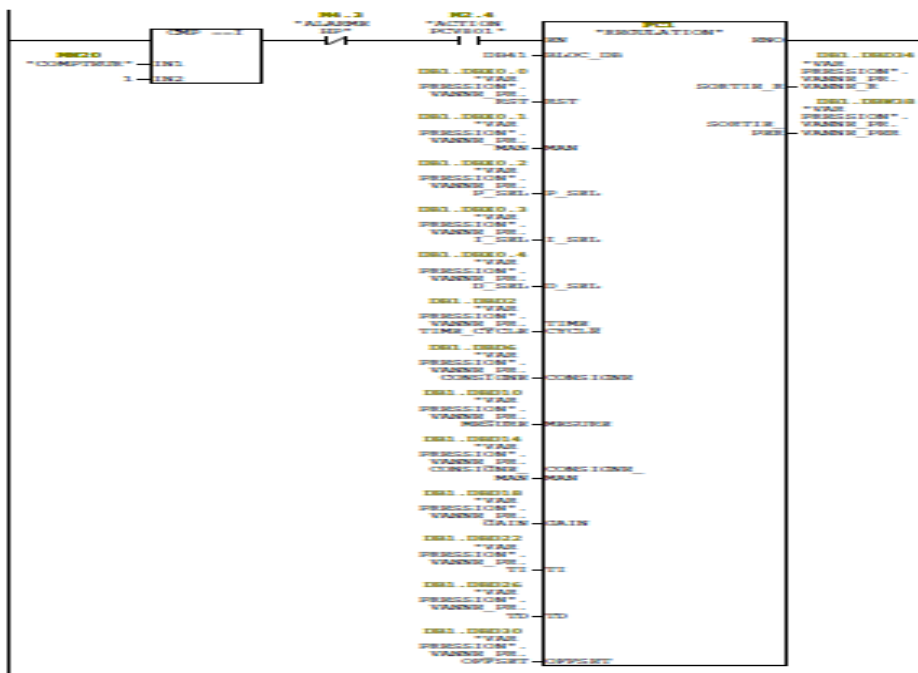


Figure IV.11. Régulateur PIC 101AP

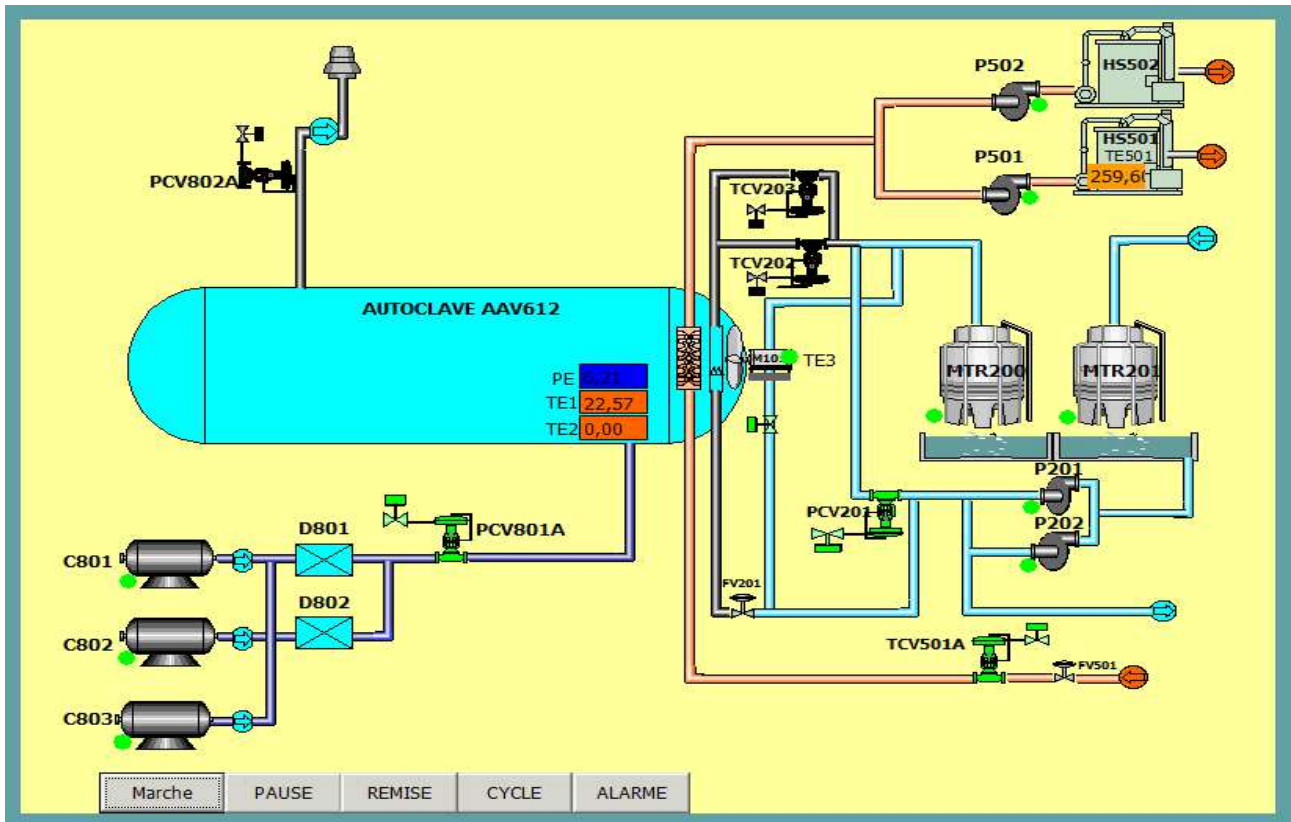


Figure IV.12. Démarrage du cycle.

C. Une fois La dernière consigne de chauffage atteinte (140°C) et la temporisation (T3) terminée la vanne TCV501 se ferme (étape 5), le cycle refroidissement commence avec l'ouverture de la vanne FV201 et TCV203.

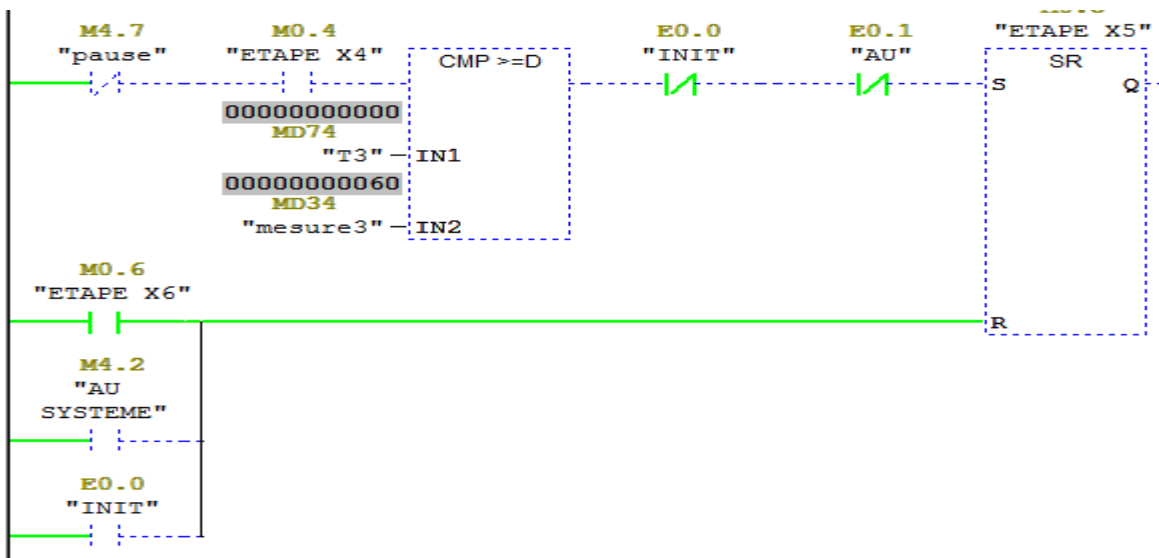


Figure IV.13. Fermeture de la vanne de chauffage

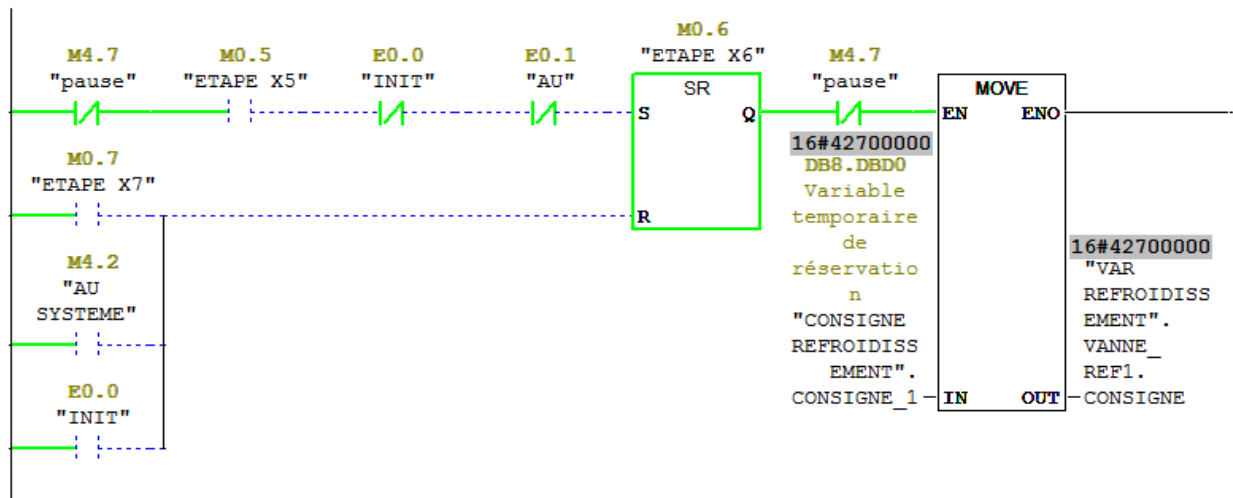


Figure IV.14. Ouverture de la vanne de refroidissement primaire

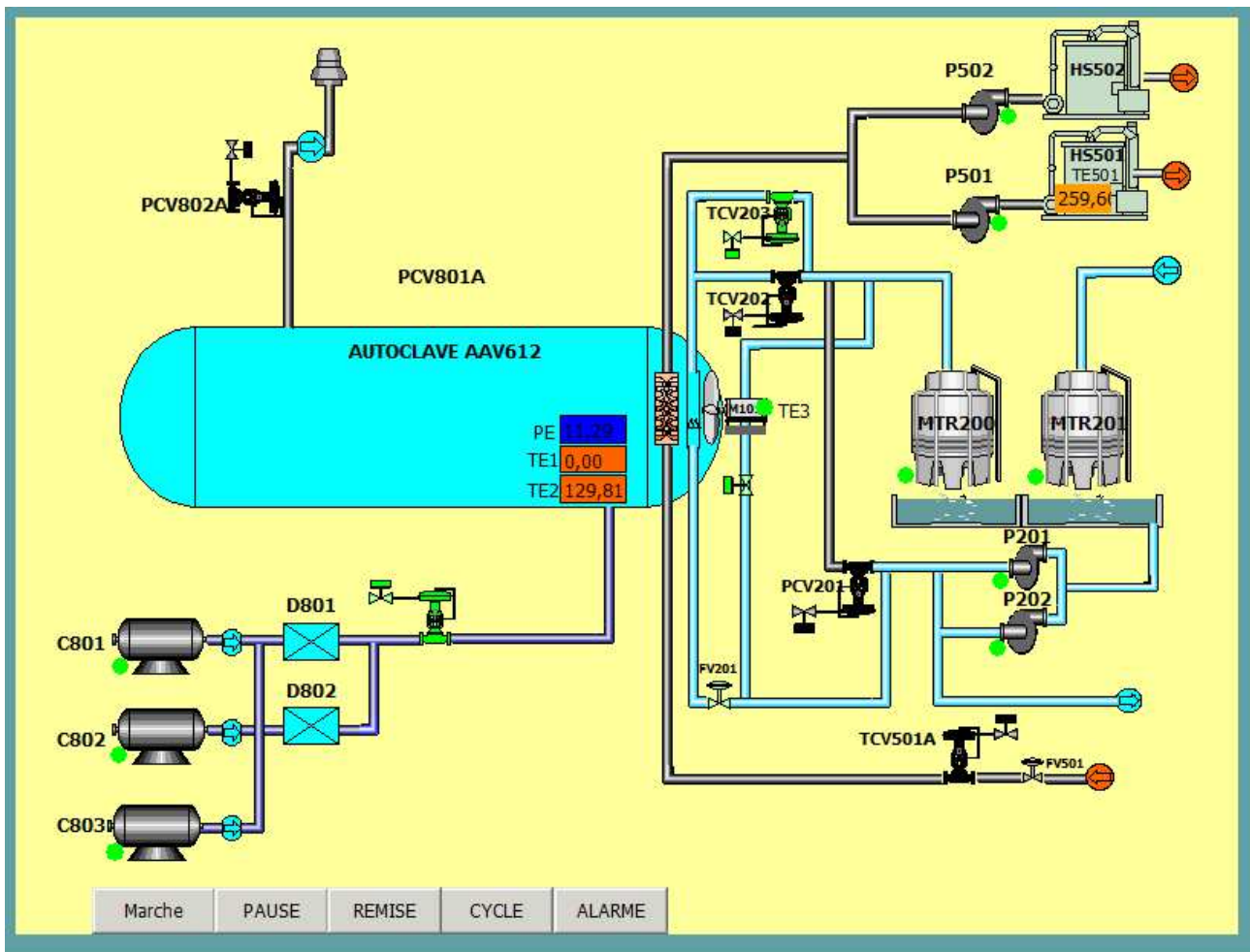


Figure IV.15. Refroidissement primaire

Une fois la consigne de refroidissement atteinte (100°C), la vanne TCV203 se ferme et la vanne TCV202 s'ouvre.

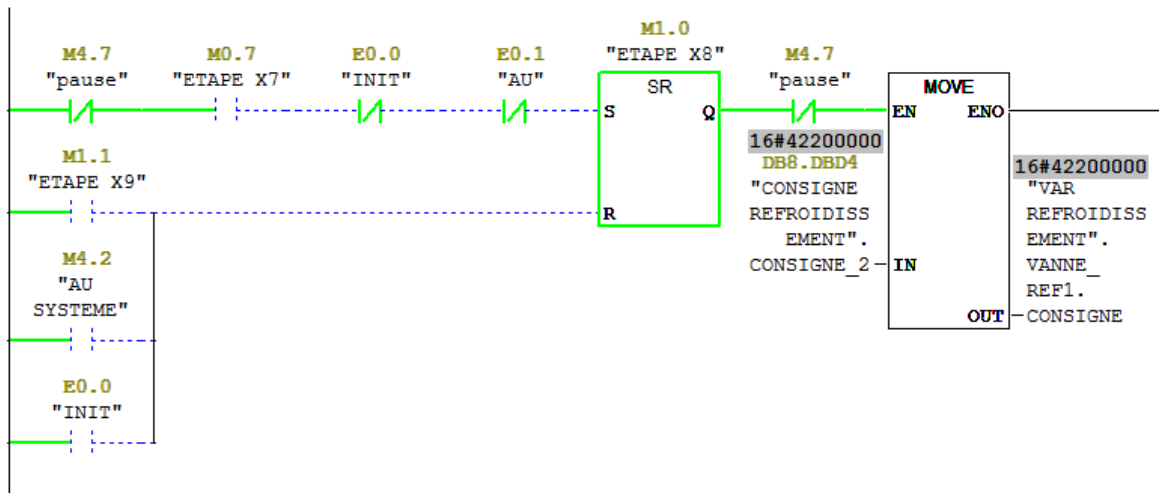


Figure IV.16. Etape refroidissement secondaire

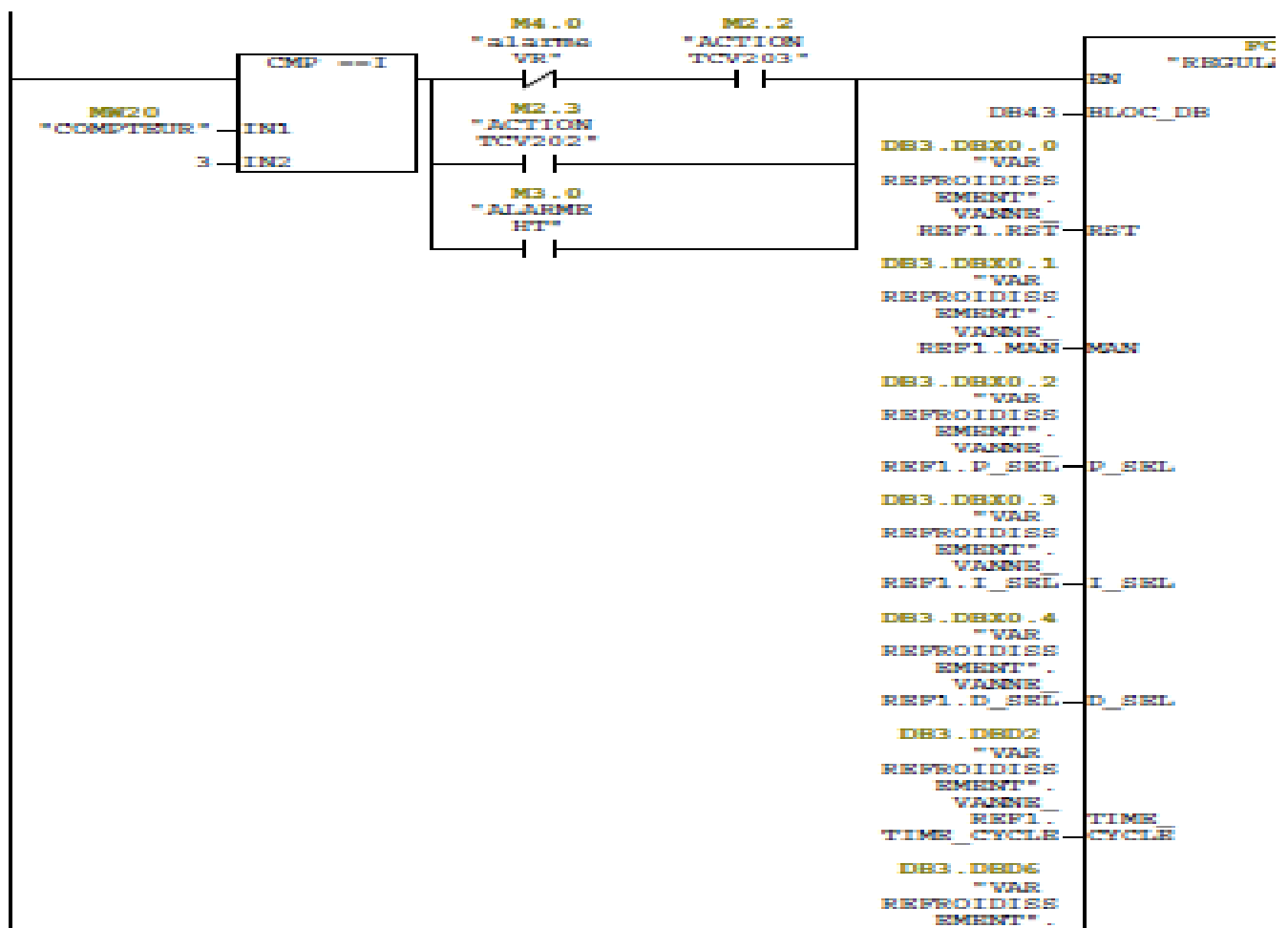


Figure IV.17. Régulateur TIC 101AC.

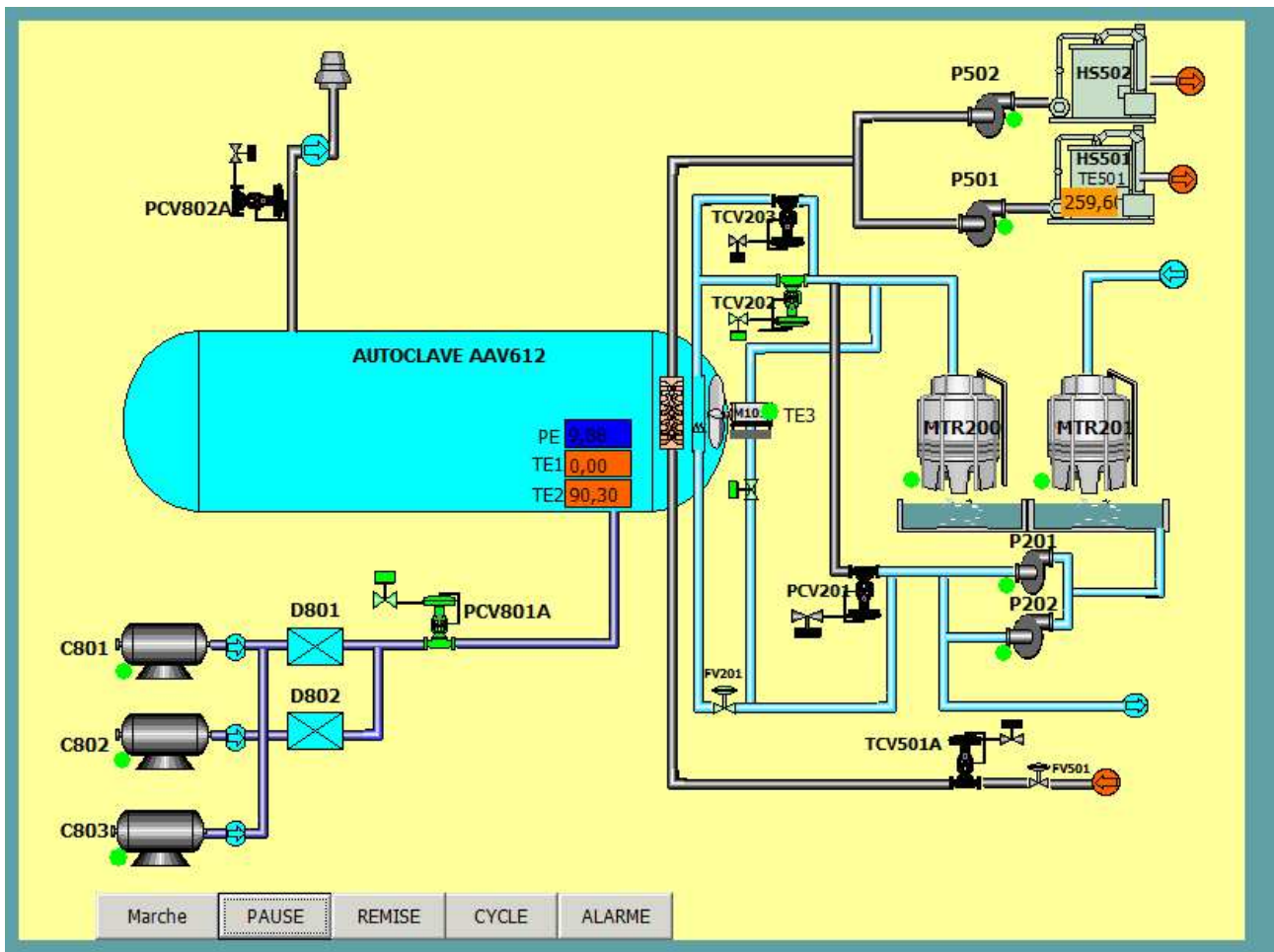


Figure IV.18. Refroidissement secondaire

d. Une fois la consigne de refroidissement secondaire atteinte (40°C), les vannes TCV202, FV201 et PCV801 fermées, le cycle dépression commence avec l'ouverture de la vanne PCV802 (étape 15).

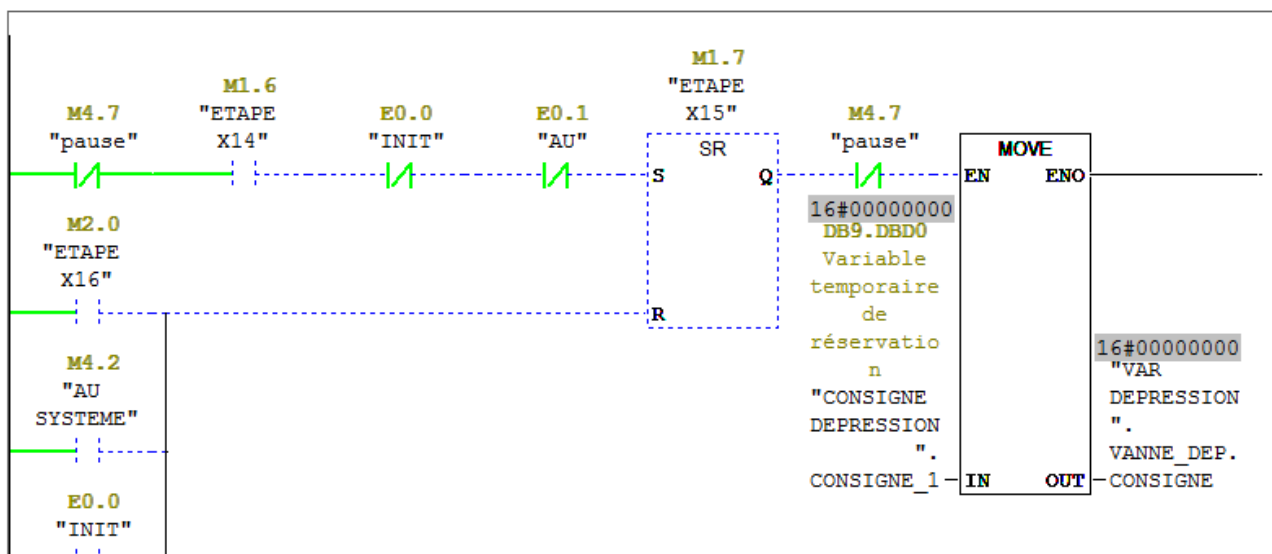


Figure IV.19. Etape dépression

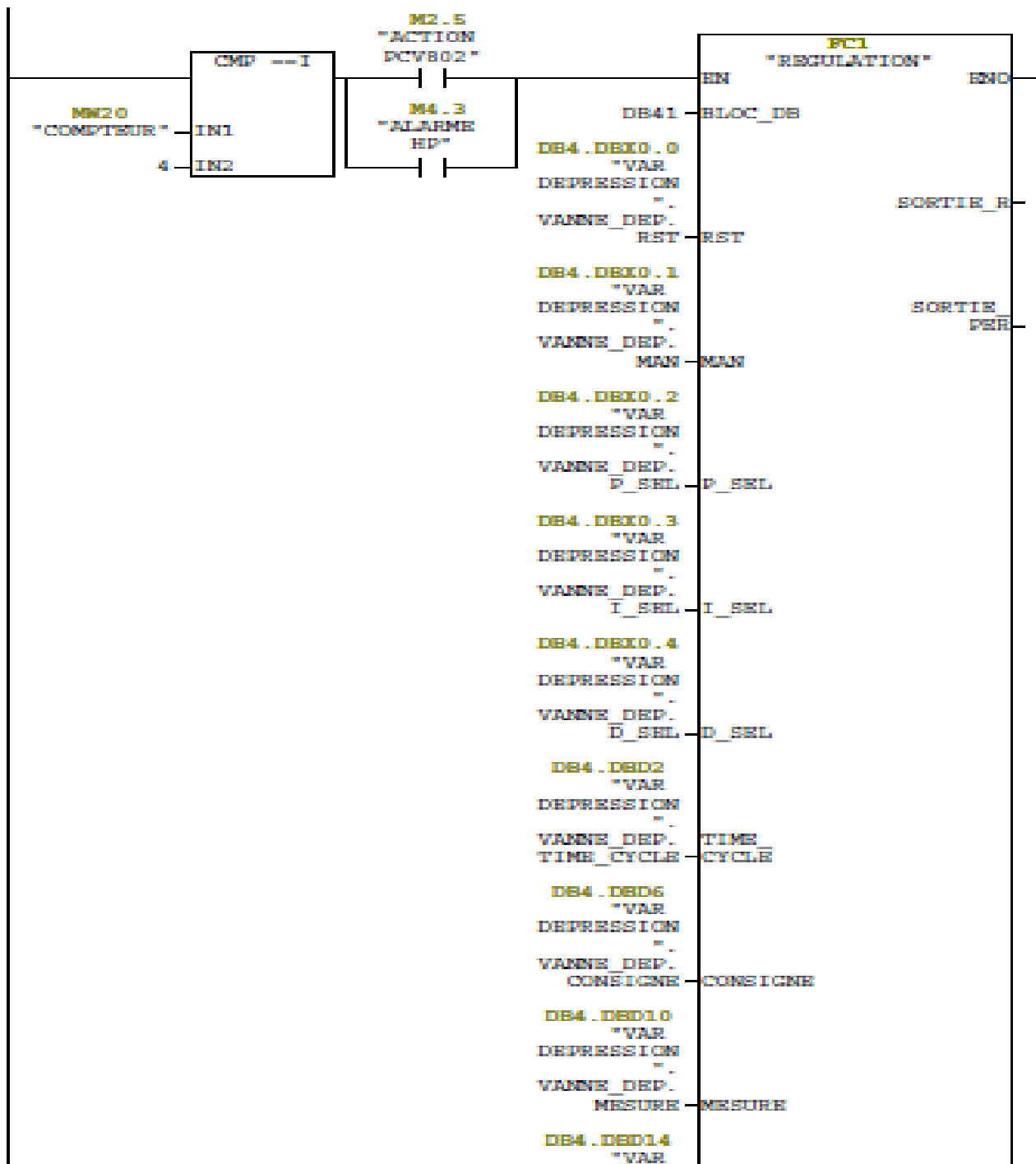


Figure IV.20. Régulateur PIC 101AD.

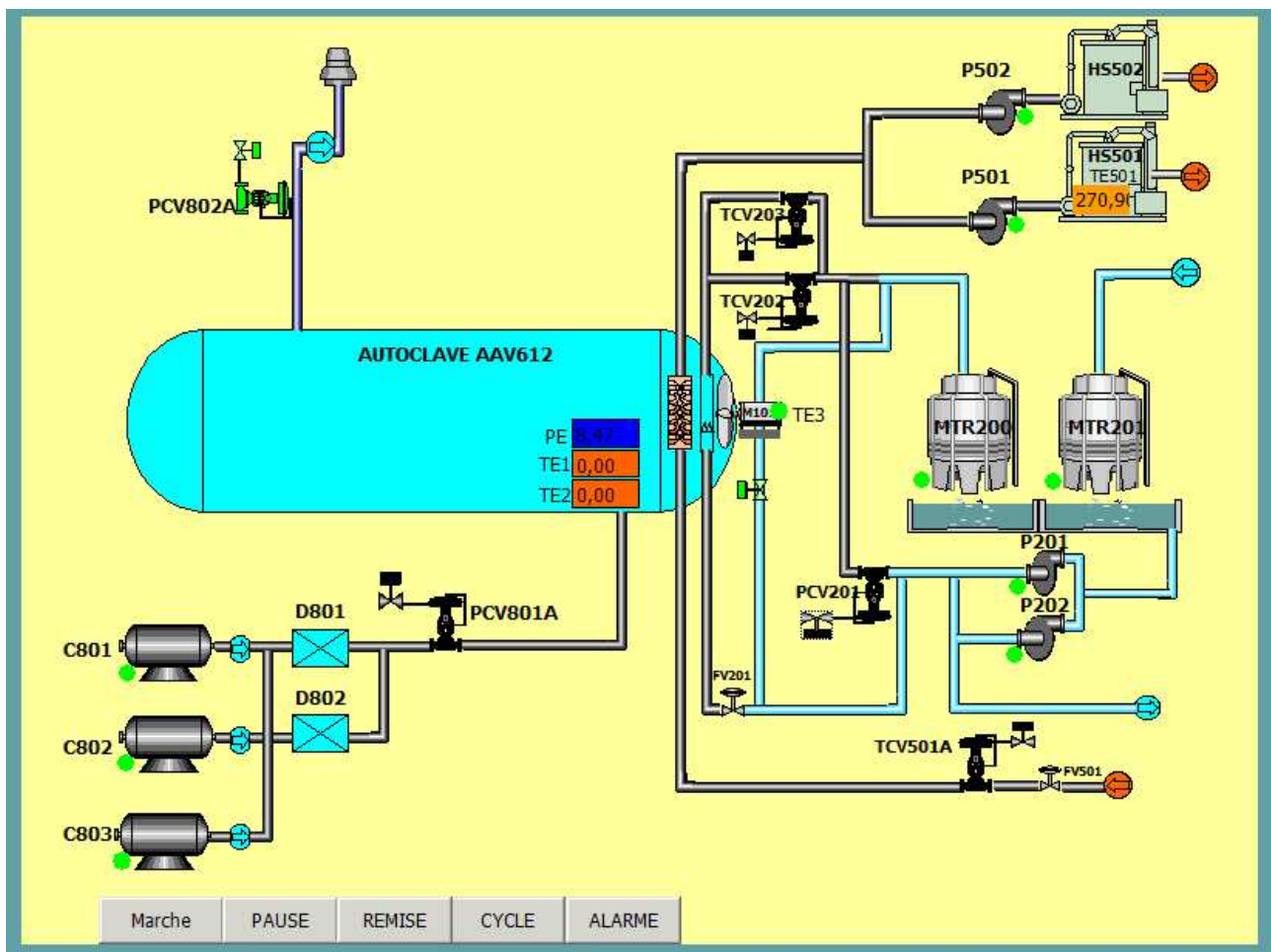


Figure IV.21. Cycle dépression

2. Les alarmes

Afin de protéger l'équipement et les opérateurs, et assurer un bon fonctionnement de l'autoclave on a programmé quatre alarmes :

- Alarme HT : indique une température très haute pour l'autoclave ($T > 145^{\circ}\text{C}$), une fois déclenchée la vanne TCV501 se ferme et les vannes FV201 et TCV 202 s'ouvrent (figure IV.19).
- Alarme HP : indique une pression très haute dans l'autoclave ($P > 14.5\text{bar}$), une fois déclenchée, la vanne PCV802 s'ouvre.
- Alarme VR : indique la température au-delà de laquelle la vanne 203 reste ouverte (si $T > 100^{\circ}\text{C}$), une fois déclenchée TCV203 se ferme et TCV202 s'ouvre.
- Alarme TE501 : indique une haute température de l'huile si $T > 280^{\circ}\text{C}$.
- Alarme TEM : indique la surchauffe du moteur M101. Une fois déclenché l'arrêt du système est activé.

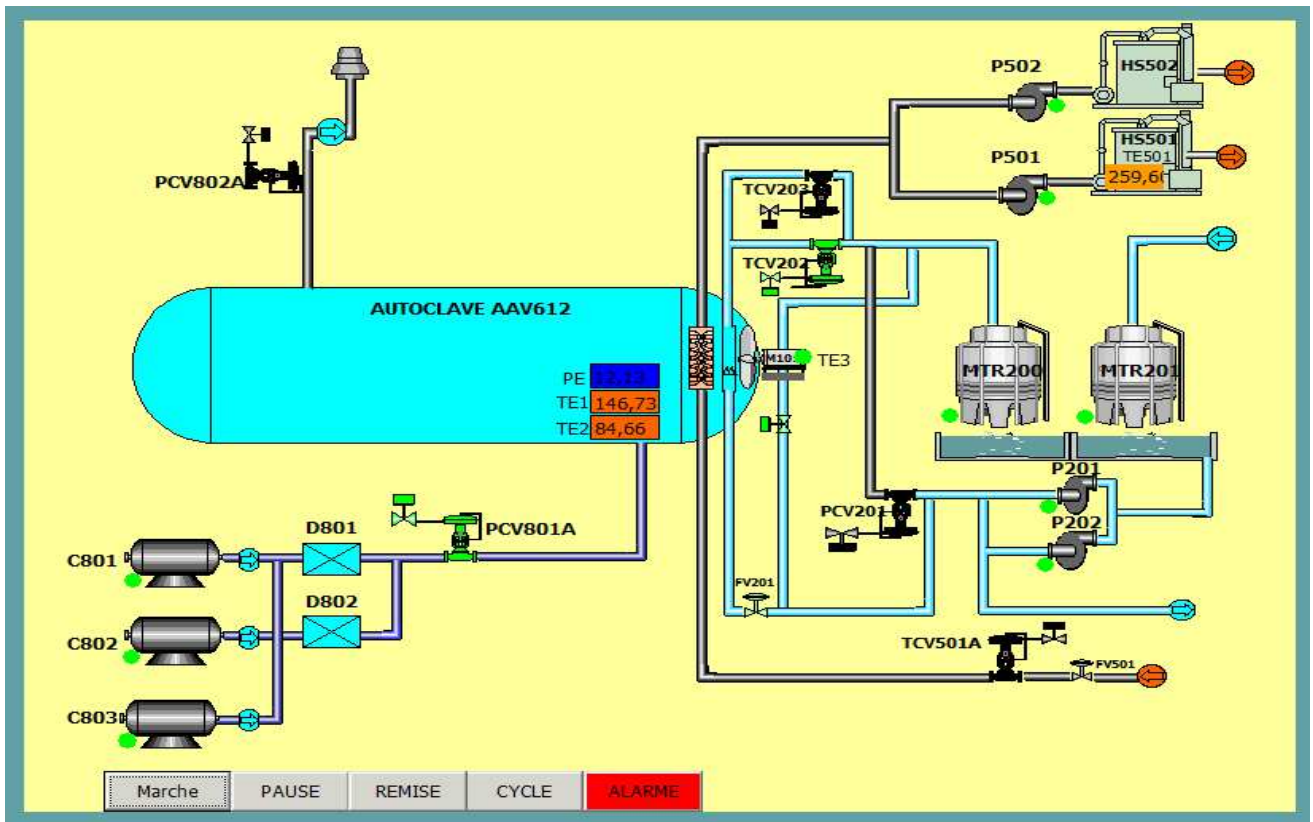


Figure IV.22. Alarme haute température

N°	Heure	Date	Etat	Texte	GR
1	12:36:31	22/09/2014	A	HAUTE TEMPERATURE DANS L'AUTOCLAVE	0

station

ARRETER ALARME

Figure IV.23. Affichage de l'alarme HT.

V. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons donné la définition d'un automate programmable industriel et défini le S7 300 et ses éléments, automate utilisé dans notre projet.

Après configuration de notre CPU, nous avons présenté le logiciel de programmation STEP 7 de SIMATIC avec lequel on a programmé notre processus.

En fin nous avons défini la supervision et nous avons conçu avec le logiciel WinCC flexible l'écran de supervision qui nous a permis la configuration des variables et l'affichage des vues, nous avons utilisé tous les effets d'animations qui seront nécessaires pour bien apporter l'état réel de l'installation à l'opérateur avec plus d'informations à partir des messages configurés et l'attribution de couleurs différentes pour les différents états des objets.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le travail que nous avons effectué s'inscrit dans le cadre de notre projet de fin d'études. Avec l'appui du stage pratique à l'entreprise MFG, ce travail nous a permis de découvrir la réalité de l'activité d'un complexe industriel, de mettre en pratique nos connaissances théoriques et de nous familiariser avec les automates programmables industriels.

Nous avons commencé par une étude structurelle et fonctionnelle de l'installation pour l'acquisition de données du problème. L'étude de la gestion des cycles de régulation dans l'autoclave nous a conduit à décrire et modéliser le processus avec un organigramme de fonctionnement, ce dernier nous a permis de proposer un programme qui gère l'enchaînement et la régulation des cycles de travail de l'autoclave.

Le langage de programmation que nous avons utilisé, le STEP 7, permettra de communiquer simplement avec l'appareil, pour lui spécifier les traitements exigés par le cahier des charges.

A la fin nous avons terminé notre projet par l'introduction d'un système de supervision pour garantir l'interface Homme-Machine et assurer le contrôle et la surveillance de l'installation.

Par faute de pouvoir simuler notre travail sur la station, nous n'avons pas pu enrichir mieux ce travail en faisant une identification des paramètres PID des régulateurs.

En fin, tout travail n'est pas forcément sensé être réalisé mais plutôt être utile. Pour cela nous espérons que notre projet sera d'un grand apport pour les promotions avenir.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] J.M Bileux, J.L. Fanchon, « Automatismes industriels », NATHAN, 1996, 128p.
- [2] OUAHID Belkacem, « les bus et les réseaux de terrain en automatisme industriel », 2002, 58p.
- [3] Documentation technique de la station AUTOCLAVE AAV612 de MFG, 47p.
- [5] DINDELEUX D, le carnet du régulateur : Mesure et Régulation, Valence, 1984.
- [6] Patrick Provost, « Instrumentation et régulation », fiche 26-27, DUNOD, 156p.
- [7] G. Michel. « Les API : architecture et application des automates programmables industriels », 1988.
- [8] Pierre BONNET, « introduction à la supervision », 2010.