

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 PROFESSIONNEL**
Spécialité : **Automatique et informatique
industrielle**

Présenté par
BOUSSADA Samir
BAKIR Kamel

Mémoire dirigé par **M.TOUAT .M.A** et co-dirigé par **M. HASSAIME.A**

Thème

**Automatisation et supervision d'un
processus de pasteurisation du lait**

Mémoire soutenu publiquement le 26 juin 2014 devant le jury composé de :

M. CHARIF.M

M. TOUAT .M.A

M^{me} BOUDJEMAA.F

M. HAMACHE.A

Remerciements

Nous remercions, avant toute chose, dieu pour ces bien faits, pour sa miséricorde et pour nous avoir permis d'acquérir ce savoir et d'enrichir nos connaissances.

Nous tenons par la presente a adresser nos remerciements les plus sincères a toute personnes ayant pris part de près ou de loin a notre formation, a tout ceux qui nous ont un jour donné un conseil, qui nous ont guides sur la voie du savoir et a tout ceux qui nous ont érudit. Particulièrement Mr Touat. M. A et Mr, A. Hassain, respectivement en qualité de promoteur et d'encadreur, pour les conseils avises qu'ils ont su nous donner, le temps qu'ils nous ont accordé, leurs disponibilité sans faille et leur amour du travail bien fait.

Nous tenons aussi a remercier les jures ici présents d'avoir accepté de jauger notre travail et de lui accorder l'attention nécessaire.

Dédicaces

Je remercie rends grâce à dieu pour ces bien faits, ça miséricorde et sans qui rien ne serait possible.

Je tiens, en premier lieu, à dédier ce travail à l'intégralité de ma famille que je chéris que dieu vous garde et vous bénisse. Je dédie ce travail et remercie particulièrement mon chère père, ma chère mère et mon adorable sœur qui ont toujours su m'encourager, me motiver, me pousser à m'améliorer.

Je tiens aussi à dédier ce travail à mon ami et binôme, à tous mes amis, J.B, F.D en particulier.

A vous qui rythmez mon quotidien et à toute la promotion d'automatique 2014.

B.kamel

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

Aux êtres les plus chers au monde, mes parents pour leur soutien et leur encouragement tout au long de mon cursus scolaire,

A ma grande sœur qui veille sur moi.

A ma femme et ma petite fille LINA qui ont toujours su me donner la force et le courage de mener ce projet à terme.

A mes grands parents et à toute ma famille

A mes deux meilleurs amis de l'enfance

BILKACEM et MASSI

Mon ouvrier MARZAK

A mon binôme Kamel qui a partagé plusieurs aventures avec moi tout au long de cette année

A tous mes amis de la promotion master professionnels 2014.

Introduction générale	04
Chapitre I : Généralités sur l'automatisme industriel	
1. Introduction.....	05
2. Description d'un système automatisé de production (SAP) :.....	05
2.1. Définition.....	05
2.2. Structure d'un système automatisé de production.....	05
2.3. La partie opérative.....	05
2.4. La partie commande.....	06
2.5. La partie dialogue	06
2.6. Objectif de l'automatisation d'un système de production	07
3. Réseau d'automate.....	07
3.1. Définition	07
3.2. Bus de terrain	07
3.3. Les protocoles de communication	07
4. Type de commande des (SAP)	08
4.1. Commande centralisée	08
4.2. Commande décentralisée	08
5. Conclusion.....	09
Chapitre II : présentation de la station de pasteurisation	
1. Introduction.....	10
2. Présentation de la station	10
3. Equipements de la station	11
3.1. Bac de stockage du lait	11
3.2. Pompe centrifuge	11
3.3. Homogénéisateur	12
3.4. Echangeur-thermique	13
3.5. chambreur	14
3.6. vanne.....	14
3.7. capteur de température (pt100).....	15
3.8. Capteur de niveau	16
3.9. Indicateur de pression	16
3.10. Purgeur d'air	17
3.11. Conductivimètre.....	17
4. Le cahier de charge	18
4.1. Le schéma de l'installation (actuelle)	18
4.2. Fonctionnement de la pasteurisation.....	19

4.3.	Fonctionnement de la C.I.P.....	19
4.4.	Présentation des tâches a accomplir	20
4.5.	Position du problème.....	20
4.6.	Solution proposées	20
4.7.	Matériel requis pour l'automatisation de l'installation	21
5.	Conclusion.....	22
Chapitre III : programmation en logique câblée		
1.	Introduction.....	23
2.	La logique câblée.....	23
3.	Descriptifs des parties du circuit.....	23
3.1.	Composants de l'armoire électrique.....	23
3.1.1.	Contacteur / relais.....	23
3.1.2.	Transformateur.....	24
3.1.3.	Sectionneur.....	24
3.1.4.	Disjoncteur	25
3.2.	Schéma de commande et de puissance de la station en logique câblée.....	26
3.2.1.	Alimentation de l'installation.....	25
3.2.2.	Démarrage des moteurs.....	27
3.2.3.	Commande des moteurs.....	28
3.2.4.	Commande des vannes tout ou rien.....	29
3.2.5.	Le régulateur et les afficheurs.....	30
4.	Conclusion.....	31
Chapitre IV : modélisation et programmation		
1.	Introduction.....	32
2.	GRAFCET	32
2.1.	Introduction au GRAFCET.....	32
2.2.	GRAFCET niveau 1.....	32
2.3.	Règles du GRAFCET.....	32
2.4.	Table des acronymes.....	37
2.5.	GRAFCET de fonctionnement de la station de pasteurisation de lait.....	38
3.	Logique programmée	42
3.1.	Schéma de commande électrique.....	42
3.1.1.	Activation des vannes 2 et 3 voies.....	42
3.1.2.	Démarrage des pompes.....	43
3.1.3.	Démarrage du moteur de l'homogénéisateur.....	44
3.1.4.	Raccordement des entrées analogiques	45

3.1.5. Raccordement des sorties analogiques	46
3.2. Avantages de la logique programmée.....	47
3.3. Les automates programmables industriels.....	47
4. Présentation de l'API S7/300.....	48
4.1. Le module d'alimentation.....	48
4.2. CPU (Unité centrale de traitement).....	48
4.3. Modules d'entrée / sortie TOR	48
4.4. Modules d'entrée / sortie analogiques	49
4.5. Configuration Matérielle.....	49
5. Programmation en Ladder (LD)	50
5.1. Mis à l'échelle avec le bloc FB105	50
5.2. La régulation continue:.....	51
5.2.1. Identification des paramètres du P.I.D. :	51
5.2.1.1. Broïda.....	51
5.2.1.2. Méthode empirique de Zeigler-Nichols.....	52
5.2.1.3. Méthode des approximations successives	
5.2.2. Le bloc Fb41.....	55
6. Conclusion.....	57
Chapitre V : Supervision	
1. Introduction	58
2. Définition de la supervision	58
3. Constitution d'un système de supervision	58
4. Simulation avec le logiciel S7-PLCSIM	58
5. Présentation du logiciel WinCC flexible 2008	59
6. Paramétrage de la plateforme de supervision.....	59
6.1. Insertion de la station HMI	59
6.2. Connexion de la station HIM avec la CPU	59
6.3. Topologie de l'interface de l'outil WinCC flexible.....	60
7. Simulation du programme	61
7.1. Sélection du cycle de pasteurisation	63
7.2. Sélection cycle CIP	66
7.3. Sélection vue générale des actionneurs	67
8. Conclusion	69
Conclusion générale.....	70

Introduction générale

Introduction générale :

Ces dernières années, la qualité de production et la compétitivité sur le marché de la consommation a poussé les concepteurs à adopter de nouvelles technologies, communément appelé technologies de pointe. Ces dernières doivent répondre à certains critères de qualité de haut niveaux, mais aussi à l'exigence temporelle. Il se trouve que ces deux propriétés ne peuvent pas être satisfaites en même temps. Pour cela, les chercheurs dans le domaine se sont penchés vers l'élaboration de modules intelligents, afin de trouver un compromis.

Le besoin d'affirmer sa présence, de conquérir de nouvelles parts de marché et de s'imposer en tant que leader exhorte les entreprises à utiliser des outils de production efficaces tel que l'automate programmable industriel et à avoir recours à des disciplines tel que l'automatisme pour faire évoluer leurs procédés de production, les optimiser et les mettre à jour.

L'automatisation des processus industriels apporte, à l'entreprise, un plus en matière de dynamisme, de compétitivité, d'économie de matière d'œuvres et d'énergie. L'entreprise augmente donc sa productivité quantitativement et qualitativement, tout en faisant des économies et en pratiquant des prix compétitifs.

La société agro-alimentaire LAITRIE DE DRAA BEN KHEDDA est parmi les entreprises les plus imposantes sur le marché national des produits laitiers. Cette dernière est en plein extension en matière d'automatisation de ses chaînes de production. Il est connu que l'unité de pasteurisation est le maillon fort de ce type de chaînes. Nous avons l'opportunité de proposer notre solution pour ce procédé.

La pasteurisation de produits alimentaires joue un rôle important dans l'industrie agro-alimentaire. Ce processus permet d'augmenter la durée de conservation des aliments périssables. Dans ce projet cette installation est présentée sous ses différents aspects, dans le but d'établir une solution programmée. Le présent mémoire est réparti en cinq chapitres :

Premier chapitre est consacré à l'analyse fonctionnelle des SAP.

Le deuxième chapitre est dévoué à la présentation de la station, bien sur son équipement. A la fin de ce chapitre le fonctionnement de cette dernière est décrit sous un cahier des charges.

Le troisième chapitre porte sur la proposition d'une solution à logique câblée comme l'a exigé l'entreprise.

Le quatrième chapitre sera consacré à la modélisation par l'outil Grafset et bien sur la solution programmée.

Le cinquième chapitre est dévoué à la supervision par WinCC flexible.

Nous terminé par une conclusion générale.

Chapitre I

Généralités sur l'automatisme industriel

1. Introduction :

L'étude d'un système automatisé de production, passe d'abord par une subdivision de ce dernier en parties. Ces différentes parties sont présentées dans ce qui suit :

2. Description d'un Système Automatisé de Production (SAP) :

2.1. Définition :

L'objectif de l'automatisation des systèmes est de produire, en ayant recours le moins possible à l'homme, des produits de qualité et ce pour un coût plus faible.

Un système automatisé est un ensemble d'éléments organisés en interactions, dans un but précis : agir sur une matière d'œuvre afin de lui donner une valeur ajoutée [1].

2.2. Structure d'un système automatisé de production :

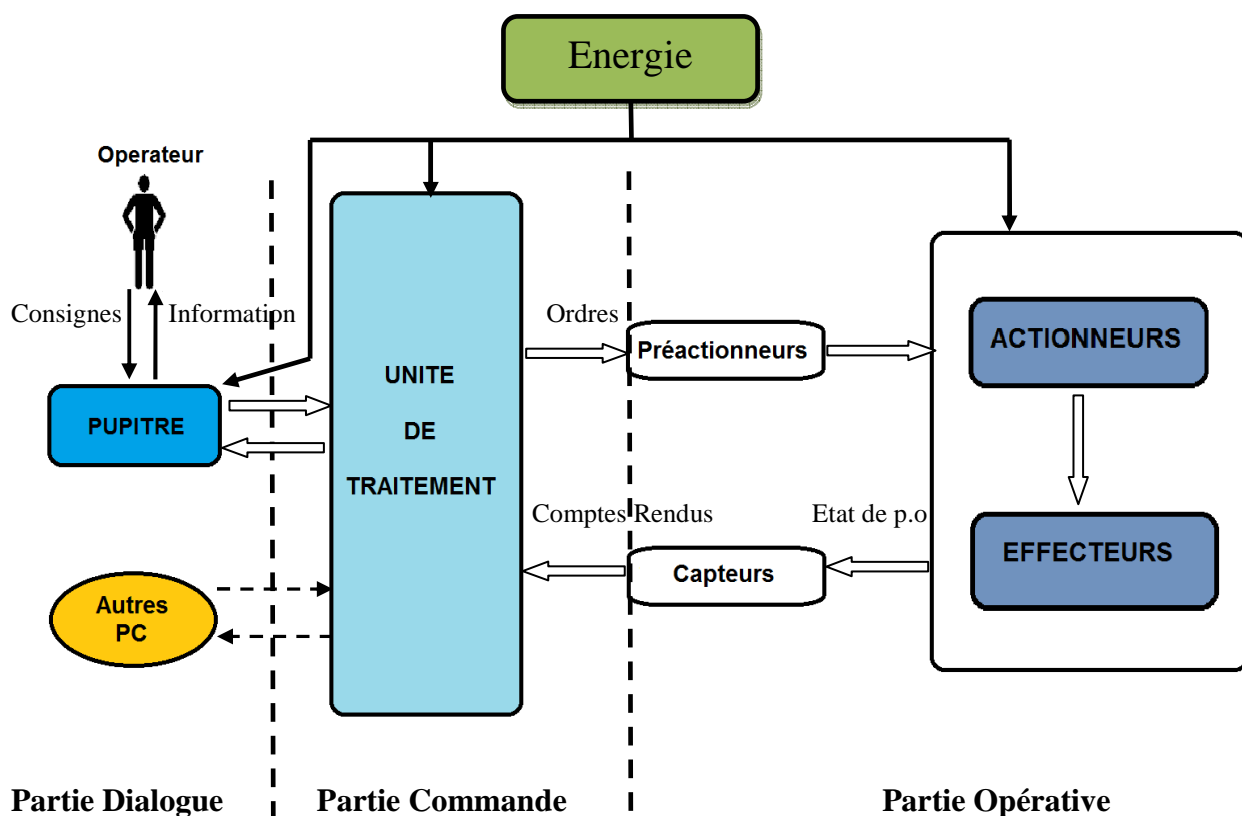


Fig I.1 : Architecture d'un système automatisé de production

Tout système automatisé comporte :

- Une partie opérative (P.O.)
- Une partie commande (P.C.)
- Une partie dialogue.

2.3. La partie opérative :

La partie opérative est appelée également partie puissance, cette dernière est la partie visible

du système (corps) permettant de transformer la matière d'œuvre entrante. Elle est composée d'éléments mécaniques, d'actionneurs (vérins, moteurs), de pré-actionneurs (distributeurs et contacteurs) et des éléments de mesure et de détection (capteurs, détecteurs).

Constituants de la partie opérative :

- La fonction d'une unité de production est de transformer une matière d'œuvre ;
- Les actionneurs transforment l'énergie pneumatique, électrique, hydraulique;
- Les capteurs mesurent à partir d'informations de natures divers (déplacement, température...etc.), des informations utilisables par la partie commande.

2.4. Partie commande :

Elle est constituée d'un automatisme qui élabore les ordres destinés au processus à partir d'un ensemble d'informations prélevées sur la partie opérative et la partie dialogue afin d'obtenir les actions souhaitées.

Constituants de la partie commande:

- Les interfaces d'entrée transforment les informations issues des capteurs et des détecteurs placés sur la partie opérative ou dans la partie dialogue en informations de nature et d'amplitude compatibles avec les caractéristiques technologiques de l'automate ;
- Les interfaces de sortie transforment les informations élaborées par l'unité de traitement en informations de nature et d'amplitude compatibles avec les caractéristiques technologiques des pré-actionneurs d'une part, des visualisations et avertisseurs d'autre part ;
- L'unité de traitement élabore les ordres destinés aux actionneurs en fonction des informations reçues des différents capteurs et du fonctionnement à réaliser.

2.5. La partie dialogue

La partie dialogue (pupitre) permet la communication entre l'unité de production (partie commande) et l'homme. Elle donne la possibilité de :

- Superviser le processus de production ;
- Gérer la production ;
- Suivre la production en quantité et qualité ;
- Faciliter la maintenance en apportant une aide au diagnostic.

Constituants de la partie dialogue :

- Les visualisations et avertisseurs transforment les informations fournies par l'automate en informations perceptibles par l'homme (informations optiques ou sonores) ;
- Les interfaces de communication transforment les informations fournies par l'homme (action manuelle sur un bouton-poussoir ou écrans tactiles) en informations exploitables par l'automate.

2.6. Objectif de l'automatisation d'un système de production :

Parmi les objectifs de l'automatisation d'un système industriel, nous pouvons citer les points ci-dessous [1]:

- La recherche de coûts plus bas par réduction des frais de main-d'œuvre, d'économie de matière, d'économie d'énergie, etc;
- La suppression des travaux dangereux ou pénibles et l'amélioration des conditions de travail ;
- La réalisation d'opérations impossibles à contrôler manuellement.

3. Réseau d'automate :

3.1. Définition :

Les réseaux industriels sont désormais incontournables dans le monde de l'automatisme pour bien exploiter une installation. Ils apportent une grande souplesse aux systèmes de contrôle (commande), ils diminuent les coûts de câblage, ils offrent des possibilités nouvelles pour le contrôle et la supervision des installations, tant pour les équipes d'exploitation que de maintenance, de production ou de gestion [2].

3.2. Bus de terrain :

Les bus de terrain sont les réseaux qui permettent de communiquer avec les équipements de terrain (capteurs, actionneurs, automates programmables, terminaux opérateurs, applications de supervision de procédé). La définition la plus vaste des bus de terrain fait référence à n'importe quel bus d'automatisme installé dans un atelier pour raccorder des organes de détection et des organes de commande au procédé. Les bus de terrain les plus utilisés sont : Profibus, Ethernet etc [2].

3.3. Les protocoles de communication :

Les protocoles servent à interfacier les échanges de flux de données de façon standard et formelle. Certains de ces protocoles n'utilisent pas de support de transmission spécifique ni la manière de véhiculer les informations.

Les protocoles tendent à répondre à des contraintes particulières tout en bénéficiant de supports adaptés pour acheminer les données. Certains de ces protocoles peuvent être utilisés tels quels en étant

encapsulés dans les protocoles d'autres réseaux. D'autres protocoles peuvent utiliser diverses et différentes architectures réseau pour acheminer l'information.

4. Type de commande des SAP :

4.1. Commande centralisée :

Un système de commande centralisée peut être défini comme un système informatique qui permet la programmation, le contrôle et la gestion d'un système à partir d'un seul endroit.

Les automatismes centralisés génèrent de nombreuses contraintes:

- Aucune autonomie des différents sous-ensembles ;
- Mise en service et maintenance lourdes et difficiles du fait de la quantité d'E/S géré ;
- Arrêt de l'ensemble des fonctions gérées par l'Automate Programmable Industriel (API) en cas de défaillance de ce dernier où d'arrêt pour la maintenance du moindre élément de l'outil de production.

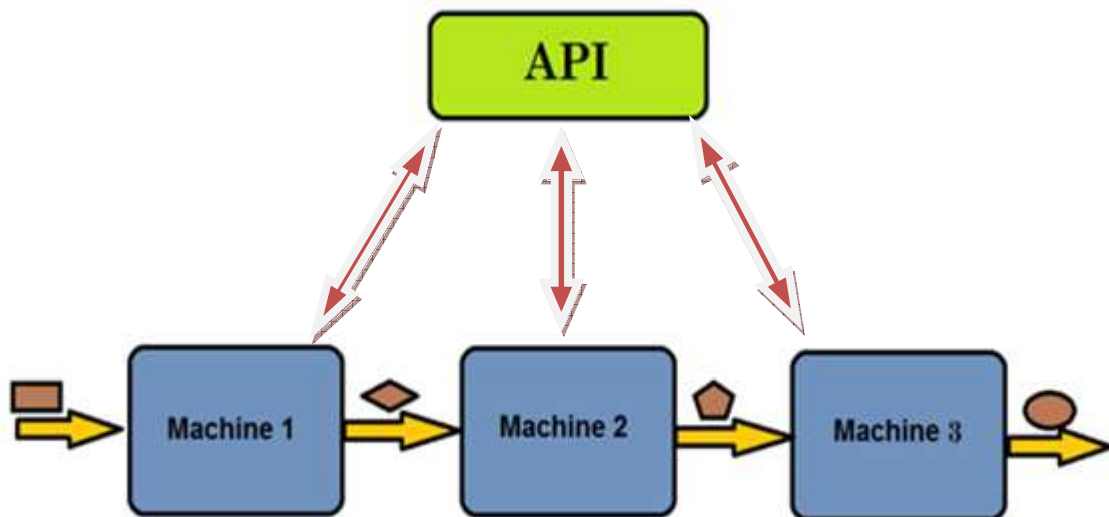


Fig I.2 : Architecture d'une commande centralisée

4.2. Commande décentralisée :

Du fait des contraintes imposées par les systèmes centralisés, les utilisateurs se sont orientés vers une segmentation et hiérarchisation de l'architecture de l'automatisme en entités fonctionnelles inter communicantes.

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

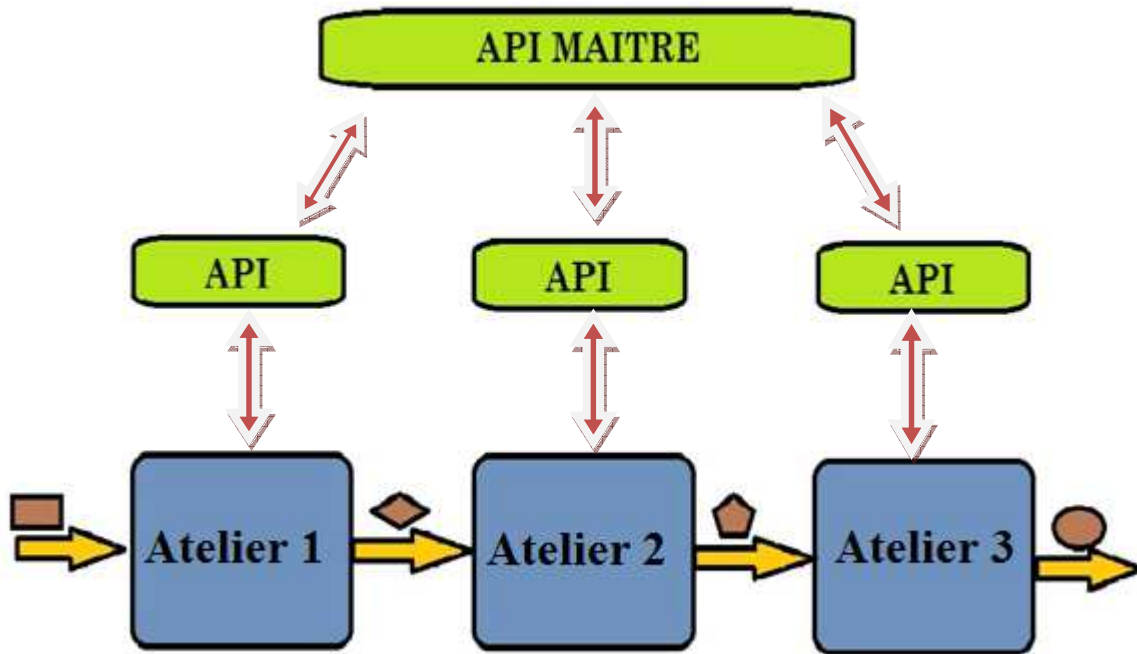


Fig I.3 : Architecture d'une commande décentralisée

5. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons donné un aperçu général sur les différentes parties d'un système automatisé de production et les méthodes d'automatisation. Ce dernier va nous permettre de subdiviser le système de pasteurisation, sujet d'étudié dans ce mémoire.

Chapitre II

Présentation de la station de pasteurisation

1. Introduction :

La pasteurisation, aussi appelée débactérisation thermo-contrôlée, est un procédé de conservation des aliments en les chauffant à une température définie, pendant une durée déterminée, puis en les refroidissant rapidement.

Ce procédé permet de détruire les bactéries nocives contenues dans le lait sans nuire aux vitamines, protéines et autres substances bénéfiques. Il permet aussi d'augmenter sa durée de conservation pendant quelques jours à une température avoisinant les 5 °C. Dans ce qui suit la station de pasteurisation est représentée, ainsi que ces différentes parties.

2. Présentation de la station

La station de pasteurisation du lait se compose de plusieurs parties décrites et représentées sur la figure suivantes :

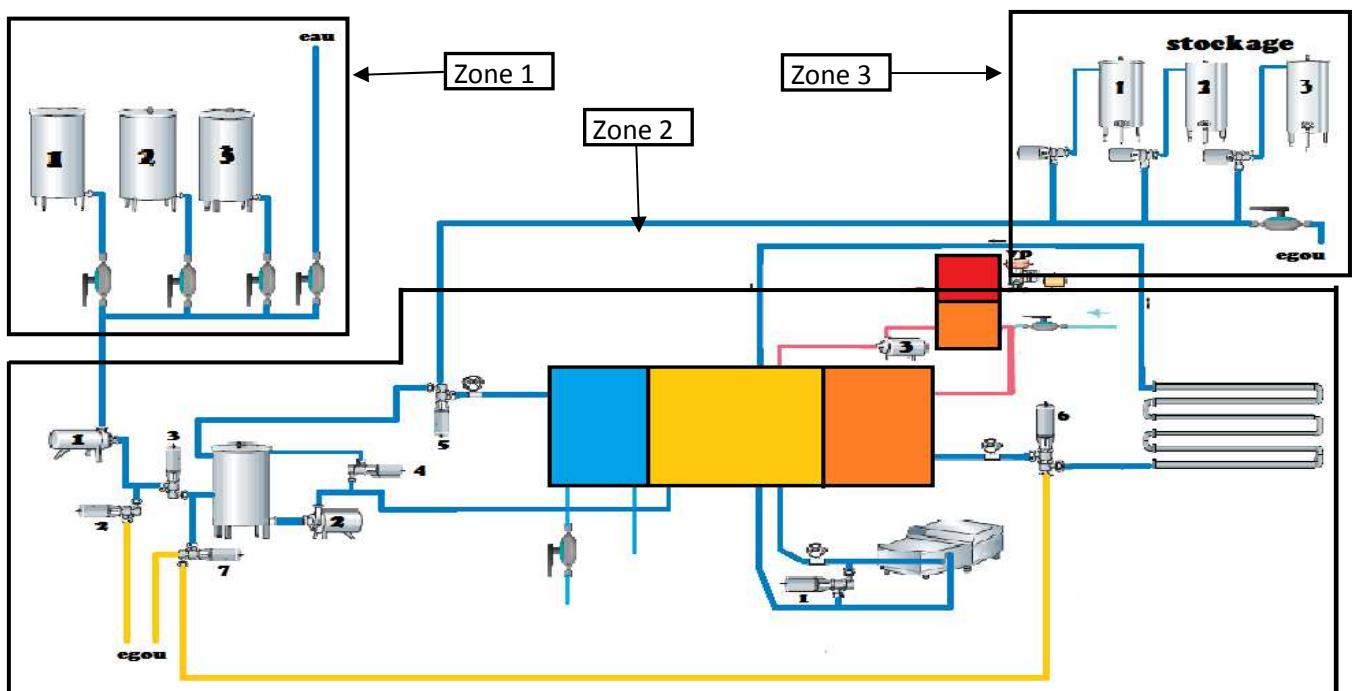


Figure II.1 : station de pasteurisation du lait existante

➤ Zone 1 : Soutirage

Elle est composée de trois bacs de 6000 litres qui sont reliés à une pompe centrifuge à travers un système de vannes manuelles, nommé manifold.

Les bacs emmagasinent le lait cru ou recomposé avant son transfert vers la zone de pasteurisation.

➤ Zone 2 : Pasteurisation

Elle est constituée d'un jeu de vannes proportionnelles, 2 voies, 3 voies, d'un échangeur de chaleur, de pompes et d'un bac dit de lancement.

Le lait cru, envoyé depuis la zone de stockage, est temporairement stocké dans le bac de lancement. En suite envoyé vers l'échangeur de chaleur qui le chauffe à la température de pasteurisation puis l'expédie vers la zone de stockage.

➤ Zone 3 : Stockage

Tout comme la zone de soutirage, la zone de stockage est constituée d'un système de vannes qui aiguillent le passage du lait provenant de la zone de pasteurisation vers l'un des trois bacs où il est stocké.

3. Equipements de la station :

3.1. Bac de stockage du lait :

Les bacs de stockage du lait sont des citernes de diverses capacités (de 1000 à 30000 litres), fabriquées en acier inoxydable. Ils peuvent être soit thermo-isolés ou encore réfrigérants. Ils permettent de stocker et de conserver le lait à une température ralentissant son altération jusqu'à sa transformation.



Figure II.2 : Bac de stockage du lait [3]

3.2. Pompe centrifuge :

Une pompe centrifuge est une machine rotative permettant d'aspirer et de refouler un fluide par l'effet de la rotation d'une hélice. Elle est entraînée par un moteur asynchrone, ce type de pompes permet le déplacement des liquides de faible viscosité. Cependant elle ne tolère pas les liquides à forte aération, ces derniers causent une perte d'aspiration (prise d'air) [2].

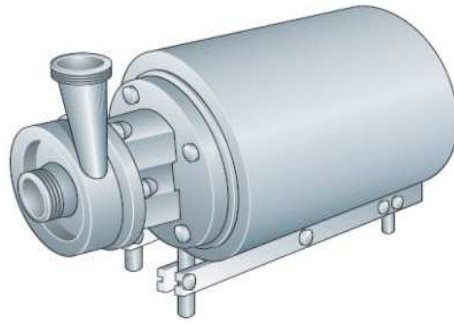


Figure II.3 : Pompe centrifuge

3.3. Homogénéisateur :

L'homogénéisateur est un dispositif comportant un moteur relié à un vilebrequin entraînant un système de pistons. Ce dernier aspire le lait et le projette à travers de petits orifices générant une haute pression qui pulvérise les globules gras du lait en infimes particules le rendant homogène.

L'homogénéisateur se caractérise par sa pression de travail (50 a 400 bars), le volume de lait traité en unité de temps (4000litres / heure).

Fonctionnement d'un homogénéisateur :

Le fonctionnement de cet appareil est décrit dans ce qui suit :

Le lait arrive dans la zone d'admission (4) par le passage (3) à travers la soupape d'admission (7). Aspiré par le piston (7), le lait est mis sous pression puis expulsé par la soupape de distribution (8) vers la zone de distribution (5).

Les soupapes d'admission (7) et de distribution (8) sont positionnées entre les zones d'admission (4) et distribution (5) de façon à empêcher l'accumulation de particules solides, de fibre et la polymérisation de substance sensible contenue dans le produit lui-même

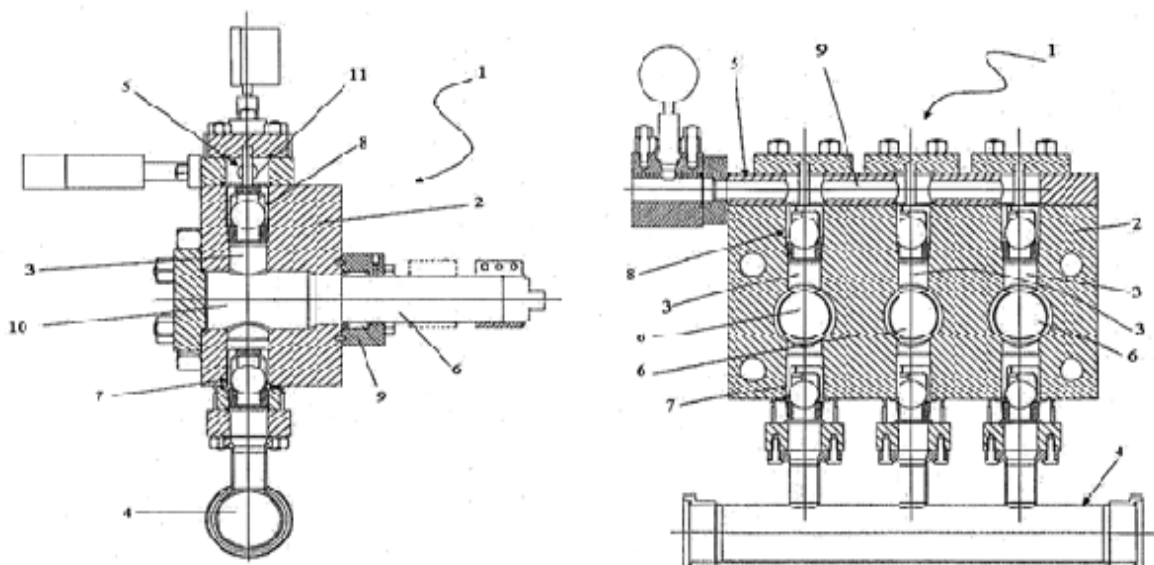


Figure II.4 représentation schématique d'un homogénéisateur

01	tête de traitement de produits	07	soupapes d'admission
02	Bloc	08	soupapes de distribution
03	Passage	09	un organe d'étanchéité
04	zone d'admission	10	un cylindre de coulissement
05	zone de distribution	11	collecteur de refoulement
06	Piston		

Tableau II.1 : énumération des éléments de la figure II.4

3.4. Echangeur-thermique :

Un échangeur de chaleur est un dispositif permettant de transférer l'énergie thermique d'un fluide vers un autre, sans les mélanger, à travers une paroi solide. La plupart du temps, cette méthode est utilisée pour refroidir ou réchauffer un liquide ou un gaz qui est impossible ou difficile à refroidir ou chauffer directement. Il existe plusieurs types d'échangeurs thermiques dont les principes de fonctionnement diffèrent. Parmi les plus répandus [3] :

- Faisceau tubulaire horizontal ;
- Plaques ;
- Spirales ;
- Etc.

L'installation étudiée est équipée d'un échangeur à plaques. Ce dernier est composé d'un grand nombre de plaques disposées l'une derrière l'autre et séparées par un petit espace (quelques millimètres) où circulent les fluides.

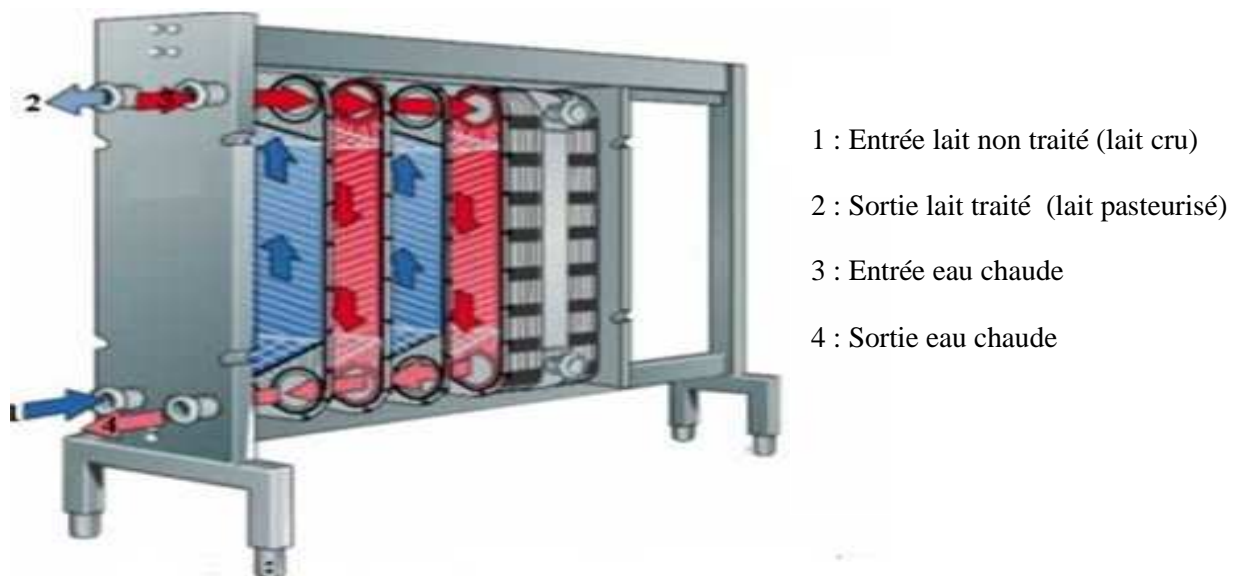


Figure II.5. Echangeur thermique a plaques

3.5. chambreur :

Un chambreur est constitué d'un tube hélicoïdal ou en zigzag et souvent recouvert d'une enveloppe métallique calorifuge empêchant l'échange thermique avec le milieu extérieur. Le chambreur a pour but de maintenir un liquide à une température donnée durant une certaine période. A cet effet, la longueur du tube et le débit sont calculés en conséquence [3].

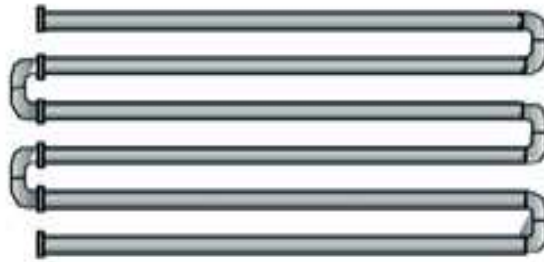


Figure II.6 : chambreur a tube en zigzag

3.6. vanne :

Une vanne est un dispositif qui sert à arrêter ou modifier le débit d'un fluide, en milieu libre (canal) ou en milieu fermé (canalisation). Munie d'un organe de contrôle manuel ou motorisé, il permet de modifier l'ouverture de l'orifice de passage du fluide et donc sa pression et son débit.

Les vannes utilisées dans le processus de pasteurisation de lait ici étudié sont de type :

o Vanne TOR :

Les vannes utilisées dans la station de pasteurisation sont de type à clapet, le corps de la vanne comporte un siège, destiné au clapet de fermeture monté à l'extrémité de la tige. Le clapet est soulevé du siège et abaissé sur celui-ci par la tige, actionnée par une manivelle ou un servomoteur pneumatique

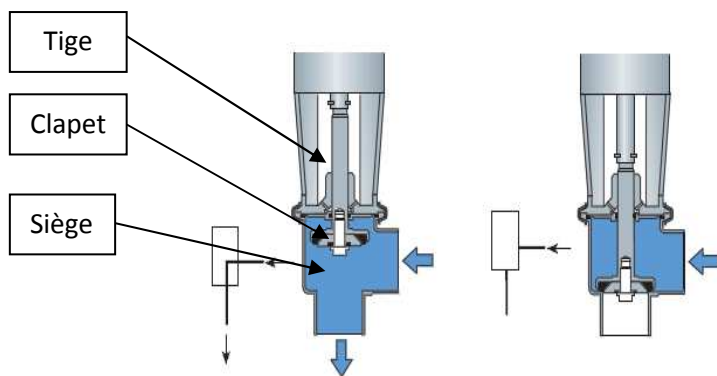


Figure I I.7 : vanne 2 voies avec clapet en différent position [3]



Figure I I.8 : vanne 2 voies

La vanne à clapet est également disponible en version inverse. Cette vanne comporte trois orifices, lorsque le clapet est abaissé, le liquide coule de l'entrée 2 à la sortie 1, et lorsqu'il est soulevé jusqu'au siège supérieur, l'écoulement est dirigé vers la sortie 3, comme illustré sur la figure II.9

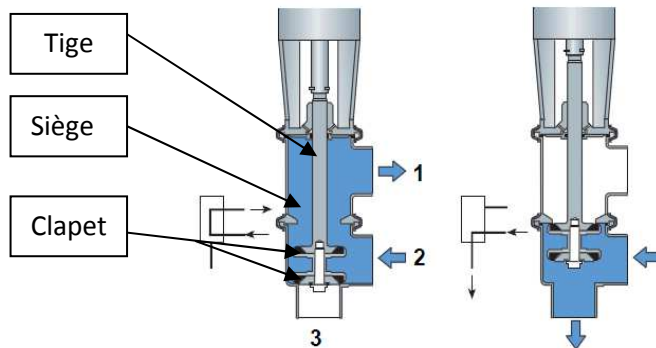


Figure II.9 vanne 3 voies avec clapet en différent position [3]



Figure II.10 : Vanne 3 voies

○ Vanne proportionnelle.

Dans une vanne proportionnelle ou bien vanne de régulation le passage peut être modulé progressivement ; elle permet une régulation précise des débits et des pressions en différents points du système



Figure II. 11 : Vanne proportionnelle

3.7. Capteur de température (PT 100) :

La sonde Pt 100 est un capteur de température largement réponde dans le domaine industriel (agroalimentaire, chimie, raffinerie...).

La sonde à résistance de platine est constituée d'un filament de platine (Pt), entourant une tige de verre ou de céramique, dont sa résistance varie en fonction de la température.

Cette sonde est reliée à un transmetteur qui transforme la résistivité en intensité du courant (signal normalisé 4-20mA)) [4].

Caractéristique du capteur utilisé :

- Longueur de la tige : 50mm
- Valeur de la résistance : 100Ω à 0°C
- Plage de travail : -50°C à $+250^{\circ}\text{C}$
- Température ambiante : -40 à 100°C
- Signale de sortie : 4 à 20mA

**Figure II.12 sonde PT100****3.8. Capteur de niveau :**

Reposant sur le principe du diapason. Un cristal piézo-électrique fait osciller le diapason à sa fréquence de résonance. Les variations de cette fréquence sont contrôlées en permanence. La fréquence du capteur à lames vibrantes varie en fonction du produit dans lequel il est immergé. Plus le liquide est dense, plus la fréquence est basse. Le capteur délivre un signal électrique tout ou rien à chaque changement de fréquence pour indiquer un contact ou l'absence de contact avec un fluide [4].

**Figure II.13 capteur de niveau à lames vibrantes****3.9. Indicateur de pression :**

Les indicateurs de pression (manomètre) sont des appareils de mesure de pression d'un fluide (gazeux ou liquide).

On distingue plusieurs principes de fonctionnement dont les manomètres à déformation de solide à l'instar du manomètre monté sur la ligne de pasteurisation de lait. Le fonctionnement de ce type de manomètre repose sur la déformation d'un solide (membrane, capsule ...etc.) causée par la pression du fluide à mesurer. Ces appareils sont fabriqués de telle sorte qu'ils soient protégés contre les risques de surpression ou de dépassement d'échelle.



Figure II.14 manomètre

3.10. Purgeur d'air

Un purgeur d'air est un dispositif mécanique qui sert à évacuer l'air emprisonné dans une conduite. Lorsqu'un liquide est pompé dans le système, l'air initialement présent dans la conduite est poussé vers l'orifice par la pression du flux. Le flotteur demeure à sa position inférieure et la soupape complètement ouverte permettant l'évacuation de l'air.

Après évacuation d'air, le liquide entre dans l'orifice fait remonter le flotteur pour fermer la soupape.

- | |
|------------------------|
| 1. Corps |
| 2. Couvercle |
| 3. Levier |
| 4. Flotteur |
| 5. Obturateur |
| 6. Ressort |
| 7. Joints d'étanchéité |
| 8. Capuchon |

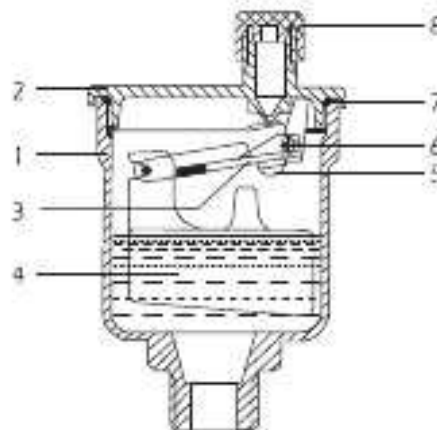


Figure II.15 schéma d'un purgeur d'air

3.11. Conductivimètre :

Conductivimètre où un conductimètre, est un capteur qui permet de mesurer la capacité d'une solution à conduire le courant entre deux électrodes. Cette mesure sert à déduire la concentration des solutions.

Dans la station de pasteurisation du lait, le conductivimètre est utilisé pour déterminer la concentration des solutions de nettoyage (soude et acide) [4].

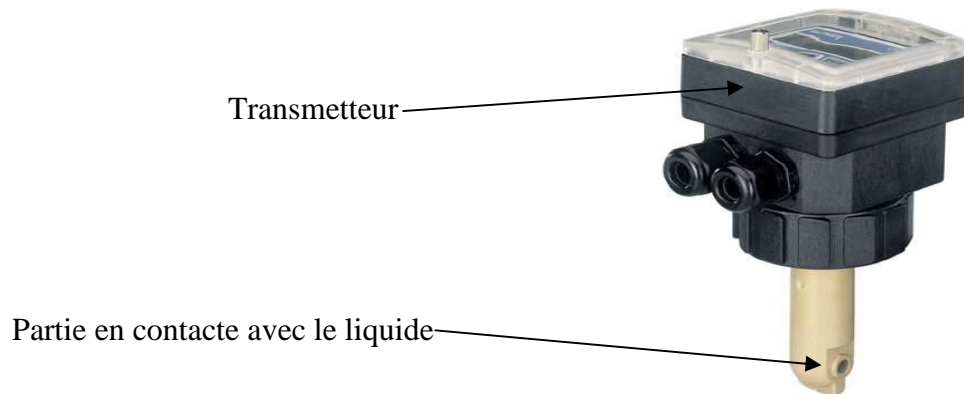


Figure II.16 : Conductivimètre

Caractéristique du capteur utilisé :

- Plage de mesure : $10\mu\text{S}/\text{cm}$ à $2000\text{mS}/\text{cm}$;
- -empérature de travail : -10°C à $+150^{\circ}\text{C}$;
- Signale de sortie : 4mA à 20mA ;
- Alimentation : 230VAC ;
- Fréquence : $50/60\text{Hz}$.

4. Le cahier des charges :

Après avoir décrit les différents éléments constituant le processus de pasteurisation à présent nous sommes prêts à présenter le cahier des charges.

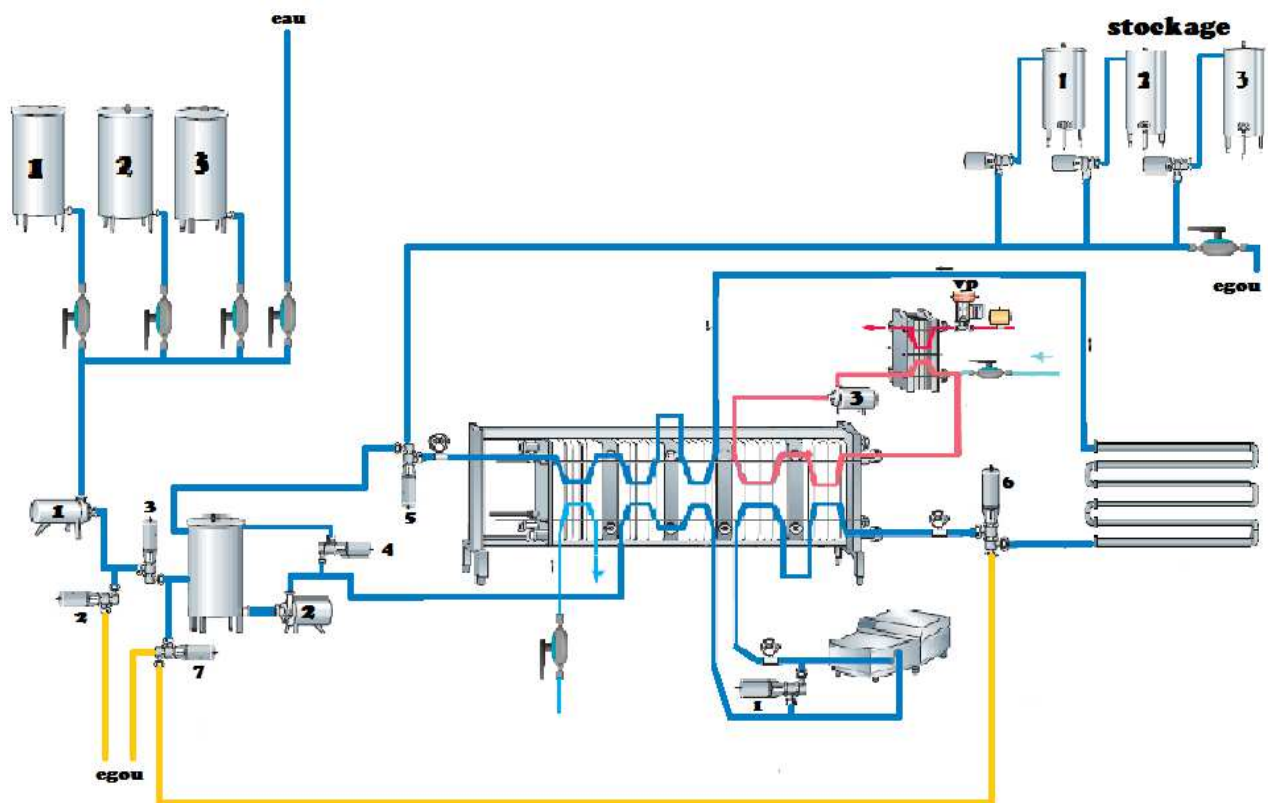
4.1. Le schéma de l'installation existante :

Figure II.17 : schéma de l'installation existante

4.2. Fonctionnement de la pasteurisation:

L'opération de pasteurisation se déroule comme suit :

L'opérateur ouvre la vanne du bac de soutirage du lait cru. Puis allume la pompe (1) pour alimenter le bac de lancement en prenant soin d'ouvrir la vanne (2) pour évacuer l'eau présente dans la conduite vers l'égout.

Dès confirmation visuelle (viseur) de l'arrivée du lait, l'opérateur, à l'aide de deux commutateurs distincts, ferme la vanne (2) et ouvre la vanne (3), pour orienter le lait vers le bac de lancement. Puis met en marche, respectivement, les pompes (2) et (3) pour envoyer le lait et l'eau chaude vers l'échangeur thermique.

A cet instant l'opérateur force les vannes 6 et 7 pour diriger l'eau déjà présente dans les conduites et dans l'échangeur vers l'égout et attend son évacuation. Une fois le lait arrivé au niveau de la vanne 7, l'opérateur la fait commuter pour diriger ce dernier vers le bac de lancement et remet la vanne 6 en automatique (gérée par le régulateur).

Une fois la température de pasteurisation atteinte, le lait est automatiquement dirigé vers le chambreur puis retourne vers l'échangeur thermique. Au même moment L'opérateur régule la température de sortie du lait pasteurisé en faisant varier le débit de l'eau glacée entrant dans la partie refroidissement de l'échangeur thermique. L'eau présente dans les conduits (reliant le chambreur et les bacs de stockage) est chassée par le lait vers l'égout (la vanne manuelle située près des bacs de stockage doit être ouverte au préalable). Une fois toute l'eau évacuée, le lait est dirigé vers un des bacs de stockage en fermant la vanne d'égout et en actionnant une des vannes pneumatiques.

Une fois le bac de lancement et le bac de soutirage vides. La vanne d'arrivée d'eau est ouverte et celle du bac de soutirage est fermée. La vanne 6 est dirigée vers le chambreur. Une fois le lait chassé par l'eau (vérification par l'opérateur via un viseur). L'opérateur ouvre la vanne vers l'égout et ferme la vanne menant au bac de stockage.

4.3. Fonctionnement de la C.I.P (Clean In Place):

L'opération de nettoyage commence par un premier cycle de rinçage à l'eau. L'eau usée est évacuée vers l'égout situé dans la zone de stockage en ouvrant manuellement la vanne concernée pendant 5 min. la vanne 6 est forcée vers le chambreur. La vanne 5 est mise au repos (dirigé vers la zone de stockage). Les vannes 2 et 3 sont ouvertes vers le bac de lancement. Une fois le rinçage terminé, le bac de lancement est vidé.

Ce dernier est rempli de nouveau avec de l'eau auquel un opérateur ajoute manuellement de la soude concentré. La vanne 5 est activé pour permettre une circulation en circuit fermé du mélange eau / soude pendant 20mn afin d'homogénéiser la solution et de nettoyer l'installation. . Une fois le temps

imparti écoulé, la solution est évacuée vers l'égout en désactivant la vanne 5. Un deuxième cycle de rinçage à l'eau est effectué pendant 10 mn.

Une nouvelle fois le bac de lancement est rempli d'eau auquel un opérateur ajoute manuellement de l'acide concentré. La vanne 5 est activée pour permettre une circulation en circuit fermé du mélange eau / acide pendant 15mn afin d'homogénéiser la solution. Une fois le temps imparti écoulé, la solution est évacuée vers l'égout en désactivant la vanne 5. Un troisième cycle de rinçage à l'eau est effectué pendant 10 mn.

Les problèmes qui subsistent dans la chaîne de production actuelle sont à énumérer dans ce qui suit :

4.4. Présentation des tâches à accomplir :

- Sélectionner le réservoir de soutirage de lait en actionnant des vannes manuelles (manifold) ;
- Attendre confirmation visuelle, via un viseur, par l'opérateur, de l'arrivée du lait pour le diriger vers le bac d'envoi ;
- Supprimer le régulateur de température ;
- Réguler la boucle de refroidissement (sortie froid échangeur) en manuel ;
- Attendre confirmation visuelle, via un viseur, par l'opérateur de l'arrivée du lait pour le diriger vers le bac de stockage ;
- Commander la vannes tout ou rien des bacs de stockage depuis une armoire dédiée ;
- Automatiser la C.I.P ;
- Equiper les bacs de soutirage et de stockage avec des capteurs de niveau.

4.5. Poison du problème

- l'automatisation de la station via un API ;
- Centralisation de la commande ;
- Supervision de la station.

4.6. Solution proposées :

- Choix du bac de soutirage du lait non pasteurisé (vanne pneumatique, sonde de niveau, capteur de pression) depuis l'écran de contrôle ;
- Utilisation ou non de l'homogénéisateur ;
- Choix du bac de stockage du lait pasteurisé (vanne pneumatique, sonde de niveau, capteur de pression) depuis l'écran de contrôle ;
- Implémentation de la régulation de température ;
- Contrôle du dosage des solutions de nettoyage avec un conductivimètre ;
- Prise en charge du temps de pousse ;

- Commande de la vanne d'aiguillage (trois voies) en fonction de la température de pasteurisation, si, la température de consigne est atteinte le produit passe vers le chambreur, si non il repasse dans le bac de lancement pour repasteurisation ;
- Régulation de niveau du bac de lancement du pasteurisateur. Commande de la pompe d'alimentation produit (sonde de niveau) ;
- Surveillance de la pression d'air comprimé (pressostat).
- Régulation de la pression d'eau dans la boucle d'eau chaude (pressostat, vanne pneumatique, purgeur d'air) ;
- Information (Mesure) de la température d'homogénéisation (sonde de température) ;
- Surveillance de la pression d'huile dans les pistons (pressostat) ;
- Surveillance de la présence d'eau dans le circuit de refroidissement des pistons d'homogénéisateur (flow switch) ;
- Commande de l'électrovanne d'air comprimée.

4.7. Matériel requis pour l'automatisation de l'installation:

- API siemens s7/300 ;
- 03 Modules d'entrée tout ou rien (TOR) ;
- 01 Modules de sortie tout ou rien ;
- 02 Modules d'entrée analogique ;
- 01 Module de sortie analogique.

Capteur :

- Sonde de température PT100 ;
- Sonde de niveau (lame vibrante) ;
- Pressostat ;
- Capteur de pression ;
- Flow switch ;
- Conductivimètre.

Actionneur :

- Vanne pneumatique ;
- Vanne modulante ;
- Vérin hydraulique ;
- Moteur (pompe et homogénéisateur).

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons introduit et défini les différentes parties d'un système automatisé de production. Puis nous avons segmenté et subdivisé la station étudiée en sous systèmes avant de décrire ces composants et son fonctionnement. Cette étape est un pré requis pour le chapitre suivant qui consiste à éditer le schéma de câblage de l'installation de pasteurisation du lait.

Chapitre III

Programmation en logique câblée

1. Introduction

Lors de l'automatisation d'un processus industriel, nous procédons au câblage de l'armoire électrique séparément du reste de l'installation.

Ce chapitre est dédié à l'étude des composants de l'armoire électrique qui sont reliés de façon à créer une interaction entre les capteurs, les différents actionneurs, pré-actionneurs et l'automate programmable.

2. La logique câblée

La logique câblée est une manière de concevoir et de combiner des fonctions logiques qui, correctement combinées et associées, élaborent l'enchaînement des actions et synchronisent l'ensemble des sorties du système.

Ces fonctions logiques sont élaborées à partir de contacts qui peuvent être soit normalement ouverts ou fermés en utilisant des commutateurs, des relais, des contacteurs, des bobines à retardement, etc. Ces fonctions sont la plus part du temps reliées entre elles par des fils électriques d'où l'appellation logique câblée. Malgré l'efficacité de ce type d'automatisation dans le cadre de petites installations, la quantité de câbles et de connections augmente d'une façon exponentielle lorsqu'il s'agit de grandes installations.

Ce genre d'installation est en général encastré dans une armoire appelée armoire électrique située près du poste opérateur [5].

3. Descriptif des parties du circuit

3.1. Composants de l'armoire électrique

3.1.1. Contacteur / relais.

Un relais électromécanique est un organe permettant la commutation de liaisons électriques. Il est chargé de transmettre un ordre de la partie commande à la partie puissance.

Ces dispositifs peuvent être alimentés en basse tension (380v, 220v) ou en très basse tension (24v, 12v). Selon leur alimentation on leur assigne, respectivement, le nom de relais ou de contacteur.

Ils sont composés de contacts normalement ouverts ou normalement fermés. L'excitation d'une bobine à l'aide d'un signal de commande ouvre les contacts normalement fermés et ferme les contacts normalement ouverts. La désexcitation de la bobine ramène tous les contacts à leur état initial.



Figure III.1 : Contacteur

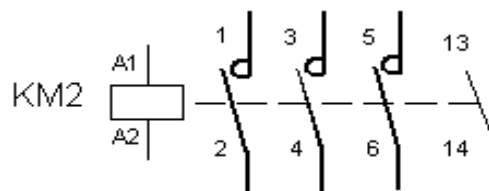


Figure III.2 : Symbole électrique du contacteur

3.1.2. Transformateur.

Un transformateur électrique est un convertisseur permettant de modifier les valeurs de tension et d'intensité du courant délivrées par une source d'énergie électrique alternative, en un système de tension et de courant de valeurs différentes, mais de même fréquence et de même forme. Il est constitué principalement d'enroulements et de circuits magnétiques [6].

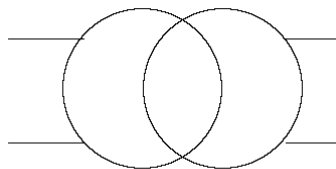


Figure III.3 : Symbole électrique du transformateur

3.1.3. Sectionneur.

Le sectionneur est un appareil électromécanique permettant de séparer, de façon mécanique, un circuit électrique de son alimentation.

L'objectif est d'assurer la sécurité des personnes travaillant sur la partie isolée du réseau électrique ou bien d'éliminer une partie du réseau en dysfonctionnement [6].

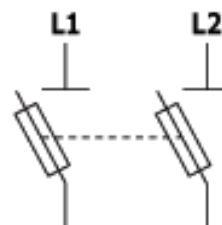
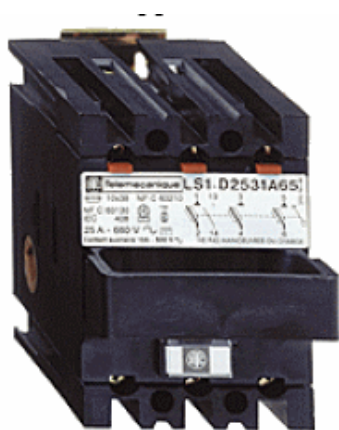


Figure III.4 : Sectionneur et son symbole électrique

3.1.4. Disjoncteur

○ Disjoncteur Moteur

Un disjoncteur moteur assure la protection contre les fortes et les faibles surcharges, leur avantage par rapport à un disjoncteur classique est que la protection thermique (faible surcharge) est réglable. Il peut donc être ajusté au moteur.

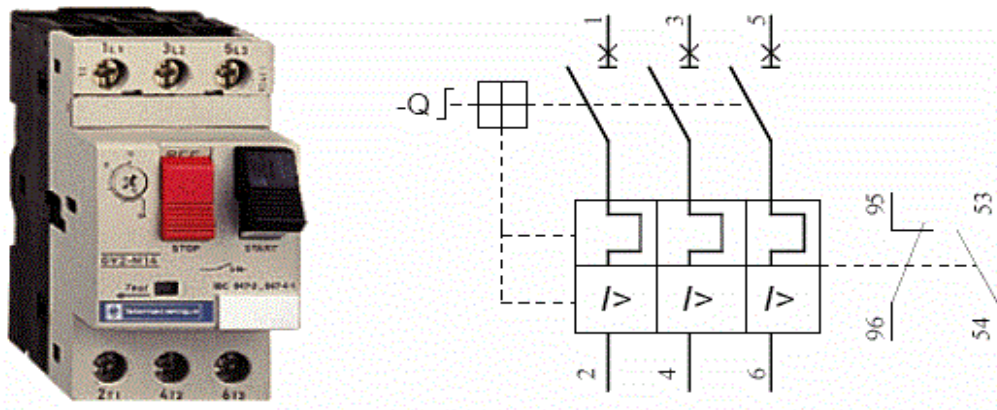


Figure III.5 : Disjoncteur moteur et son symbole électrique

○ Disjoncteur bipolaire

Aussi bien utilisé dans les installations domestiques qu'industrielles, le disjoncteur bipolaire est un dispositif de protection contre les surcharges ou les courants de court circuit. Il combine un détecteur thermique et un détecteur magnétique avec un système de coupure.

Le détecteur thermique est un bilame qui est déclenché lorsque le courant qui le traverse devient trop important.

Le détecteur magnétique est un bobinage que traverse un courant en générant un champ magnétique. Le courant est instantanément interrompu lorsque son intensité est supérieure à la consigne [6].



Figure III.6 : Disjoncteur bipolaire

3.2. Schéma de commande et de puissance de la station en logique câblée

3.2.1. Alimentation de l'installation

La station est alimentée par un réseau électrique triphasé. L'énergie est distribuée comme suit :

- Les moteurs sont directement alimentés en triphasé ;
- L'alimentation de la partie commande en 24 V se fait en convertissant une tension entre phases à l'aide d'un transformateur.

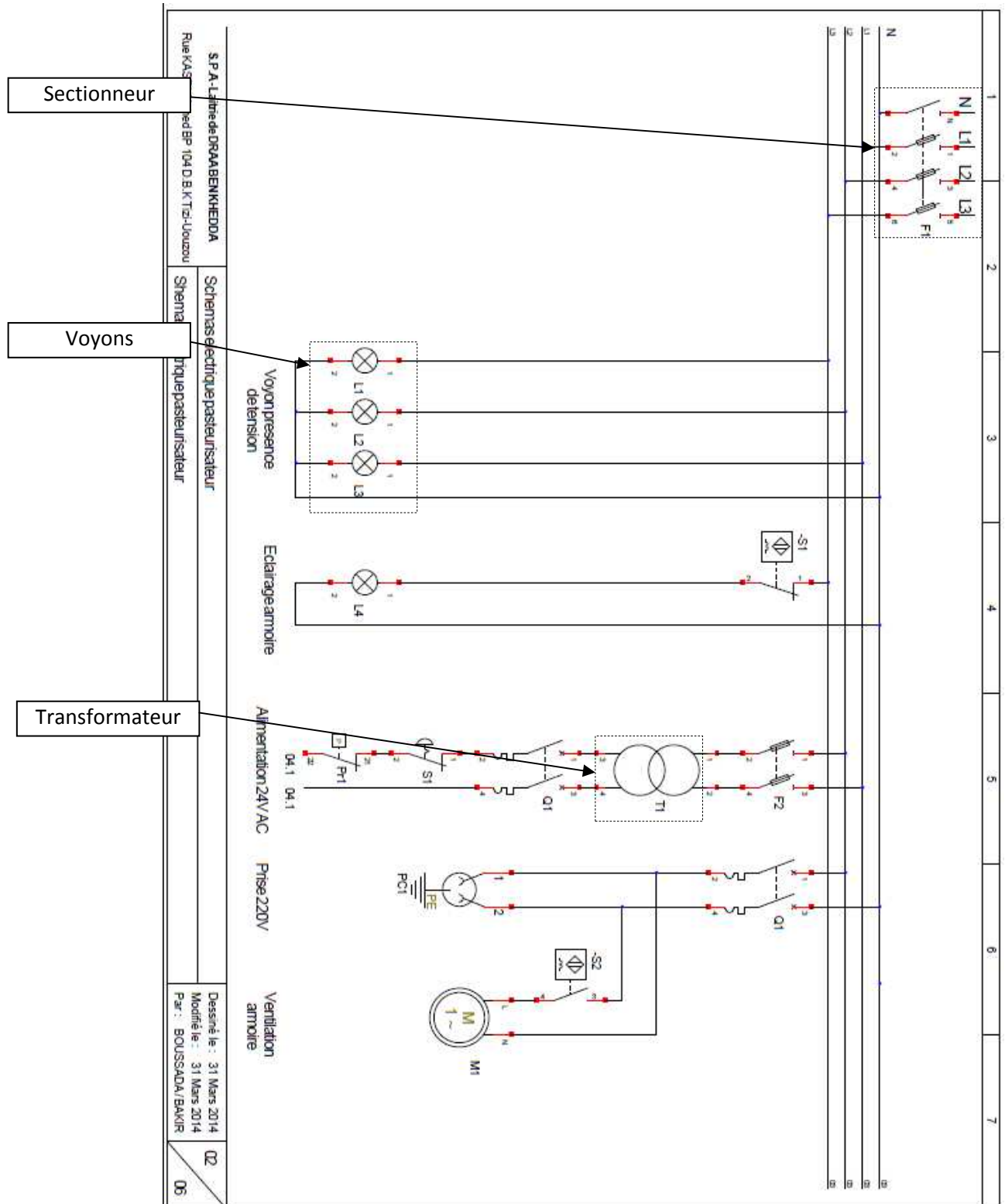


Figure III.7 : schéma électrique de distribution de l'alimentation

3.2.2. Alimentation des moteurs

Le démarrage des moteurs est commandé par des contacteurs et des disjoncteurs moteurs qui assurent la sécurité de l'installation.

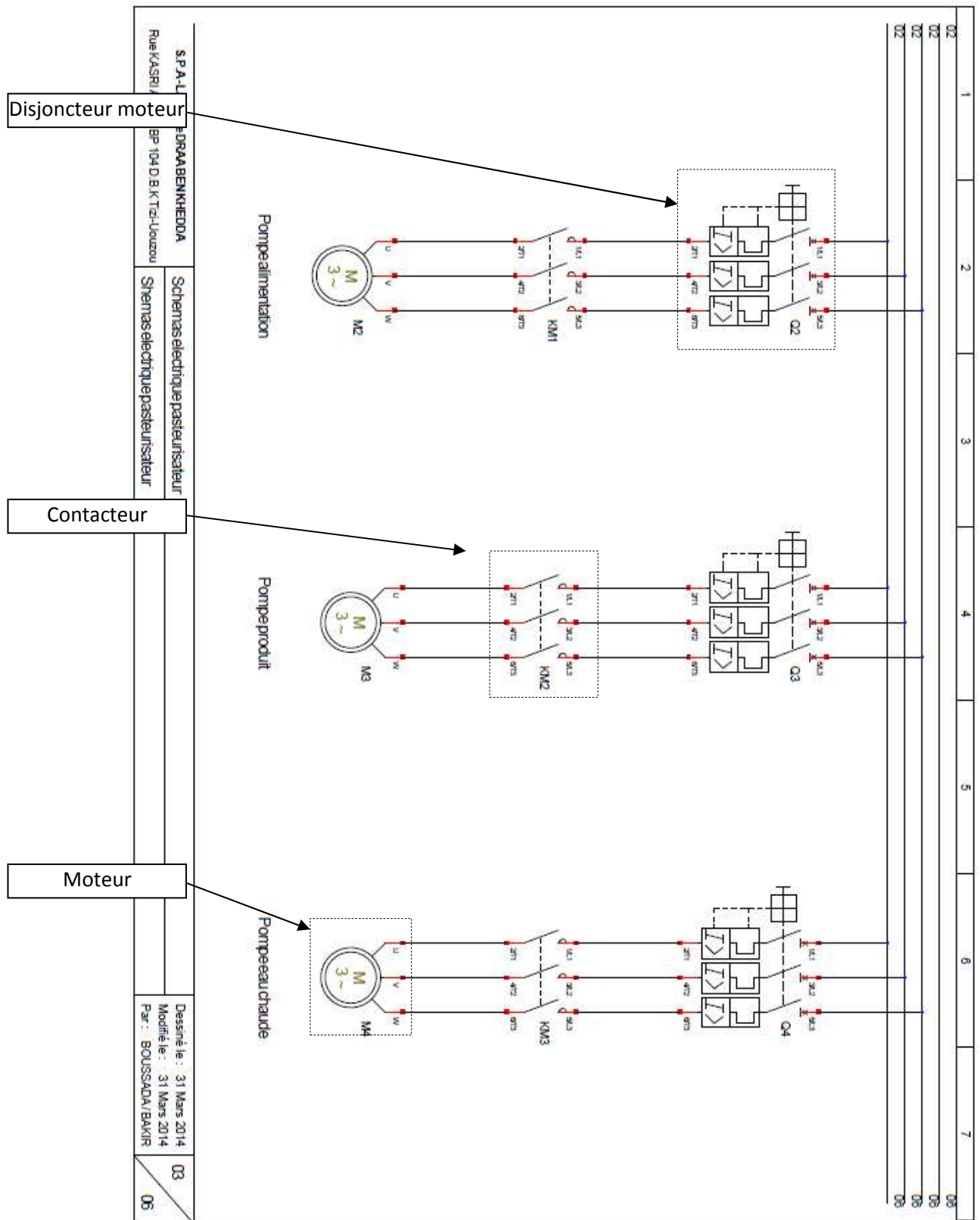


Figure III.8 schéma électrique d'alimentation des moteurs

3.2.3. Commande des moteurs :

Les commandes des pompes sont conçues pour l'instant en logique câblée. Elles démarrent soit en actionnant des commutateurs ou quand l'état de certains capteurs change (mode automatique).

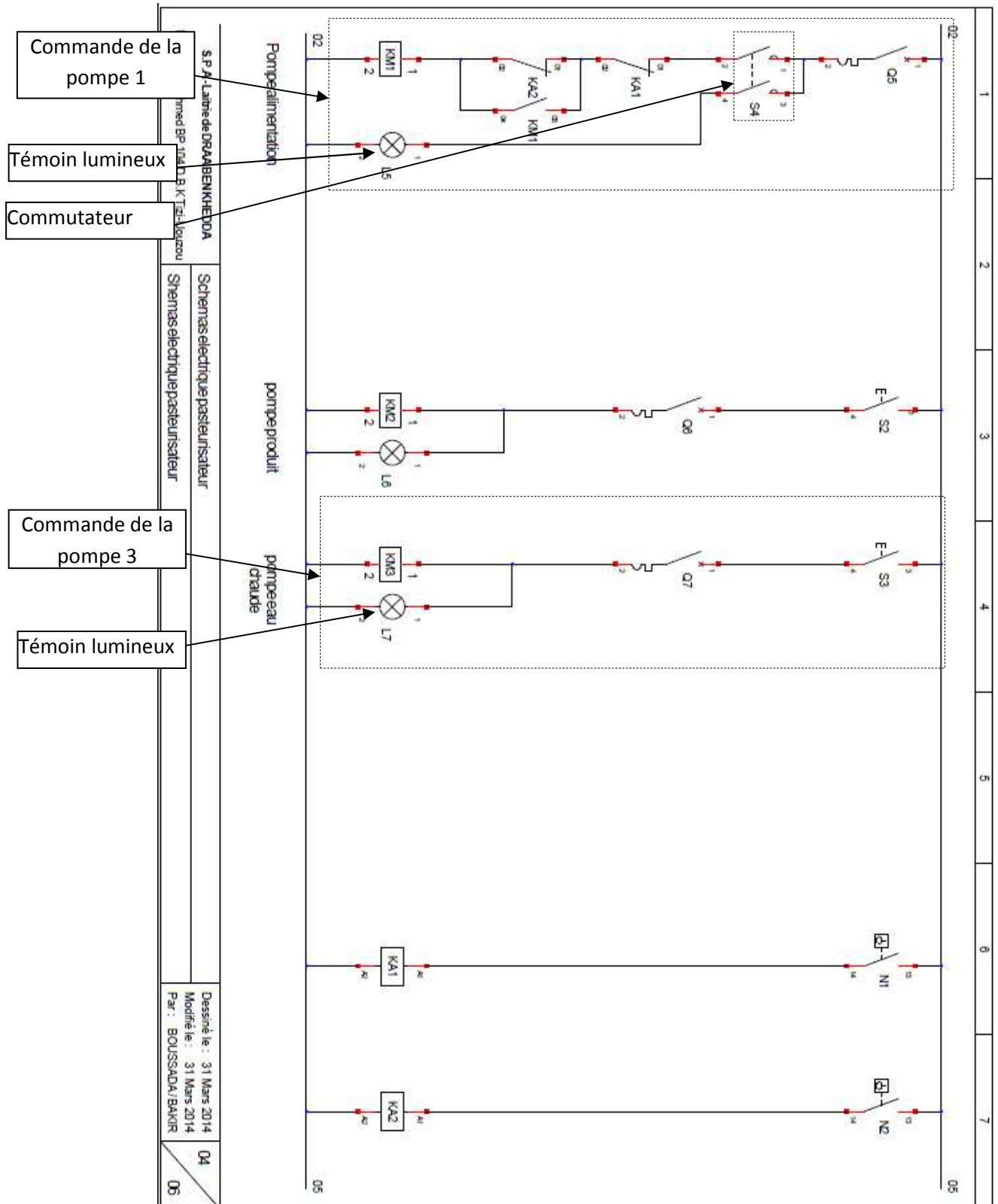


Figure III.9 : Commande des pompes en logique câblée

3.2.4. Commande tout ou rien des vannes :

La quasi-totalité des vannes tout ou rien sont commandées par des commutateurs. La vanne 3 voies, en aval de la partie chauffage de l'échangeur thermique, peut être commandée par un régulateur ou forcée à l'ouverture à l'aide d'un commutateur.

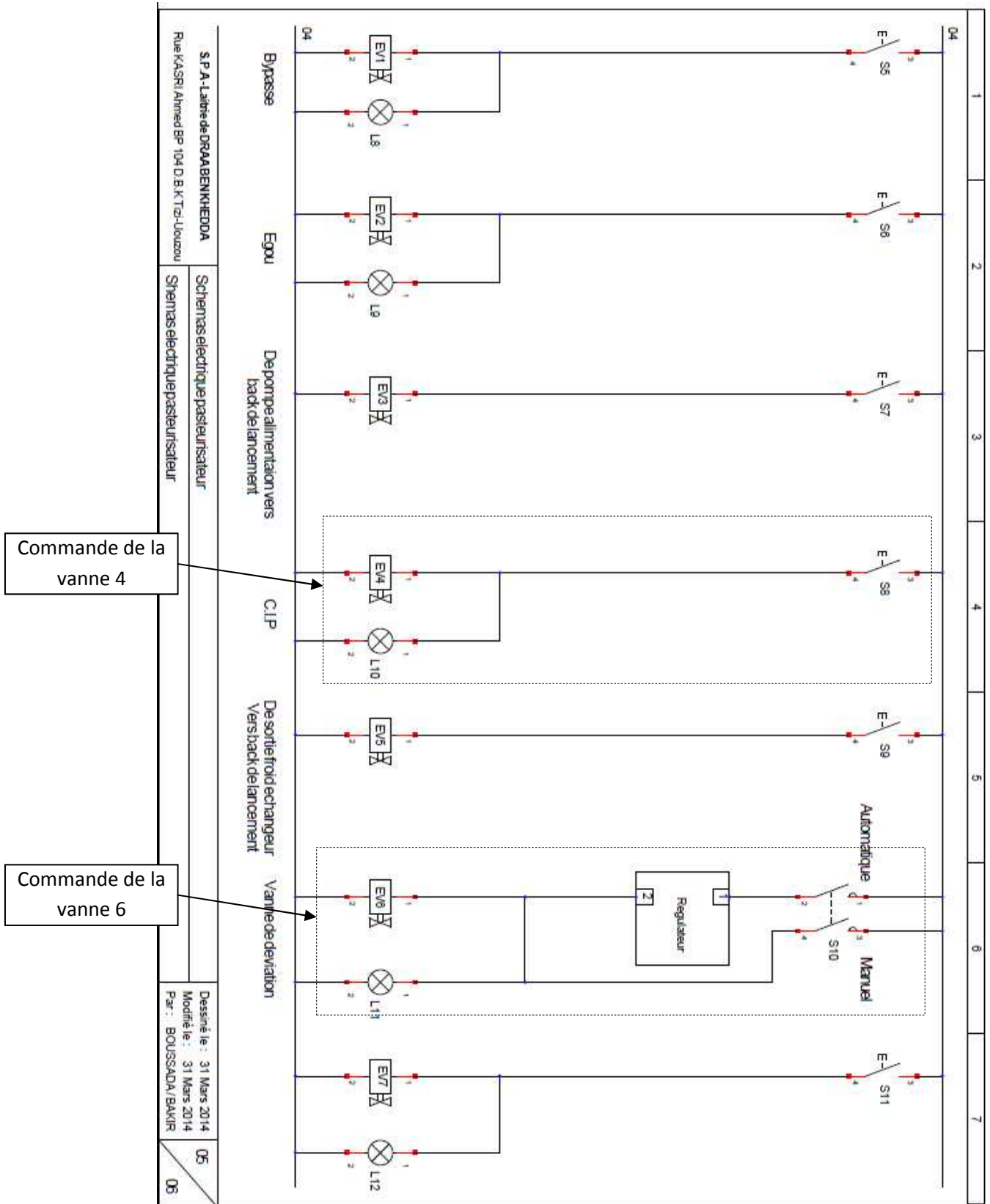


Figure III.10 : Commande tout ou rien des vannes 2 et 3 voies en logique câblée

3.2.5. Le régulateur et les afficheurs

Le régulateur commande la vanne 6 et la vanne proportionnelle en comparant un signal analogique transmis par un capteur de température à la consigne. Les afficheurs affichent les températures transmises par d'autres capteurs de température.

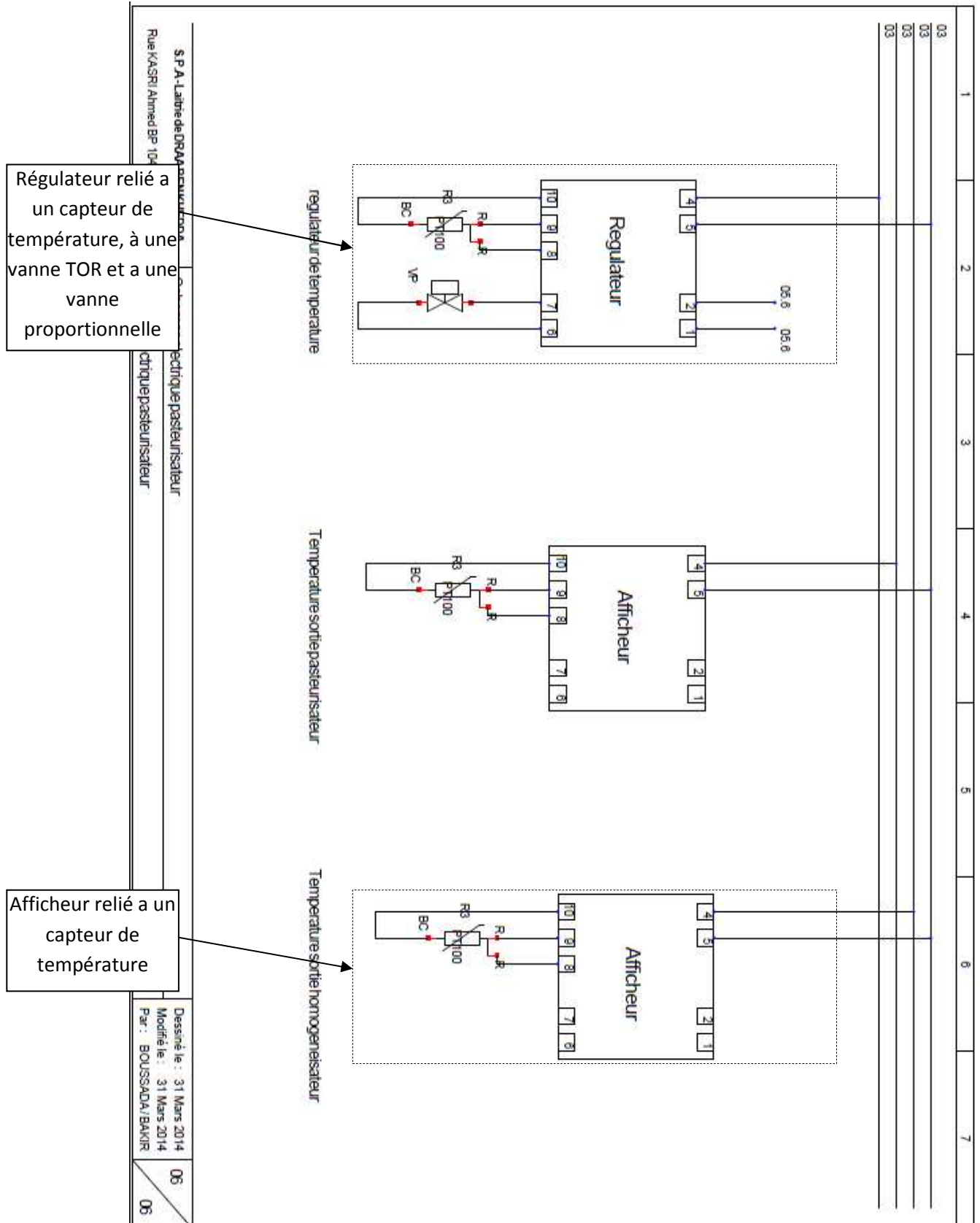


Figure III.11 : Raccordement des périphériques analogiques

4. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons procédé à l'étude des différents composants de l'armoire électrique ainsi qu'à leurs raccordements.

Cette étude nous permettra de gérer les entrées et les sorties de l'automate programmable industriel et de les exploiter correctement lors de la genèse du modèle Grafcet et du programme dans le chapitre suivant.

Chapitre IV

Modélisation et Programmation

1. Introduction

La programmation d'A.P.I est la tâche la plus difficile pour un automaticien. Générer le programme d'un automate implique la modélisation de la partie opérative qui se fait le plus souvent en utilisant un outil graphique pour ordonnancer la suite des tâches [5].

Dans ce chapitre nous allons modéliser la station étudiée en utilisant l'outil Grafcet et programmer l'automate à l'aide de L'I.D.E (Integrated Developpement Environment) Step7.

2. Le GRAFCET

2.1. Introduction au GRAFCET

Le GRAFCET (Graphique Fonction Commande Etape Transition) est un outil graphique normalisé permettant la modélisation et la description du fonctionnement d'un automatisme séquentiel. Le passage d'une séquence (étape) à une autre est conditionné par la validation d'une combinaison d'entrées logiques (transition) [1].

2.2. GRAFCET niveau 1

Le GRAFCET niveau 1 décrit l'aspect fonctionnel du système et la réaction de la partie commande aux informations provenant de la partie opérative et de la partie dialogue sans s'attarder sur la spécification technologique.

2.3. Règles du GRAFCET

Pour construire cet ordonnancement, l'automaticien se pose des questions sur les règles d'évolution du Grafcet [7].

Règle 1 : Un Grafcet commence par une étape initiale qui représente la situation initiale avant évolution du cycle.

Règle 2 : Une transition est soit validée ou non validée ; elle est valide lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont actives.

Lorsque la transition est valide et que la réceptivité associée est vraie elle est obligatoirement franchie.

Règle 3 : Le franchissement d'une transition entraîne l'activation des étapes immédiatement suivantes et la désactivation des étapes immédiatement précédentes.

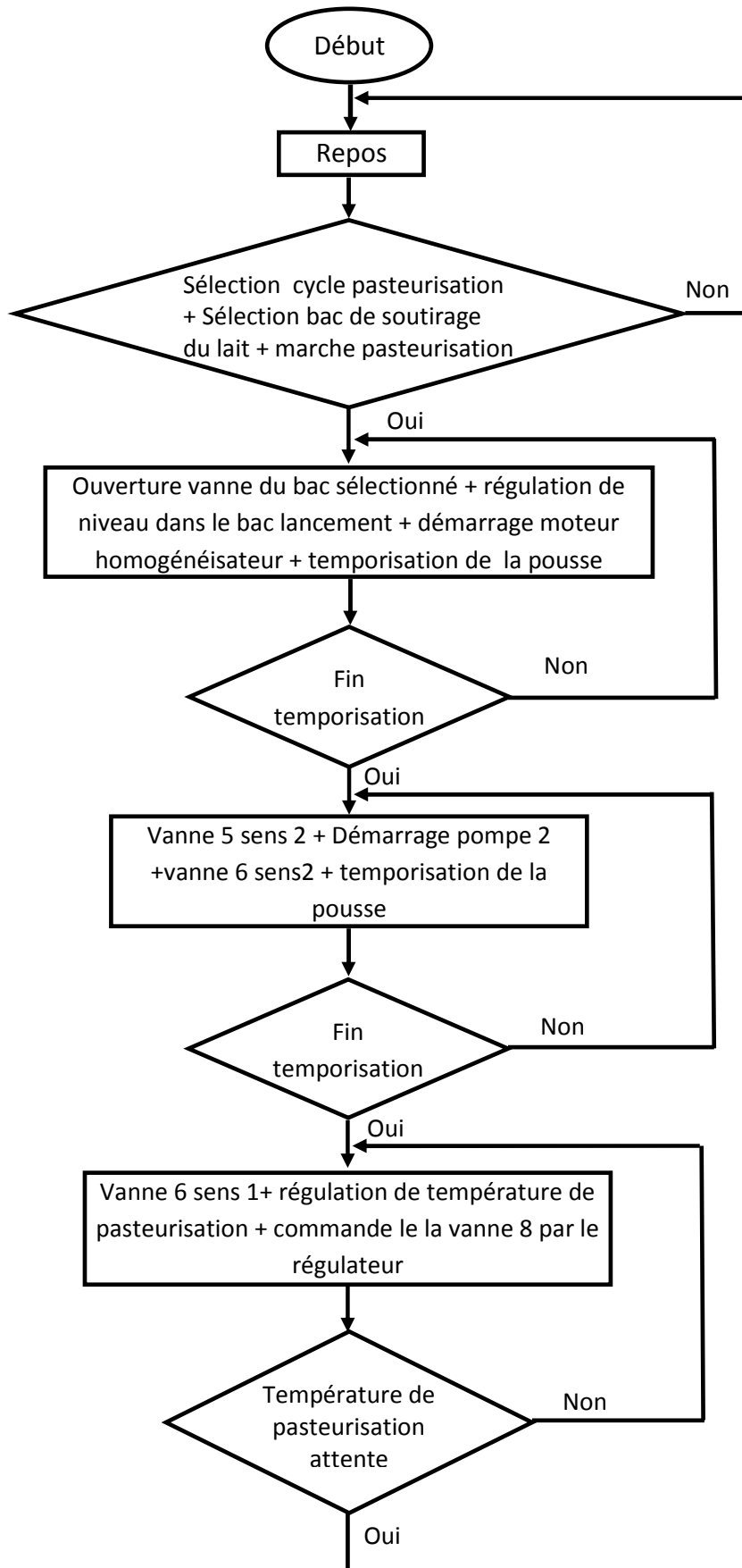
Règle 4 : Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

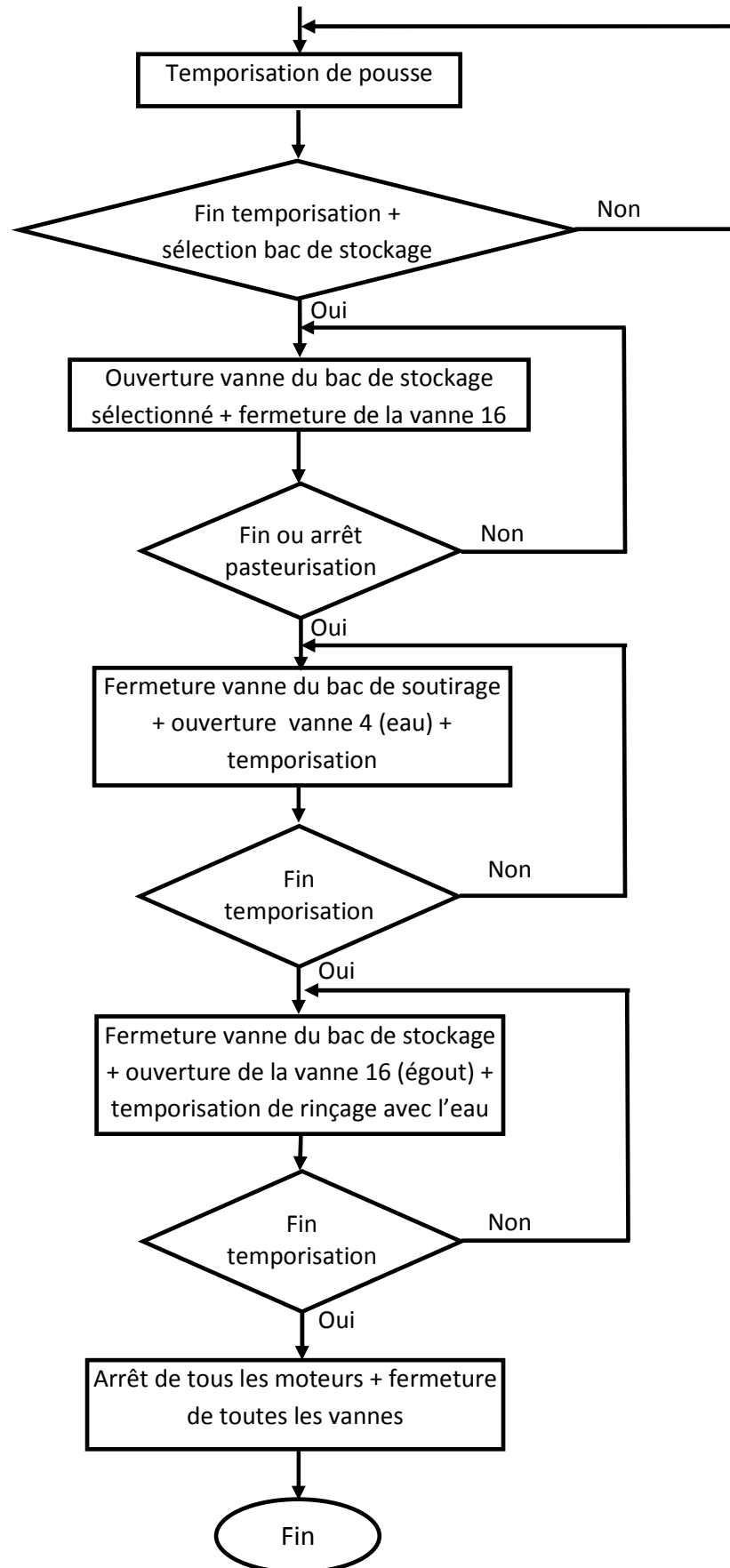
Règle 5 : Si au cours du fonctionnement, une même étape doit être désactivée et activée simultanément, elle reste active.

Avant de passer à la modélisation par l'outil Grafcet, nous avons préférés adopter un organigramme de raisonnement qui doit nous faciliter la tâche. Cet organigramme est donné ci dessous.

Organigramme du cycle de pasteurisation :

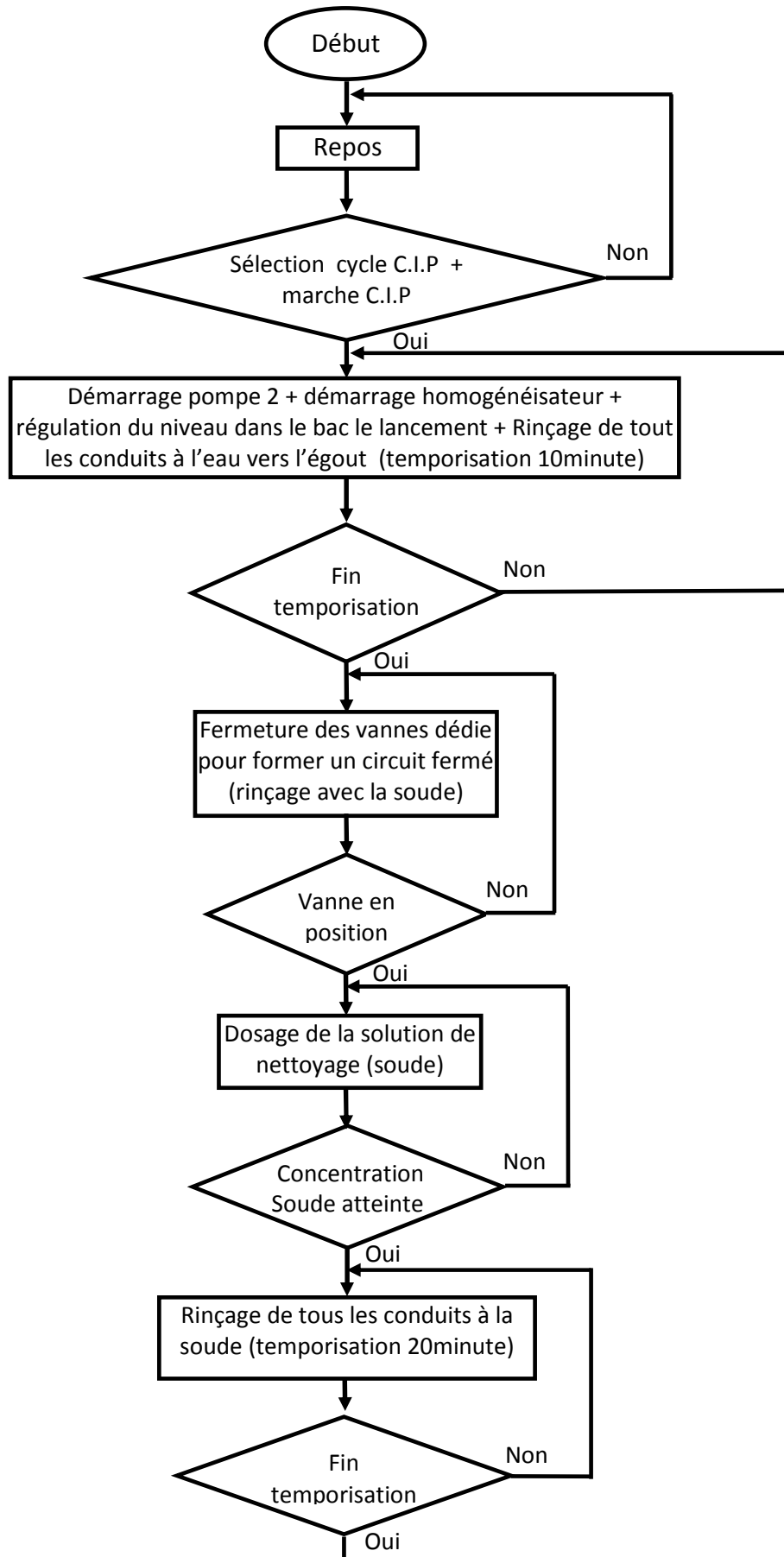
Afin de modéliser le processus de pasteurisation, Nous avons élaboré l’organigramme suivant :

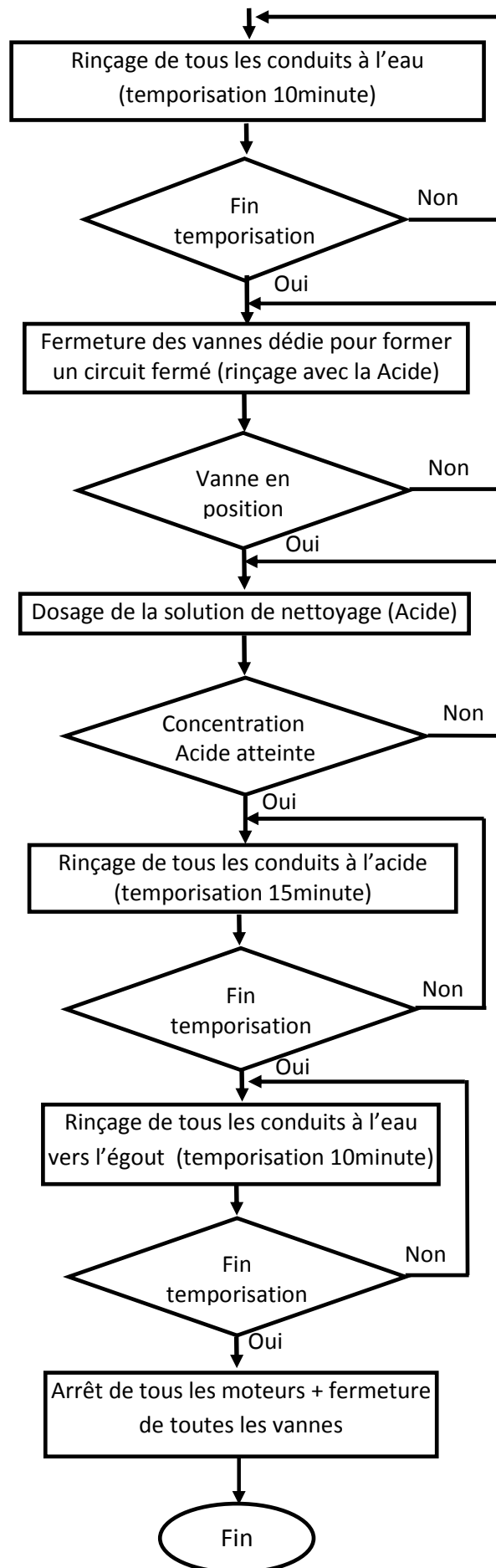




L'organigramme du cycle C.I.P :

Afin de modéliser le processus de C.I.P, nous avons élaborés l'organigramme suivant :





Le Grafcet modélisant la station de pasteurisation, résultant de l'organigramme donné précédemment, est donné dans ce qui suit :

2.4. Table des abréviations utilisées dans le GRAFCET

Abréviation	Nom complet	Abréviation	Nom complet
PP1	Puissance pompe 1	V8S1	Vanne 8 sens 1
PP2	Puissance pompe 2	V8S2	Vanne 8 sens 2
PP3	Puissance pompe 3	V9O	Vanne 9 ouverte
PP4	Puissance pompe 4	V9F	Vanne 9 fermée
PP5	Puissance pompe 5	V10S1	Vanne 10 sens 1
PMH	Puissance moteur homogénéisateur	V10S2	Vanne 10 sens 2
NBBL	Niveau bas bac de lancement	V11O	Vanne 11 ouverte
NHBL	Niveau haut bac de lancement	V11F	Vanne 11 fermée
NBS	Niveau bas soude	V12O	Vanne 12 ouverte
NBA	Niveau bas acide	V12F	Vanne 12 fermée
NBBSo 1	Niveau bas bac de soutirage 1	V13O	Vanne 13 ouverte
NHBSo 1	Niveau haut bac de soutirage1	V13F	Vanne 13 fermée
NBBSo 2	Niveau bas bac de soutirage 2	V14O	Vanne 14 ouverte
NHBSo2	Niveau haut bac de soutirage2	V14F	Vanne 14 fermée
NBBSo 3	Niveau bas bac de soutirage 3	V15O	Vanne 15 ouverte
NHBSo3	Niveau haut bac de soutirage3	V15F	Vanne 15 fermée
NBBSt 1	Niveau bas bac de stockage 1	V16O	Vanne 16 ouverte
NHBSt 1	Niveau haut bac de stockage1	V16F	Vanne 16 fermée
NBBSt 2	Niveau bas bac de stockage 2	V17O	Vanne 17 ouverte
NHBSt2	Niveau haut bac de stockage2	V17F	Vanne 17 fermée
NBBSt3	Niveau bas bac de stockage 3	VAHO	Vanne air Homogénéisateur ouverte
NHBSt3	Niveau haut bac de stockage3	VAHF	Vanne air Homogénéisateur fermée
Pa	Pressostat d'aire	VRHO	Vanne refroidissement Homogénéisateur ouverte
Ph	Pressostat d'huile (homo)	VRHF	Vanne refroidissement Homogénéisateur fermée
V1O	Vanne 1 ouverte	P1D	Pompe 1 démarrée
V1F	Vanne 1 fermée	P2D	Pompe 2 démarrée
V2O	Vanne 2 ouverte	P3D	Pompe 3 démarrée
V2F	Vanne 2 fermée	P4D	Pompe 4 démarrée
V3O	Vanne 3 ouverte	P5D	Pompe 5 démarrée
V3F	Vanne 3 fermée	MHD	Moteur homogénéisateur démarré
V4O	Vanne 4 ouverte	Fs	Flow switch
V4F	Vanne 4 fermée	Pe	Pressostat eau (boucle d'eau chaude)
V5S1	Vanne 5 sens 1	DP1	Démarrage Pompe 1
V5S2	Vanne 5 sens2	DP2	Démarrage Pompe 2
V6S1	Vanne 6 sens 1	DP3	Démarrage Pompe 3
V6S2	Vanne 6 sens2	DP4	Démarrage Pompe 4
V7O	Vanne 7 ouverte	DP5	Démarrage Pompe 5
V7F	Vanne 7 fermée	DMH	Démarrage moteur homo homogénéisateur
OV1	Ouverture Vanne 1	NC1	Niveau Critique bac stockage 1

OV2	Ouverture Vanne 2	NC2	Niveau Critique bac stockage 2
OV3	Ouverture Vanne 3	NC3	Niveau Critique bac stockage 3
OV4	Ouverture Vanne 4	PECH	Pression eau chaude
OV5S2	Ouverture vanne 5 sens 2	TA	Température Atteinte
OV6S2	Ouverture vanne 6 sens 2	TPA	Température de Pasteurisation Atteinte
OV7	Ouverture Vanne 7	TSA	Température Soude Atteinte
OV8S2	Ouverture Vanne 8 sens 2	TAA	Température Acide Atteinte
OV9	Ouverture Vanne 9		
OV10S2	Ouverture vanne 10 sens 2		
OV11	Ouverture Vanne 11		
OV12	Ouverture Vanne12		
OV13	Ouverture Vanne13		
OV14	Ouverture Vanne14		
OV15	Ouverture Vanne15		
OV16	Ouverture Vanne16		
FV17	Fermeture Vanne17		
OVRH	Ouverture Vanne Refroidissement Homo		
OVAH	Ouverture Vanne Aire Homo		
SCP	Sélection cycle pasteurisation		
MP	Marche pasteurisation		
SCC.I.P	Sélection cycle C.I.P		
MC.I.P	Marche C.I.P		
MH	Marche homogénéisateur		
AH	Arrêt homogénéisateur		
S1	Sélection Bac de soutirage 1		
S2	Sélection Bac de soutirage 2		
S3	Sélection Bac de soutirage 3		
St1	Sélection Bac de stockage 1		
St2	Sélection Bac de stockage 2		
St3	Sélection Bac de stockage 3		
P	Puissance		
VEI	Vannes état initial		
POM A	Pompes arrêtées		
PI	Pré-actionneur état initial		
CSA	Concentration soude atteinte		
CAA	Concentration acide atteinte		
CP	Condition pasteurisation		
CC.I.P	Condition C.I.P		
A1	Equation correspondante A1		
A2	Equation correspondante A2		
A3	Equation correspondante A3		
A4	Equation correspondante A4		
A5	Equation correspondante A5		

2.5. GRAFCET de fonctionnement de la station de pasteurisation de lait :

0

P.1 et Pa

16

SCP et /SCC.I.P et CP

17

S1 et /S2 et /S3 et NBBS01 et MP /S1 et S2 et /S3 et NBBS02 et et MP /S1 et /S2 et S3 et NBBS03 et MP

18

Ouverture vanne 1

19

Ouverture vanne 2

20

Ouverture vanne 3

V10

V20

V30

21

Démarrage pompe 3

P3D

22

Ouverture vanne 9

23

Fermeture vanne 9

24

Fermeture vanne 9

25

Regulation temperature

26

temporisation 2

27

vanne 5 sens 2

28

Demarrage pompe 2

29

vanne 6 sens 2

30

Temporisation 3

31

vanne 6 sens 1

32

ouverture vanne 16

33

Temporisation 4

34

fermeture vanne 16

35

Ouverture vanne 13

36

Ouverture vanne 14

37

Ouverture vanne 15

38

39

fermeture vanne 1

40

fermeture vanne 2

41

fermeture vanne 3

42

Alarme bac plein

43

fermeture vanne 1

44

fermeture vanne 2

45

fermeture vanne 3

47

Gestion vanne 8

48

46

49

50

vanne 8 sens 2

51

ouverture vanne 04

52

Temporisation 5

53

fermeture vanne 13

54

fermeture vanne 14

55

fermeture vanne 15

56

ouverture vanne 16

57

Temporisation 6

58

Arret pompe 3

59

vanne 5 sens 1

60

Fermer vanne 4

61

fermeture vanne 16

62

Vanne 8 sens 1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

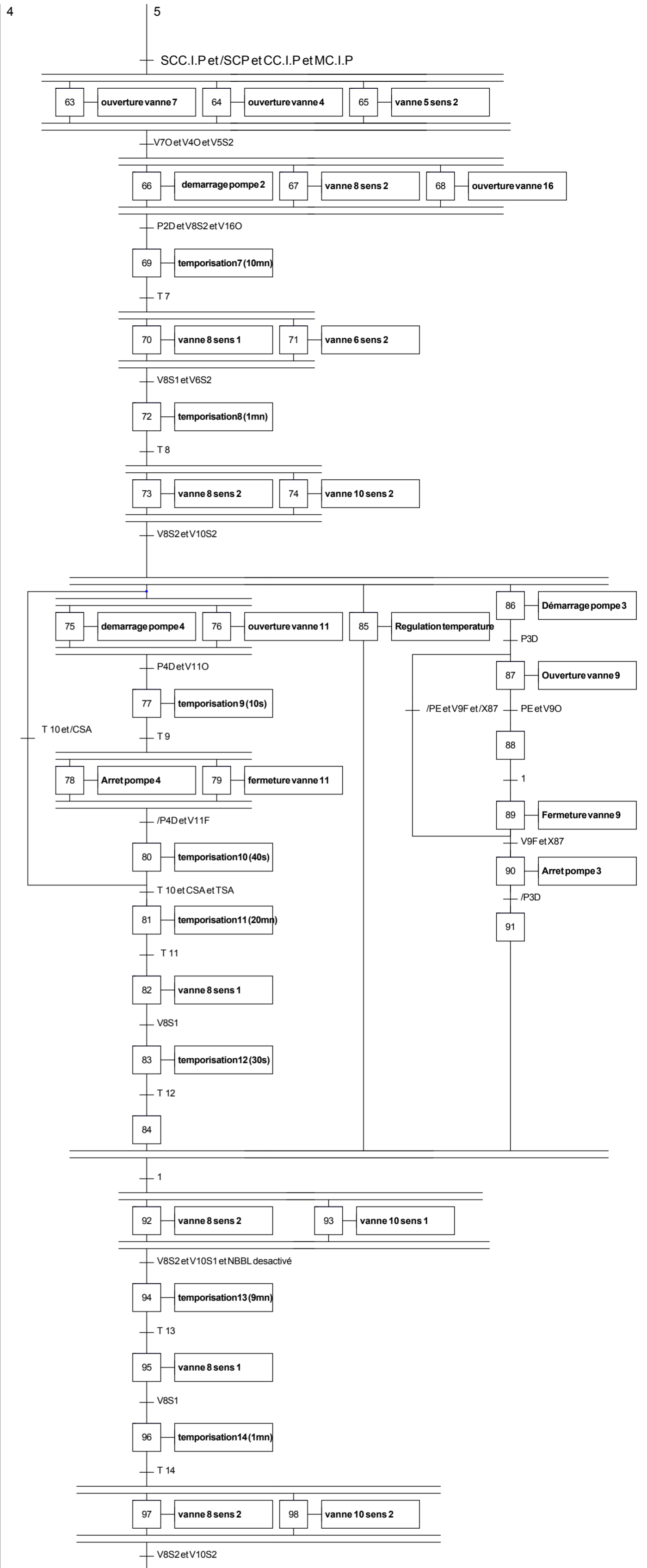
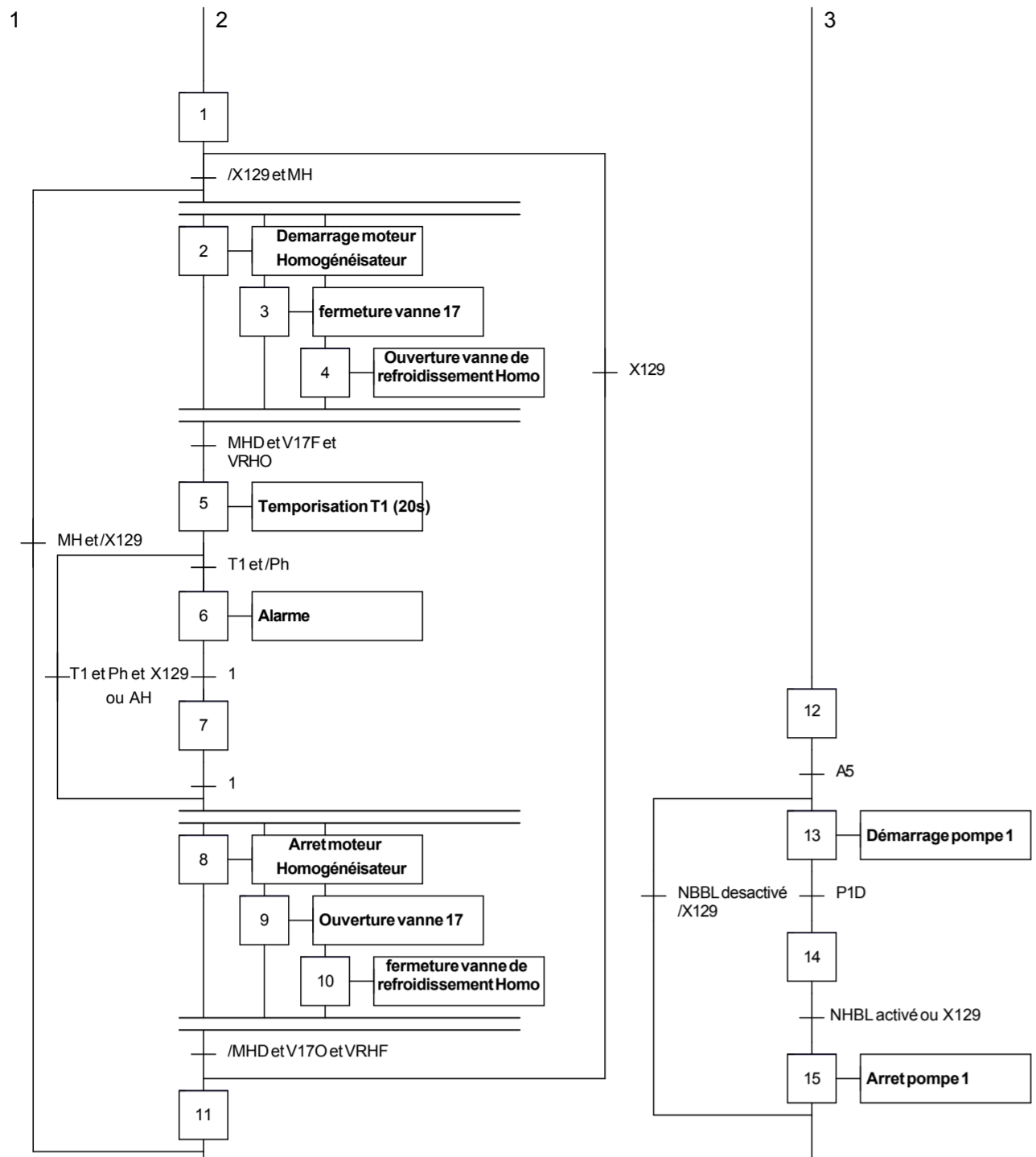
1

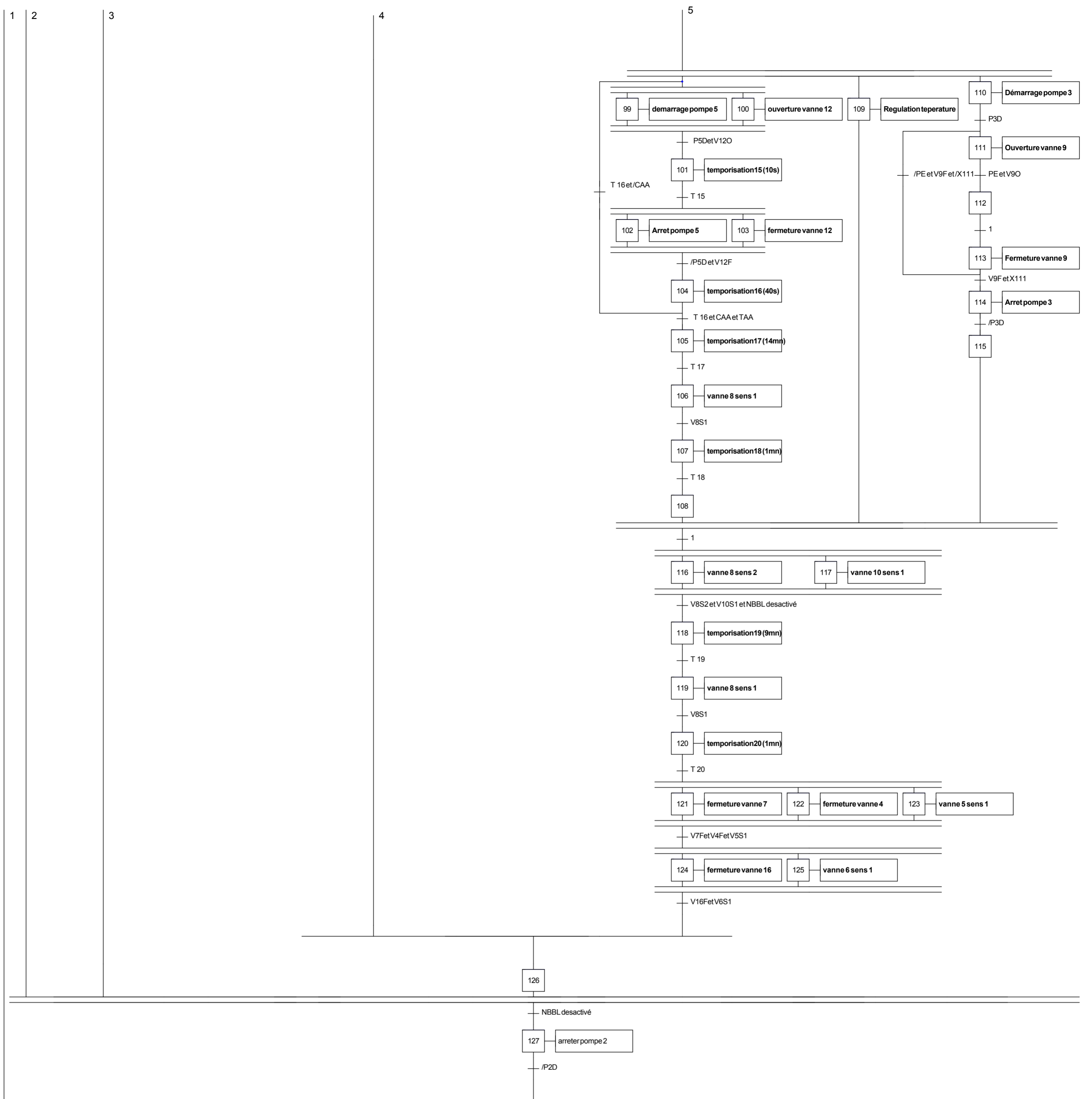
1

1

1

1





A1 : ST1 et /ST2 et /ST3 et Niveau critique bac 1

A2 : /ST1 et ST2 et /ST3 et Niveau critique bac 2

A3 : /ST1 et /ST2 et ST3 et Niveau critique bac 3

A4 : NBBL et (NBBS01 et S1 et /S2 et /S3 ou NBBS02 et /S1 et S2 et /S3 ou NBBS03 et /S1 et /S2 et S3)

A5 : NBBL desactivé et ((Marche Pasteurisation et Conditions Pasteurisation) ou (Marche C.I.P et Conditions C.I.P))

PI: Pré-actionneur etat initial

Pa: Presence aire

S1: Selection bac de soutirage 1

S2: Selection bac de soutirage 2

S3: Selection bac de soutirage 3

NBBS01: Niveau Bas bac Soutirage 1

NBBS02: Niveau bas Bac Soutirage 2

NBBS03: Niveau bas Bac Soutirage 3

ST1: Selection bac de Stockage 1

ST2: Selection bac de Stockage 2

ST3: Selection bac de Stockage 3

NBBL: Niveau Bas Bac de Lancement

NBBSt1: Niveau Bas bac de stockage 1

NBBSt2: Niveau Bas bac de stockage 2

NBBSt3: Niveau Bas bac de stockage 3

Ph :Pression huile

3. Logique programmée

Là où les méthodes d'élaboration de commande proposées par la logique câblée deviennent trop encombrantes, le système gagne en complexité. La logique programmée prend le relais en se basant sur une technologie à microprocesseurs (microcontrôleurs). Elle permet une réduction considérable (voir une miniaturisation) de la partie commande et la gestion du fonctionnement séquentielle des sorties de la partie commande.

3.1. Schéma de commande électrique :

3.1.1. Activation des vannes 2 et 3 voies :

Directement raccordées à la sortie tout ou rien de l'automate, les vannes 2 et 3 voies réagissent à la présence et à l'absence d'un signal électrique sur ladite sortie. La présence d'un signal active la vanne, tandis que son absence la remet en place.

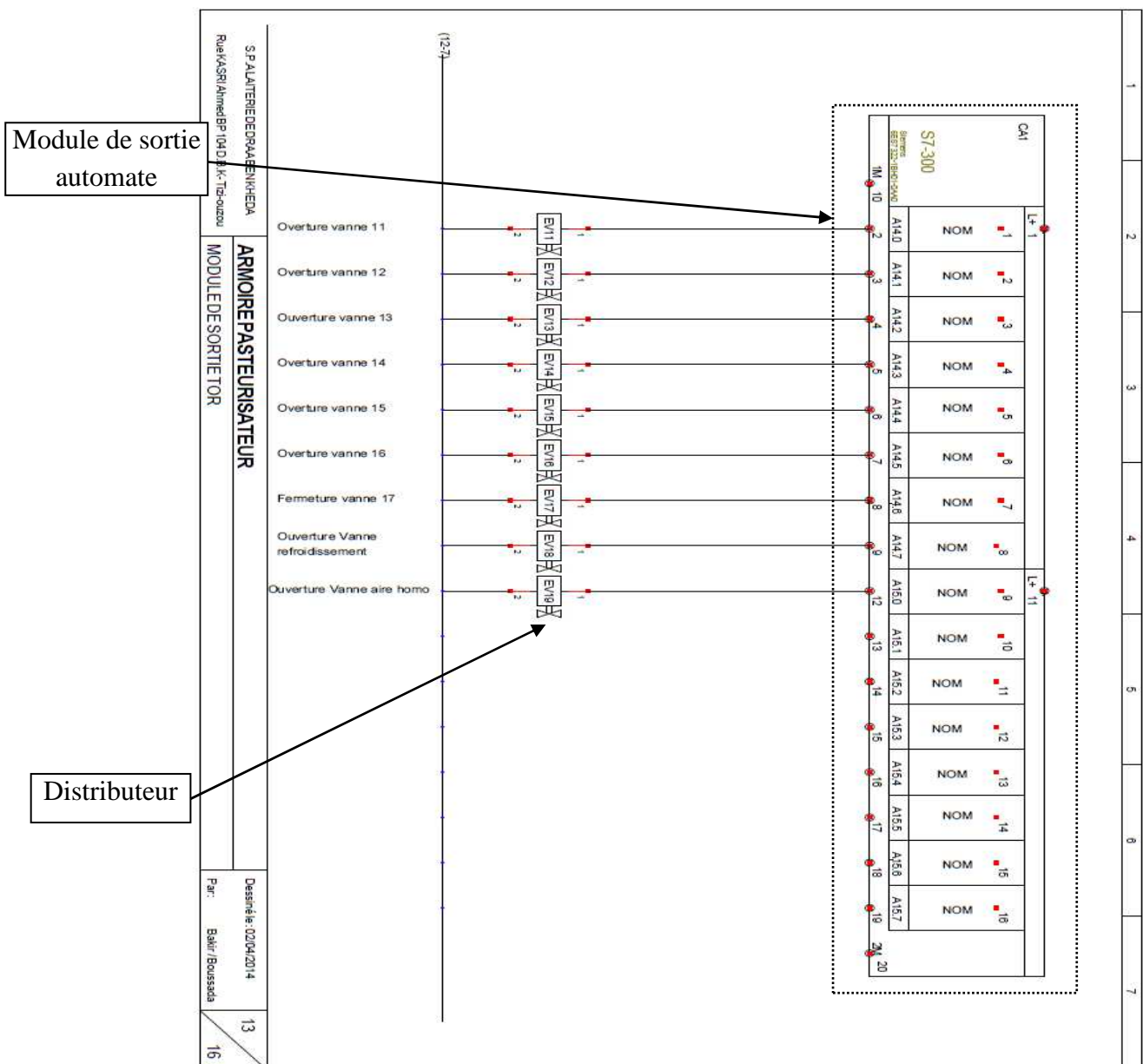


Figure IV.1 : Raccordement des vannes a l'automate

3.1.2. Démarrage des pompes

Les moteurs asynchrones des pompes sont montés en démarrage direct. Chaque moteur est relié à un contacteur. Ce dernier tire sa puissance d'un sectionneur relié au réseau électrique triphasé et sa commande de la sortie tout ou rien de l'automate.

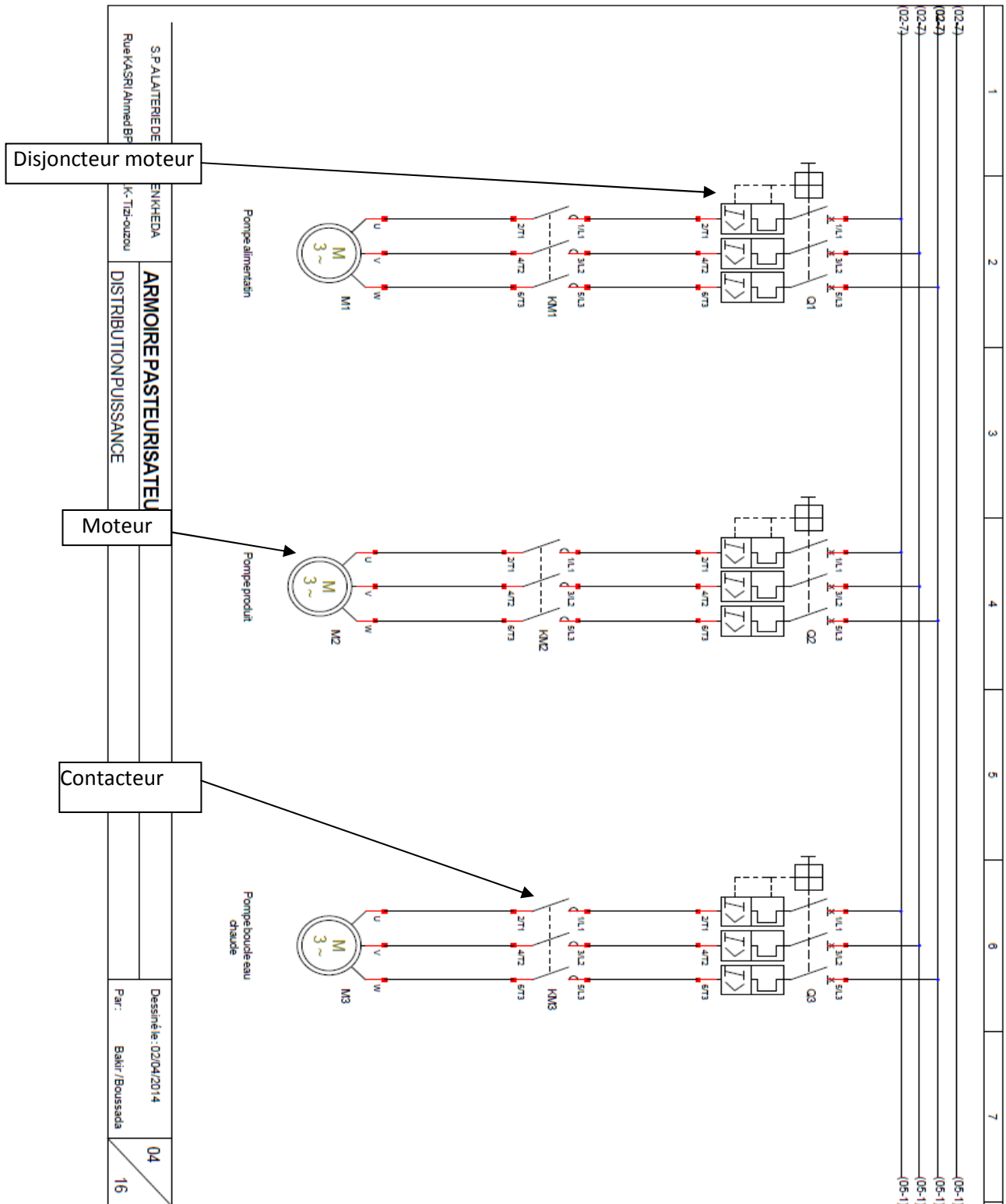


Fig IV.2 : Alimentation des pompes

3.1.3. Démarrage du moteur de l'homogénéisateur

Le démarrage direct du moteur de l'homogénéisateur n'est pas envisageable car, de par sa grandeur, les courants et le couple de démarrage endommageraient l'installation. Ce dernier est alors démarré en étoile-triangle.

Après la mise sous tensions et l'envoi de la commande de démarrage de l'homogénéisateur le moteur est alimenté, durant une certaine période, en étoile ce qui réduit les courants et le couple de démarrage en sous alimentant le moteur. Puis le circuit d'alimentation bascule vers le triangle et le moteur est alimenté en courant et tensions nominales.

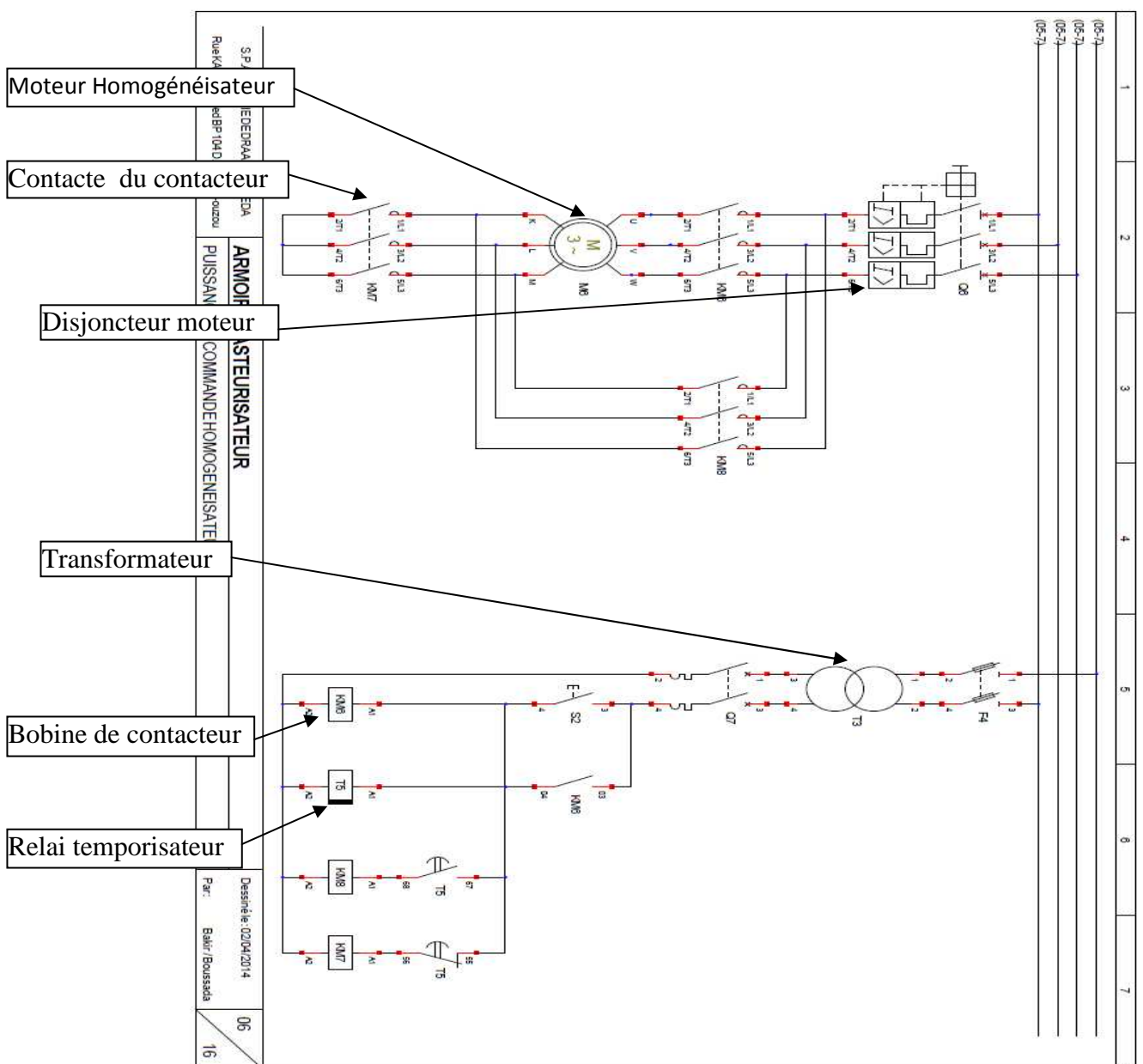


Figure IV.3 : Couplage étoile triangle du moteur de l'homogénéisateur

3.1.4. Raccordement des entrées analogiques

Les entrées analogiques sont directement reliées à l'automate auquel elles transmettent les informations prélevées sur le processus.

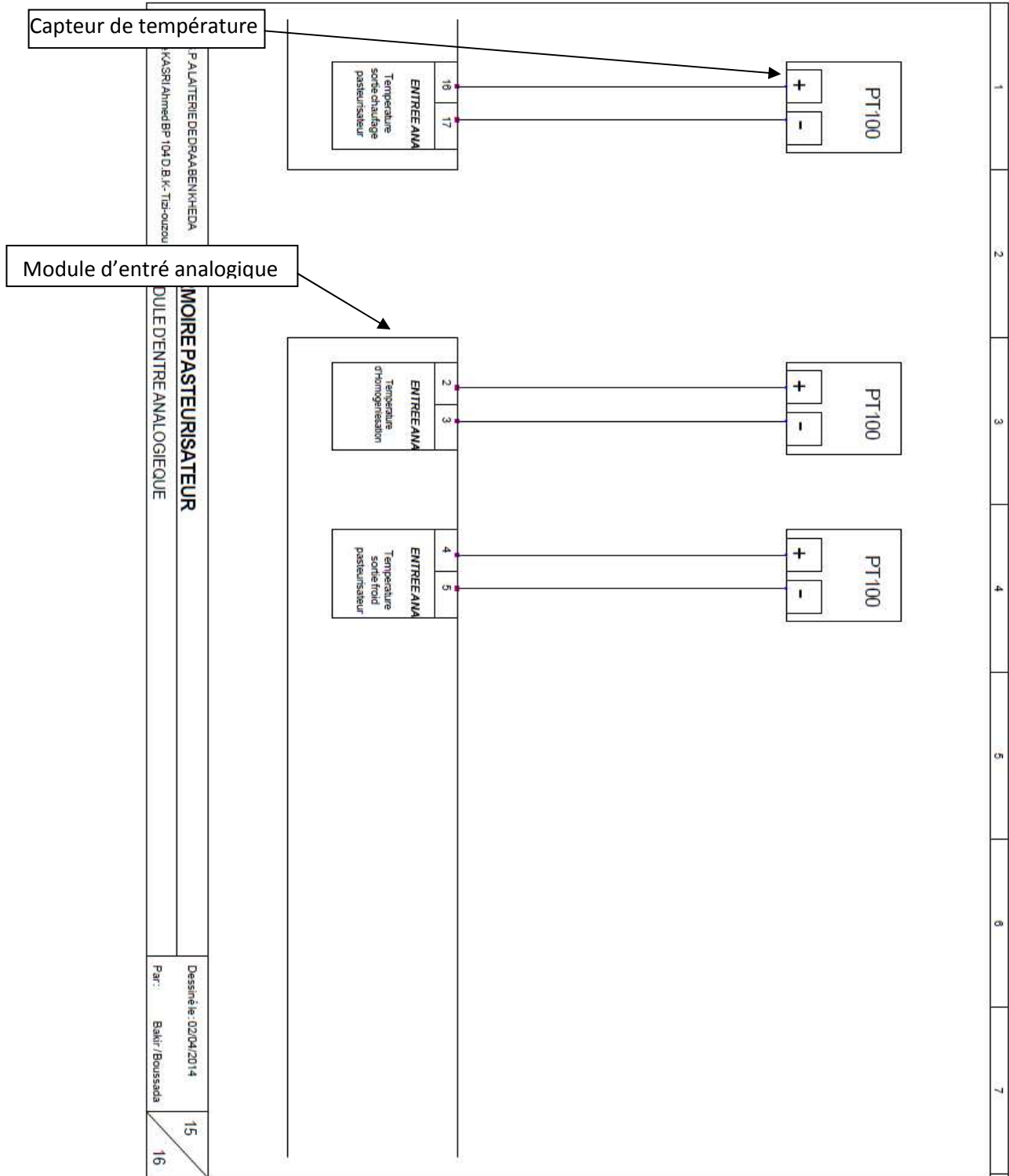


Figure IV.4 : modules d'entrées analogiques et capteurs PT100

3.1.5. Raccordement des sorties analogiques

Les sorties analogiques sont directement reliées à l'automate qui les asservit grâce à un signal analogique.

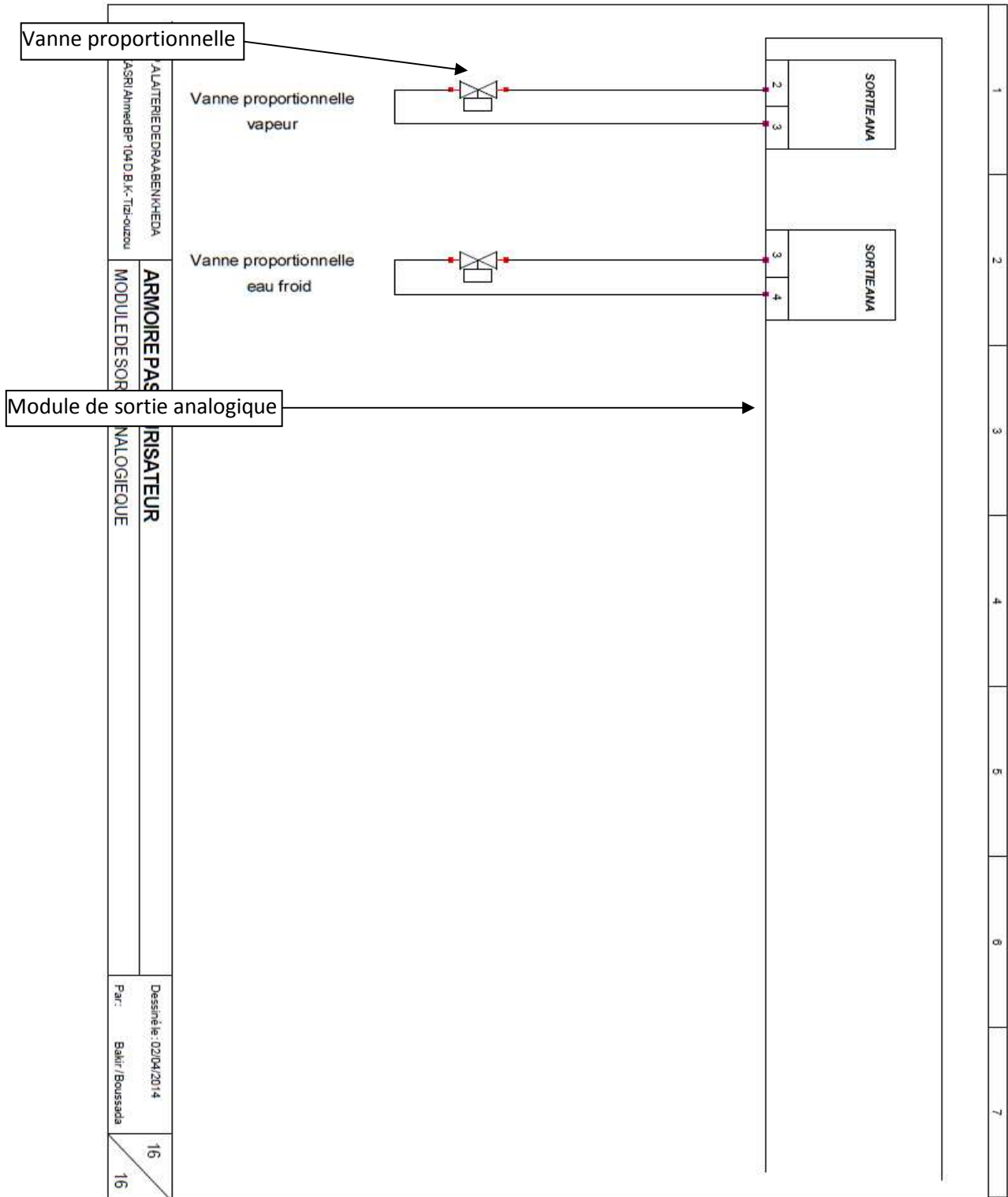


Figure IV.5 : Vannes proportionnelles et sorties analogiques

3.2. Avantages de la logique programmée en comparaison avec la logique câblée.

Les avantages majeurs de cette méthode et de cette technologie sont :

- la miniaturisation ; qui engendre un gain d'espace important en réduisant considérablement la quantité de câblage utilisé.
- La flexibilité et la modularité qui rendent possible la conception de systèmes adaptés au besoin et aux moyens de l'entreprise et la possibilité de modifier le fonctionnement de la station sans modifier le câblage.
- La rapidité d'exécution et l'évolutivité.

3.3. Les automates programmables industriels (A.P.I)

L'API est un appareil électronique programmable, adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré-actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logiques, analogiques ou numériques, reçues de la partie opérative ou de la partie dialogue. Cette structure est donnée sur la figure IV.6 [5].

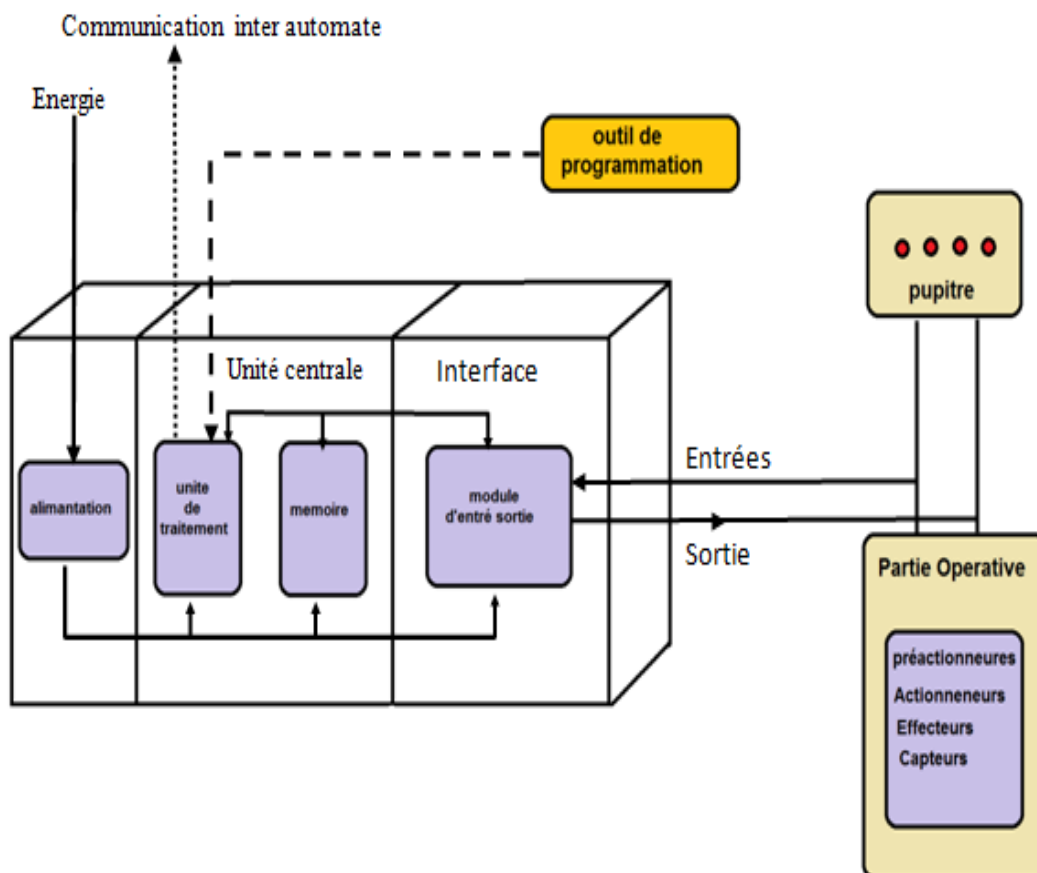


Figure IV.6 : structure interne d'un API

4. Présentation de l'API S7/300

L'API S7/300, illustré sur la figure suivante est de la famille SIMATIC qui est un automate de conception modulaire destiné à des tâches d'automatisation de moyenne et haute gamme et / ou étendue.

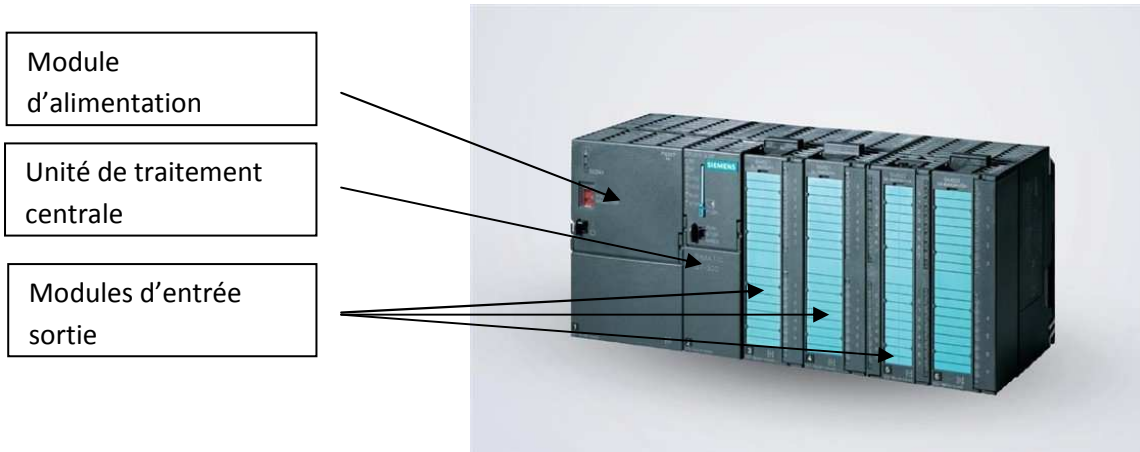


Figure IV.7 Automate S/7 300

4.1. Le module d'alimentation

Le module d'alimentation approvisionne l'intégralité des modules que comporte l'automate en énergie. Il convertit la tension fournie par le secteur (220V, 380V) en tension continue (5V, 12V, 24V).

4.2. CPU (Unité centrale de traitement)

L'unité centrale est le module d'exécution du programme chargé dans la mémoire.

Il scrute les entrées, exécute les instructions en tenant compte des entrées et génère les sorties.

La CPU 315 2 PN / DP dispose de :

- 128 KB de mémoire extensible à 8MB.
- D'une interface Ethernet permettant une liaison directe avec l'IHM (interface homme machine) au lieu d'une liaison via un module.
- Peut gérer jusqu'à 32 modules.
- Sauvegarde l'état de la CPU pour récupérer après une coupure de courant.

4.3. Modules d'entrée / sortie tout ou rien (TOR)

Les E/S (entrées / sorties) tout ou rien sont des composants qui génèrent ou réagissent à des signaux électriques tout ou rien normalisés.

Les modules de sortie génèrent des signaux en réaction à des séquences du programme pour activer ou désactiver des actionneurs ou des pré-actionneurs. Les modules d'entrée, quand à eux, reçoivent les données et font évoluer le programme qui génère les sorties.

4.4. Modules d'entrée / sortie analogiques

Les modules d'entrée et de sortie analogiques tout comme les modules tout ou rien génèrent et reçoivent des signaux.

Les modules d'entrée analogiques reçoivent le signal analogique normalisé d'un capteur couplé à un transmetteur. Le signal est échantillonné et la valeur de l'échantillonnage est sauvegardée dans la mémoire de l'automate.

Les modules de sortie recomposent un signal analogique à partir d'une valeur numérique sauvegardée dans la mémoire de l'automate. Ce dernier est transmis à l'actionneur.

4.5. Configuration Matérielle :

Les modules utilisés dans le cadre de l'automatisation de la station de pasteurisation sont répertoriés et paramétrés comme montré dans la figure ci-dessous :

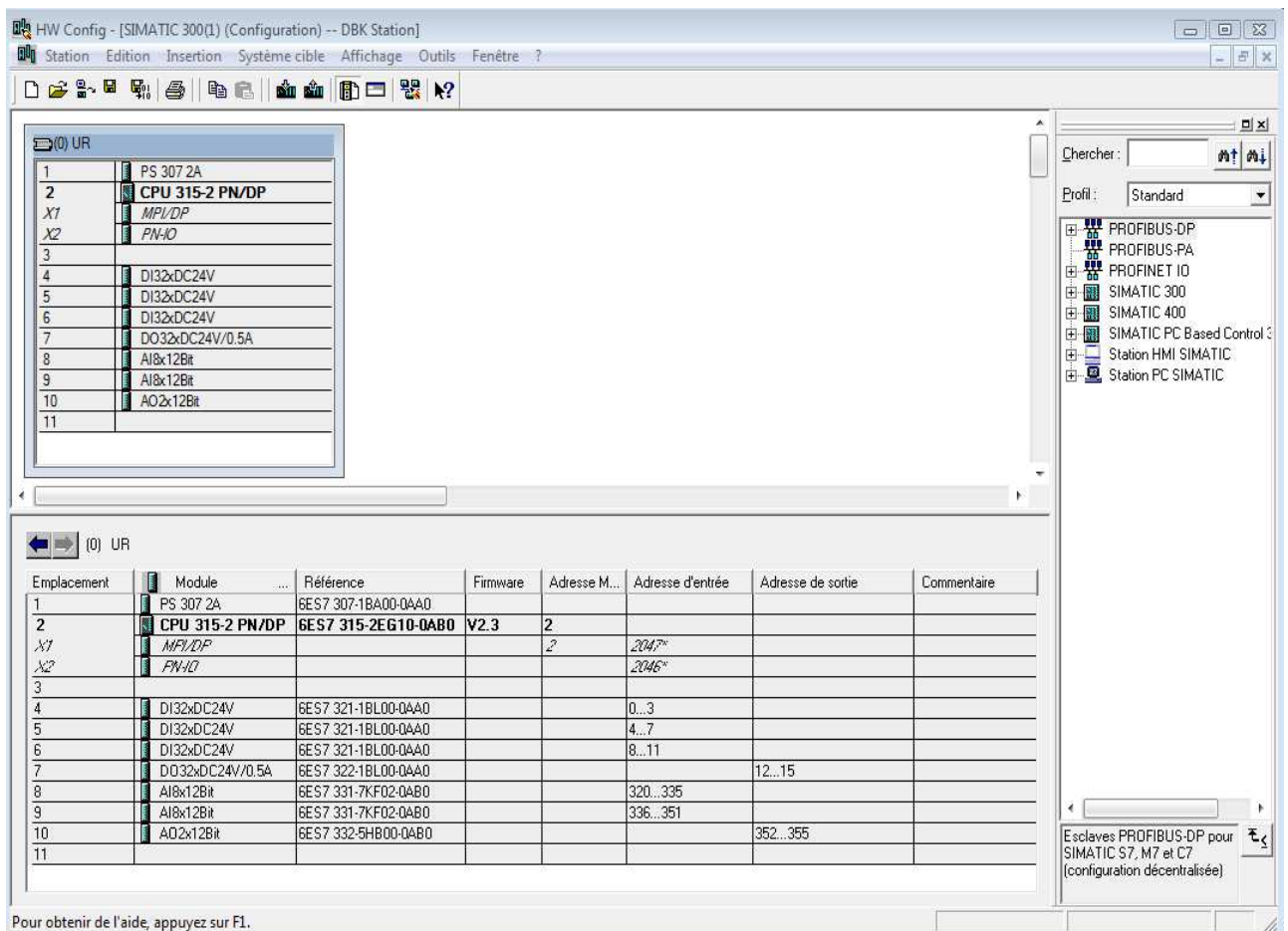




Figure IV.8 : Capture d'écrans de la configuration matérielle utilisée

Après que la configuration matérielle ait été effectuée. Il faut la compiler et la charger dans la mémoire de l'automate en appuyant respectivement sur le bouton  puis 

5. Programmation en Ladder (LD)

Très populaire auprès des automaticiens notamment pour la programmation d'API. Le langage de programmation LD (littéralement traduit échelle depuis l'anglais) est un langage graphique (pictographique) inventé initialement pour décrire la logique à relais, actuellement utilisé pour décrire le fonctionnement séquentiel d'une installation.

Le langage de programmation LD reste simple et compréhensible par un large éventail de personnel technique de par sa ressemblance aux circuits électriques.

Les contacts normalement ouverts en vert témoignent de la présence d'un signal sur les entrées qui leurs sont individuellement affectées tandis que les contacts normalement fermés en vert ainsi que les contacts et les blocks (bascule SR) en pointillets bleus trahissent l'absence de ce dernier.

5.1. Mise à l'échelle avec le bloc FC 105 :

La fonction mise à l'échelle (SCALE) prend une valeur entière (IN) et la convertie en une valeur réelle exprimée en unités physiques, comprises entre une limite inférieure (LO_LIM) et une limite supérieure (HI_LIM).

Les valeurs d'entrée sont comprises entre deux valeur K1 et K2:

- Si l'entrée est Bipolaire : La valeur entière d'entrée est supposée être comprise entre -27648.0 et 27648.0, donc : $K1 = -27648.0$ et $K2 = +27648.0$
- Si l'entrée est unipolaire : La valeur entière d'entrée est supposée être comprise entre 0.0 et 27648.0, donc : $K1 = 0.0$ et $K2 = +27648.0$

Si la valeur entière d'entrée est supérieure à K2, la sortie (OUT) est saturée à la valeur la plus proche de la limite supérieure (HI_LIM) et une erreur est signalée. Si la valeur entière d'entrée est inférieure à K1, la sortie est saturée à la valeur la plus proche de la limite inférieure (LO_LIM) et une erreur est signalée [8].

• Paramètres de la FC105 :

- EN : Alimentation du module.
- IN : Valeur d'entrée à convertir.
- HI_LIM : limite supérieure en unité physique.
- LO_LIM : limite supérieure en unité physique.
- Bipolaire : L'état de signal "1" signifie que la valeur d'entrée est bipolaire et l'état de signal "0" qu'elle est unipolaire.
- OUT : Résultat de la conversion d'échelle

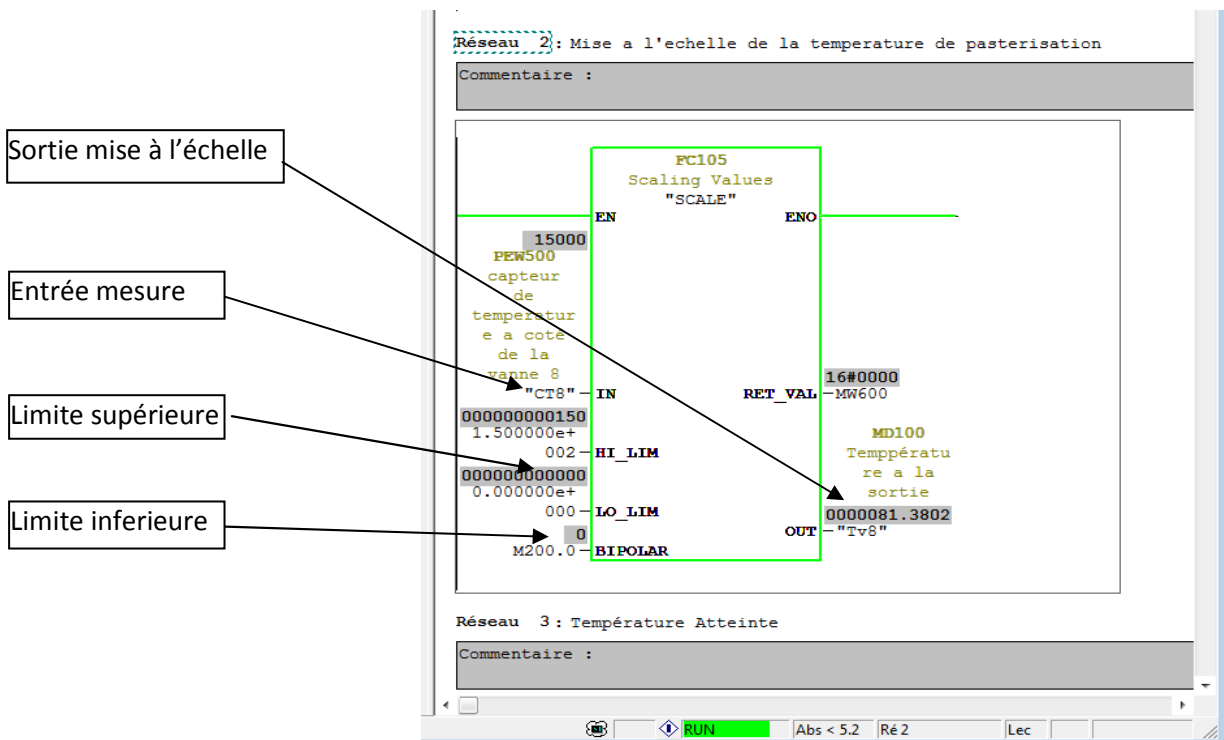


Figure IV.9 : Bloc de mise à l'échèle de l'entrée analogique

5.2. La régulation continue:

Dans une régulation continue, la grandeur à contrôler (sortie ou réponse) est mesurée de façon continue et ensuite comparée aux valeurs d'entrée du système (consigne). La régulation à pour objectif principal de rapprocher la valeur à réguler de celle injectée en entrée.

Pour réaliser cette régulation plusieurs blocs préprogrammes sont disponibles sous step 7 dont le bloc FB 41 dont lequel nous devons d'abord déterminer les paramètres du P.I.D.

5.2.1. Identification des paramètres du P.I.D. :

5.2.1.1 Broïda:

Avec cette méthode un système d'ordre n est assimilé à un système de 1^{er} ordre. Nous déterminons les paramètres T et τ comme suit :

$$T = 2.8.(t_1 - t_0) - 1.8.(t_2 - t_1)$$

$$\tau = 5.5.(t_2 - t_1)$$

Où les valeurs de t_2 , t_1 et t_0 seront prélevés graphiquement comme représenté ci-dessous.

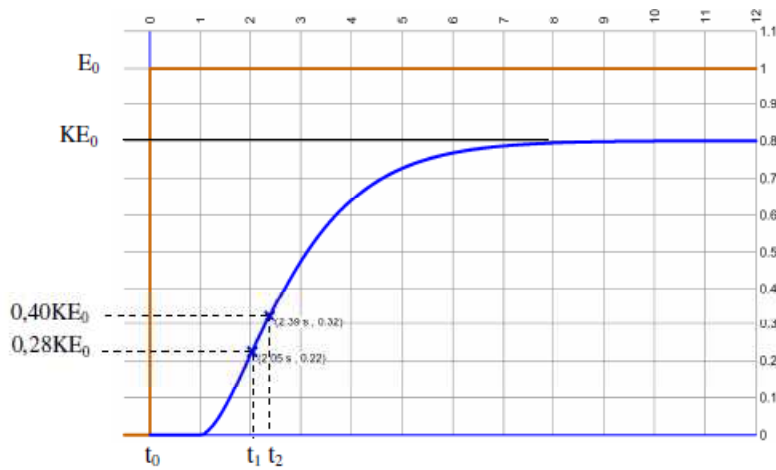


Figure IV.10 : Extraction de t_1 et t_2 à partir d'un système de 1^{er} ordre

Le rapport τ/T nous donne une idée sur le type de régulateur à utiliser comme illustré sur le schémas ci après :



Figure IV.10 : Déduction du paramétré à utiliser suivant la valeur $\frac{\tau}{T}$

Une fois le régulateur choisi on se sert du tableau suivant pour déterminer le reste des paramètres du régulateur.

	P	PI série	PI parallèle	PID série	PID parallèle	PID mixte
G		$\frac{0.78 \tau}{Gs.T}$		$\frac{0.83 \tau}{Gs.T}$	$\frac{0.83}{Gs} \cdot (\frac{\tau}{T} + 0,4)$	
Ti	Sans	τ	$\frac{Gs. \tau}{0.78}$	τ	$\frac{Gs. \tau}{0.75}$	$\tau + 0,4.T$
Td		0		$0,42.T$	$\frac{0.350 \tau}{Gs}$	$\frac{T. \tau}{T + 2,5. \tau}$

Tableau IV.1 : Paramétré du correcteur selon Borida

5.2.1.2 Méthode empirique de Zeigler-Nichols

Le modèle de zeigler-nichols sert à calculer les paramètres des correcteurs pour les systèmes linéaires en boucle ouverte ou fermée ayant de bonnes performances.

- En boucle ouverte

Il faut calculer les deux paramètres

T et τ de sorte que

$$T = t_1 - t_0$$

$$\tau = t_2 - t_1$$

t_2 et t_1 sont obtenus en traçant la tangente à l'origine qui passe par le point d'inflexion.

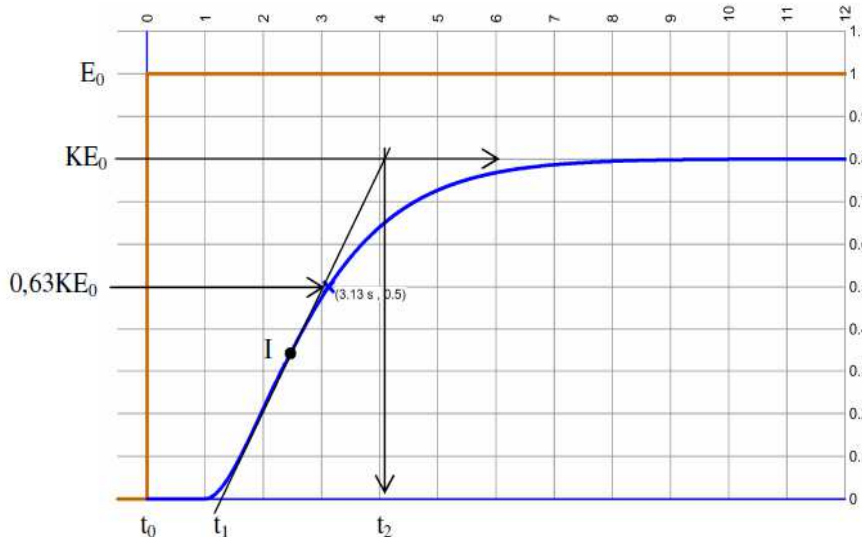


Figure IV.11 : Extraction de t_1 , t_2 et t_0 à partir d'un système de 1^{er} ordre

	P	PI série	PID mixte
K_r	$\frac{\tau}{T}$	$\frac{0,9 \cdot \tau}{T}$	$\frac{1,27 \cdot \tau}{T}$
τ_i		3,3.T	2.T
τ_d			0,5.T

Tableau IV.2 : Calcul des paramètres des actions P, I et D pour un système en boucle ouverte selon Zeigler-Nichols

- En boucle fermée

Dans le cas où nous n'avons pas accès au système en boucle ouverte nous utiliserons le test dit « limite de pompage ». Nous utiliserons le correcteur seulement en P. Nous augmenterons

K_r jusqu'à l'apparition d'oscillations entretenues. Nous devons alors relever $K_{r_{osc}}$ et T_{osc} avec lesquels nous déterminerons les paramètres du correcteur suivant le tableau ci-dessous.

	P	PI sérié	PI parallèle	PID série	PID parallèle	PID mixte
Kr	$0,5.K_{rosc}$	$0,45.K_{rosc}$		$0,3.K_{rosc}$	$0,6.K_{rosc}$	
τ_i	Max	$0,83.T_{osc}$	$2. \frac{T_{osc}}{K_{rosc}}$	$0,25.T_{osc}$	$8500. \frac{T_{osc}}{K_{rosc}}$	$0,5.T_{osc}$
τ_d	0			$0,125.T_{osc}$	$0,075.T_{osc}.K_{rosc}$	$0,152.T_{osc}$

Tableau IV.3 : Calcul des paramètres des actions P, I et D pour un système en fermée ouverte selon Zeigler-Nichols

5.2.1.3 Méthode des approximations successives

Le système fonctionnant en boucle fermée est ramené autour de son point de fonctionnement manuellement. De petites perturbations sont introduites afin d'observer la réaction du système et de déduire les valeurs approximatives pour les actions proportionnelle, dérivée et intégrale.

Les paramètres sont alors réglés l'un après l'autre (P puis D puis I) en insérant un échelon de consigne (5% à 10% de la consigne) dans le dit système (valeurs toujours plus proches des valeurs recherchées).

Cette méthode est utilisable dans les systèmes automatisés à faible inertie car son utilisation dans les systèmes à grande inertie demanderait beaucoup trop de temps pour que le système revienne au point de fonctionnement.

- Réglage du paramètre P :
 - Stabiliser la mesure au point de fonctionnement ;
 - Mettre le régulateur en P seulement ($T_i = \text{Max}$ et $T_d = 0$) ;
 - Afficher un gain faible (inférieur à 1) ;
 - Passer le régulateur en automatique pour égaler la consigne ;
 - Introduire un échelon de consigne de 5% à 10% ;
 - Observer l'allure de la courbe résultante.

Si c'est une harmonique amortie augmenter le gain (ou diminuer la bande proportionnelle).

Si elle présente plus de deux oscillation diminuer le gain (ou augmenter la bande proportionnelle).

- Réglage du paramètre D : qui ne se justifie que si la mesure accuse un retard.
 - Conserver la valeur de l'action proportionnelle précédente et la valeur de l'intégrale minimale ;
 - Introduire une action dérivée faible (le tiers du temps de réaction) ;
 - Mettre le régulateur en automatique jusqu'à ce que la mesure égale la consigne ;

- Insérer un faible échelon de consigne (de 5% a 10%).

Si la réponse ne s'amortit pas augmenter Td.

Si la réponse est oscillante ou lente diminuer Td.

- Réglage du paramètre I :
 - Conserver les valeurs des actions proportionnelle et dérivée précédemment déterminées ;
 - Introduire une action intégrale faible (quelques minutes) ;
 - Mettre le régulateur sur automatique et observer la courbe résultante.

Si la réponse est trop amortie ou trop lente, diminuer Ti.

Si la réponse présente un dépassement trop important, augmenter Ti.

5.2.2. Le bloc FB 41

- **Description du bloc FB 41 :**

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. Le paramétrage nous permet d'activer ou de désactiver des fonctions partielles du régulateur PID et donc d'adapter ce dernier au système régulé [8].

- **Quelques entrées du bloc FB41 :**
 - EN : Mise sous tension du bloc
 - COM_RST : Remise à zéro
 - MAN_ON : Activation du mode manuel.
 - PVPER_ON : Activation de la mesure de périphérie
 - P_SEL : Activation de l'action proportionnelle
 - I_SEL : Activation de l'action par intégration
 - D_SEL : Activation de l'action par dérivation
 - CYCLE : Période d'échantillonnage
 - SP_INT : Consigne interne
 - PV_PER : Mesure de périphérie
 - GAIN : Coefficient d'action proportionnelle
 - TI : Temps d'intégration
 - TD : Temps de dérivation
 - LMN_PER : Valeur de réglage de périphérie

Description :

L'introduction de la consigne se fait sur la branche SP_INT en format de virgule flottante et la mesure peut être lue en format de périphérie ou de virgule flottante, la mesure introduit en format périphérique sur l'entré PV_PER est convertit par CRP_IN en un nombre à virgule flottante compris entre -100 et +100 % selon la formule suivante :

$$\text{Sortie de CPR_IN} = \text{PV_PER} * \frac{100}{27648}$$

La fonction PV_NORM normalise la sortie de CRP_IN selon la formule suivante :

$$\text{Sortie de PV_NORM} = (\text{sortie de CPR_IN}) _ \text{PV_FAC} + \text{PV_OFF}$$

La valeur par défaut de PV_FAC est 1 et celle de PV_OFF est 0.

La différence entre consigne et mesure donne le signal d'erreur, Il traverse une zone morte (DEADBAND) pour supprimer la petite oscillation permanente due à la quantification de la grandeur de réglage, les actions proportionnelle, intégrale (INT) et dérivée (DIF) sont en parallèle et peuvent être activées ou désactivées séparément. Ceci permet de paramétrer des régulateurs P, PI, PD et PID. La fonction LMNLIMIT permet de limiter la grandeur de réglage a une valeur indiquer, et la fonction LMN_NORM normalise la sortie de LMNLIMIT.

La valeur de réglage est disponible sur LMN en format a virgule flottante, aussi en format de périphérie grâce à la fonction CRP_OUT qui convertit la valeur à virgule flottante LMN en une valeur de périphérie selon la formule [8].

- **Schéma fonctionnelle**

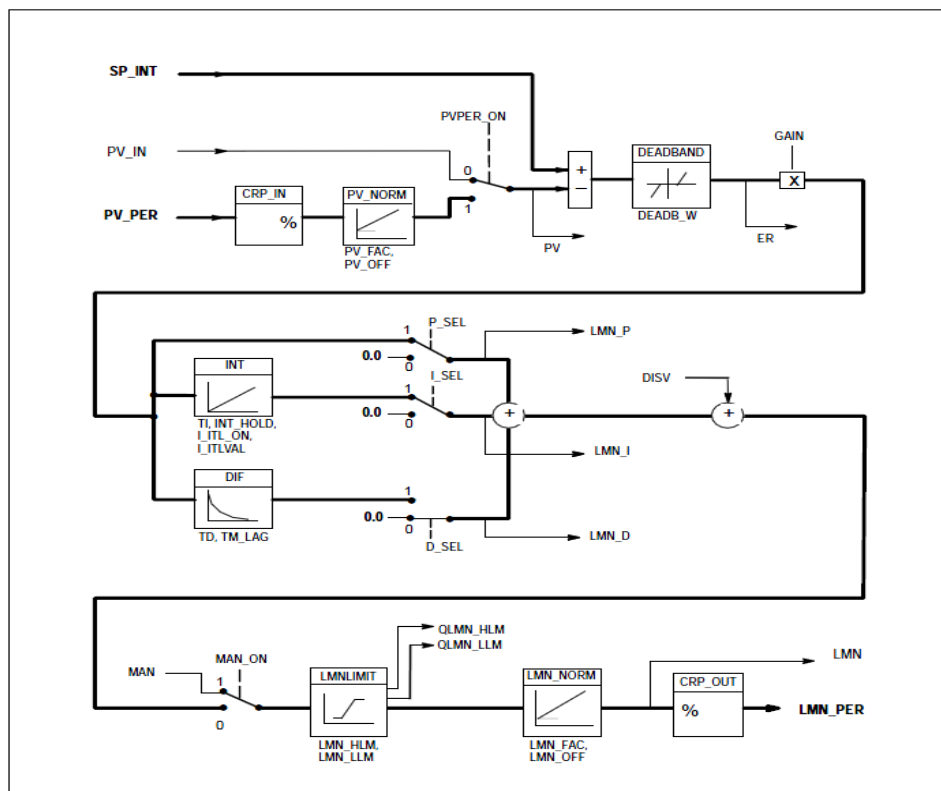


Figure IV.12 Schéma fonctionnel de CONT_C

Le bloc FB 41 est utilisé pour la régulation en continue des deux vannes proportionnelles (la vanne à vapeur et la vanne d'eau glacée). Son rôle sert à calculer une valeur d'ajustement, en fonction de l'erreur (différence mesure / consigne) selon l'algorithme du régulateur PID.

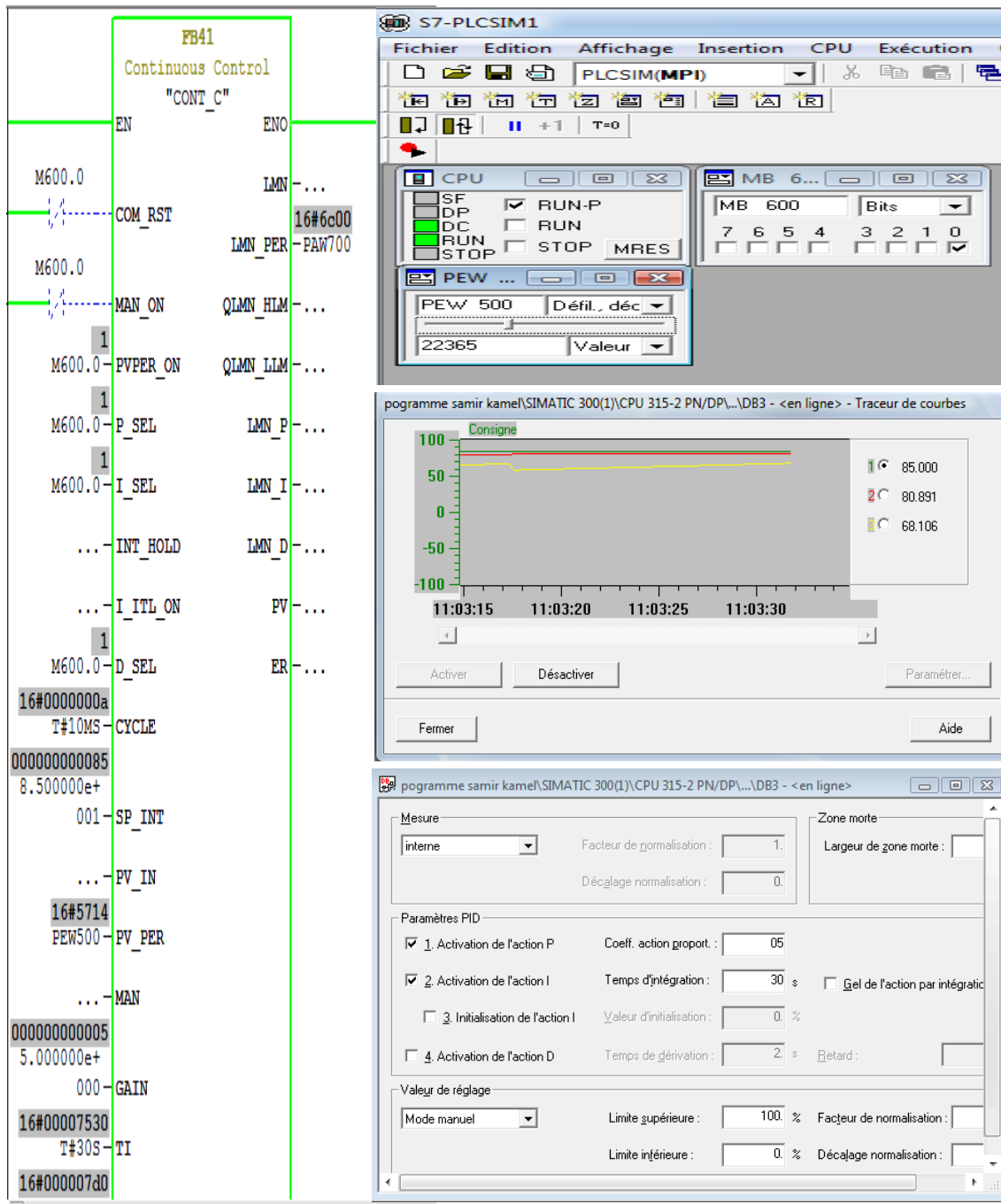


Figure IV.13 : Paramétrage et simulation de la régulation PID

6. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons modélisé le fonctionnement de la station de pasteurisation de lait à l'aide de l'outil Grafset. En nous basant sur le modèle établi, nous avons rédigé le programme qui nous permettra de procéder à la simulation et à la conception de l'interface de supervision du système.

Chapitre V

Supervision

1. Introduction :

Vu le développement et l'essor des systèmes informatisés, la supervision industrielle devient plus élaborée, plus riche et plus intuitive. Cela permet aux automaticiens de communiquer plus aisément avec le système.

La conception et l'élaboration d'un outil de supervision devient obligatoire pour tout système automatisé. Outil que nous allons concevoir le long de ce chapitre grâce au logiciel Win CC flexible.

2. Définition de la supervision :

La supervision se situe au plus haut niveau dans la hiérarchie des fonctions de production. Il est donc essentiel de présenter à l'opérateur, sous forme adéquate, les informations sur le procédé indispensable pour une éventuelle prise de décision. Cette présentation passe par les images synoptiques qui représentent un ensemble de vues. Le processus est représenté par une synoptique comprenant des images et des objets animés par l'état des organes de commande et les valeurs transmises par les capteurs.

3. Constitution d'un système de supervision :

La majorité des systèmes de supervision se compose d'un support à microprocesseurs (ordinateur, pupitre) doté d'un logiciel de supervision en communication via un réseau local industriel avec une ou plusieurs parties commande (automate programmable industriel, par exemple).

La conception de tels systèmes de supervision demande l'utilisation de logiciels conçus à cet effet. Parmi les plus populaires nous citerons le logiciel Win CC flexible.

4. Simulation avec le logiciel S7-PLCSIM :

Le suivi de l'évolution du programme est une fonction native du logiciel Step 7 mais cela nécessite une liaison à un API. L'ajout du module S7-PLCSM au logiciel Step 7 nous offre l'opportunité de faire évoluer le fonctionnement du programme en simulant l'interaction avec les modules d'entrée, de sortie et les cases mémoire. Ces modules sont représentés par des boîtes de dialogues, illustres sur la figure ci-contre.

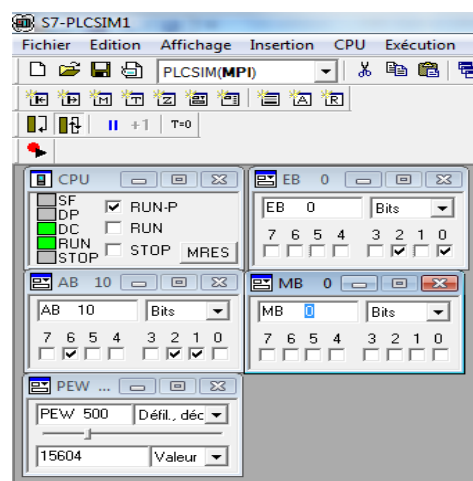


Figure V. 1 : Interface du module S7-PLCSIM

5. Présentation du logiciel WinCC flexible 2008 :

WinCC (Windows control center) est un logiciel de gestion d'interfaces de supervision et d'acquisition de données. Il peut aussi bien être utilisé pour visualiser et contrôler les processus industriels de grande ou de petite envergure. Les processus peuvent être contrôlés localement ou à distance.

Les données sont représentées graphiquement par des symboles animés à l'effigie des composants du processus automatisé. L'interaction avec la plateforme de supervision, comme l'activation d'organe et la saisie des valeurs, reste possible et modifie le fonctionnement de la station au besoin.

6. Paramétrage de la plateforme de supervision:

6.1. Insertion de la station HMI :

Dans SIMATIC Manager, nous insérons une station SIMATIC HMI. Une boîte de dialogue apparaît (Figure V.2) nous permettant de choisir le type de plateforme correspondant le plus à nos besoins.

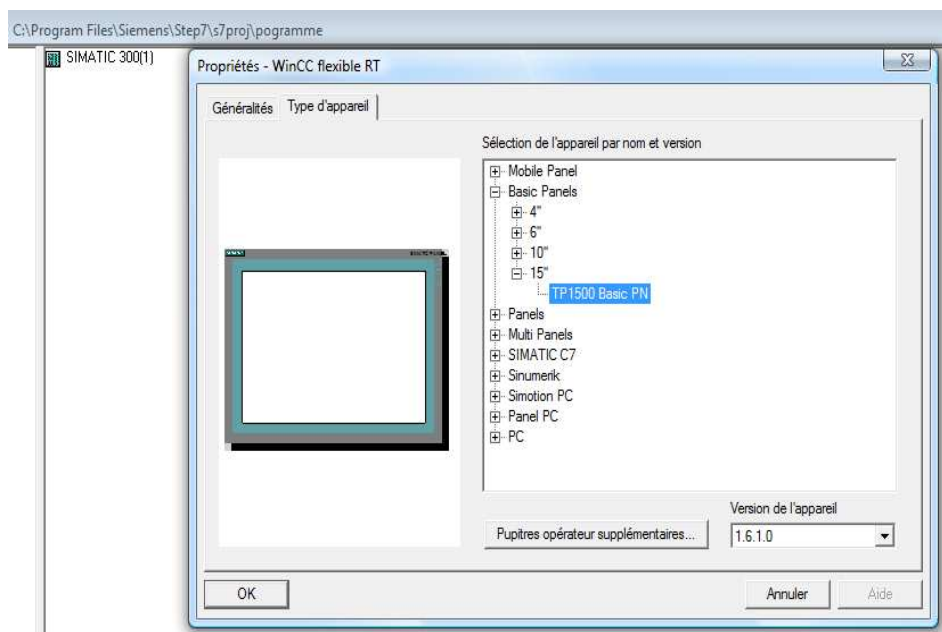


Figure V.2 : Choix de la plateforme de supervision

6.2. Connexion de la station HIM avec la CPU :

La configuration de la connexion entre la plateforme de supervision se fait grâce au logiciel step7 comme suit :

Après avoir ajouté une interface homme / machine et un réseau dans le répertoire racine de notre projet, nous accédons à l'interface de paramétrage du réseau en double-cliquant sur le réseau ajouté. La prochaine étape est de relier l'automate et la plateforme de supervision au réseau souhaité, compiler et charger les données dans l'automate (S7-PLCSIM).

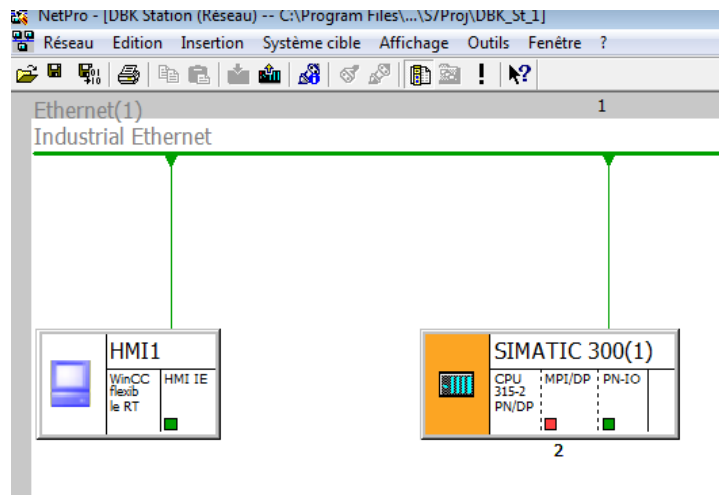


Figure V.3 Gestionnaire de connexions intégré à Step 7 (NetPro)

6.3. Topologie de l'interface de l'outil WinCC flexible

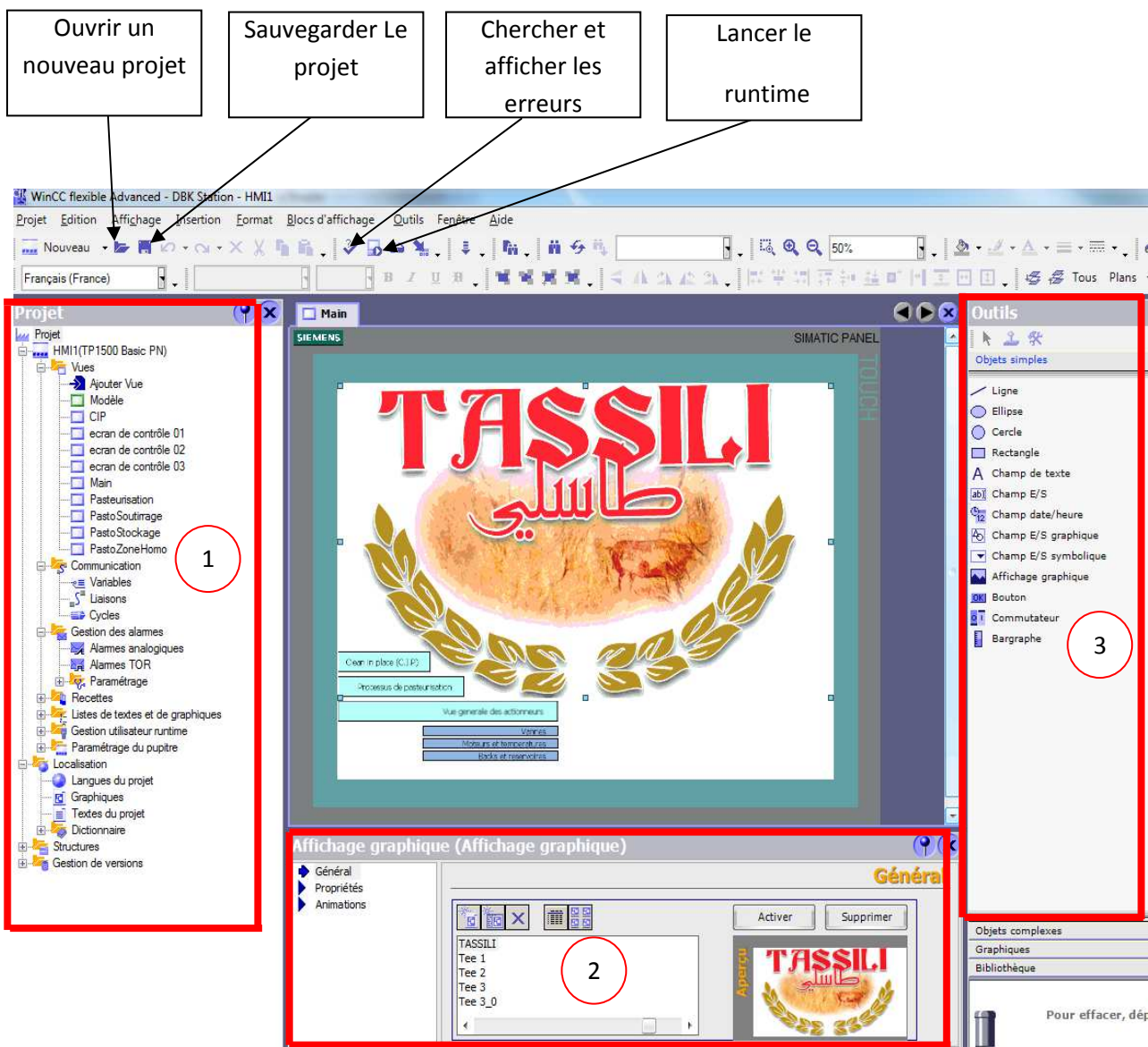


Figure V.4 : Topologie de l'interface du logiciel WinCC flexible

1 : Volet projet :

Il permet, entre autre, la sélection des vues et de la gestion de ces dernières (suppression, ordre, désignation de la vue principale etc.), paramétrage de la liaison entre la station HMI et l'API, l'importation des mnémoniques etc.

2 : Volet paramétrage :

Il permet de paramétrer les événements et leurs effets. Ces derniers permettent l'interaction entre l'opérateur et l'automate grâce au pupitre.

3 : Volet outils :

Ce module permet la sélection des éléments graphiques (champs E/S, boutons, LED, actionneurs) utilisés dans la conception des vues.

7. Simulation du programme :

Sur l'écran principal, nous avons le choix entre activer le cycle de nettoyage (bouton clean in place) ou le cycle de pasteurisation (bouton processus de pasteurisation). La sélection de l'un de ces deux cycles pré-enclenche le cycle choisi et prépare son démarrage.

Le bouton « vue générale des actionneurs » donne accès à 3 pages où tous les actionneurs sont classés par type. Nous pourrions voir, soit l'état de toutes les vannes, soit l'état des moteurs et des températures mesurées ainsi que les niveaux des différents bacs.



Figure V.5 : vue de l'écran principale

Diagramme des vues :

Le diagramme ci-dessous illustre la manière dont l'opérateur peut passer d'une vue à l'autre. L'écran principal donne un accès aux différents cycles gérés par le programme et aux fenêtres des vues générales.

- 1 : La vue générale de la pasteurisation donne accès aux zones spécifiques du cycle de pasteurisation.
- Zone de stockage ; A partir de laquelle le bac de stockage du lait pasteurisé sera sélectionné.
 - Zone de soutirage ; A partir de laquelle le bac de lait à pasteuriser sera sélectionné.
 - La vue spécifique de la pasteurisation ; A partir de laquelle on peut démarrer ou arrêter la pasteurisation, accéder aux zones de soutirage, de stockage et informe sur le sens que prend le lait près des vannes 3 voies.
- 2 : La vue générale de la C.I.P qui, comme son nom l'indique, donne accès au processus de nettoyage de la station.
- 3 : Les vues générales des vannes, des bacs, des moteurs de la mesure de la température qui sont utiles pour la maintenance, elles sont décrites et illustrées en page 56 et 57.

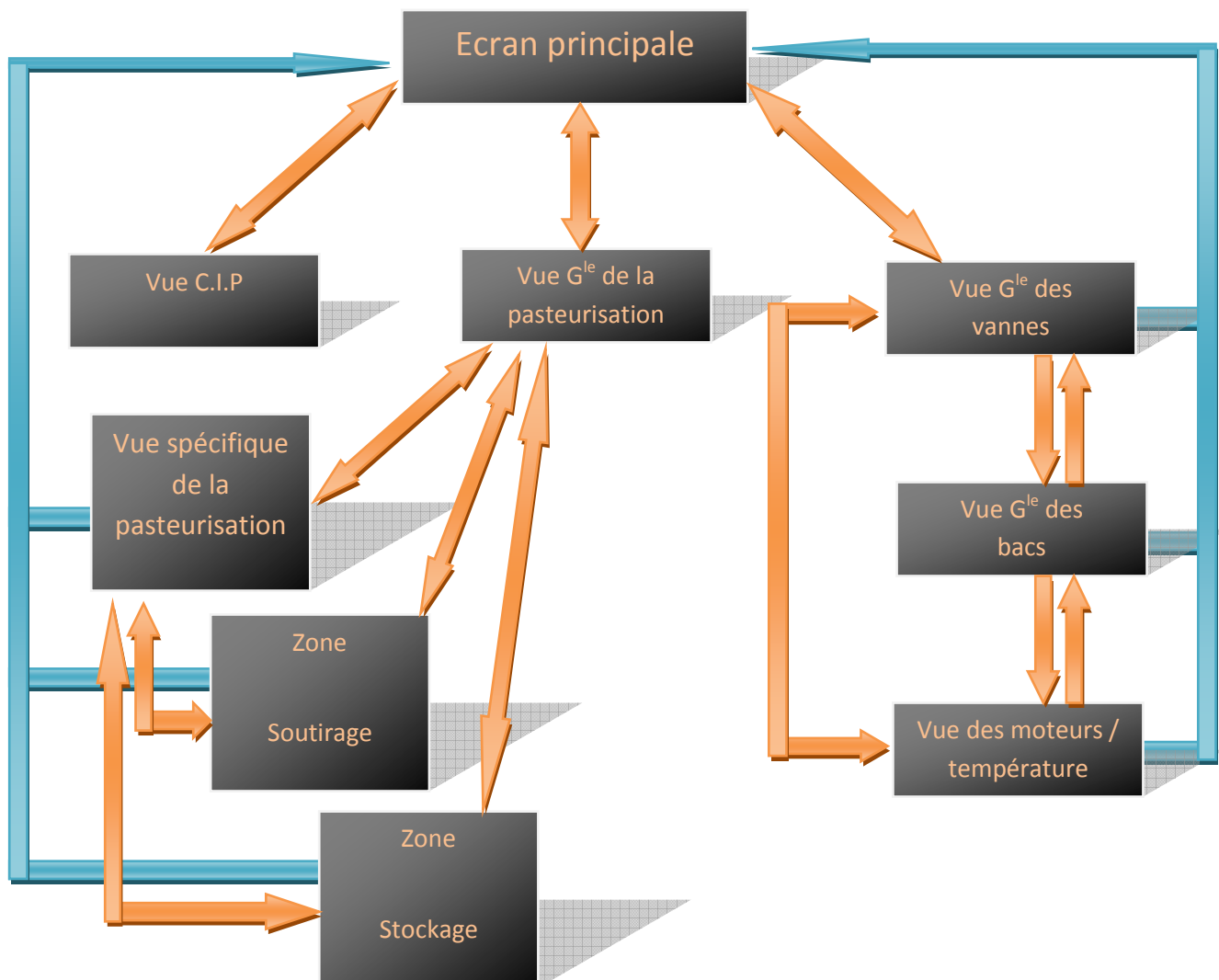


Figure V.6 : Diagramme des vues

7.1. Sélection du cycle de pasteurisation :

L'appui sur le bouton « processus de pasteurisation » met la variable « SCP » sur vrai et la variable CCCIP sur faux. Le cycle de pasteurisation peut alors démarrer. Le bouton précédemment cité amorce donc le démarrage du cycle de pasteurisation.

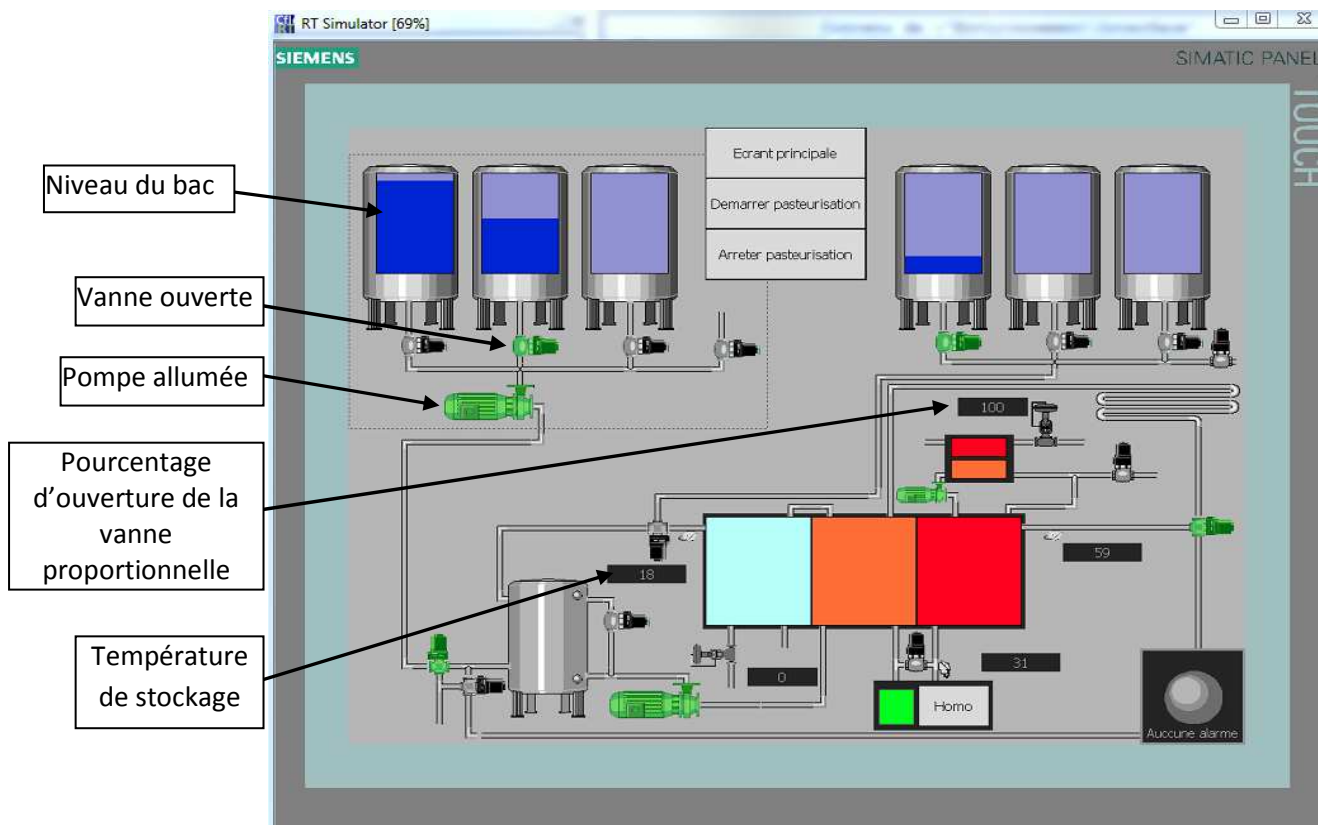


Figure V.7 : Vue générale de la pasteurisation

L'appui sur le bouton « démarrer pasteurisation » démarre le cycle de pasteurisation et les séquences qui lui sont propre s'activent et s'enchainent (ex Figure. IV.8).

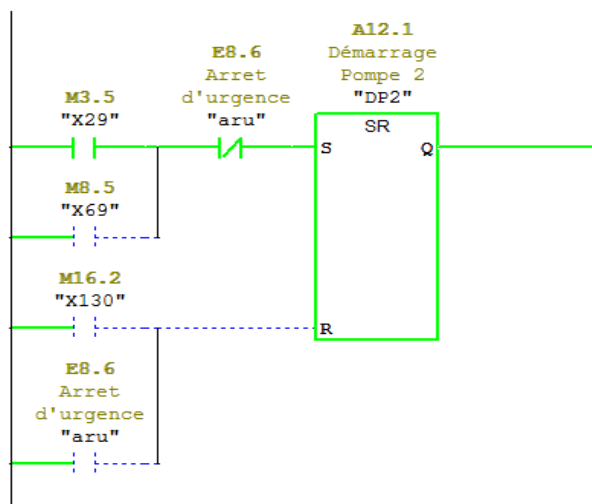


Figure V.8 : Séquence d'activation de la pompe 3

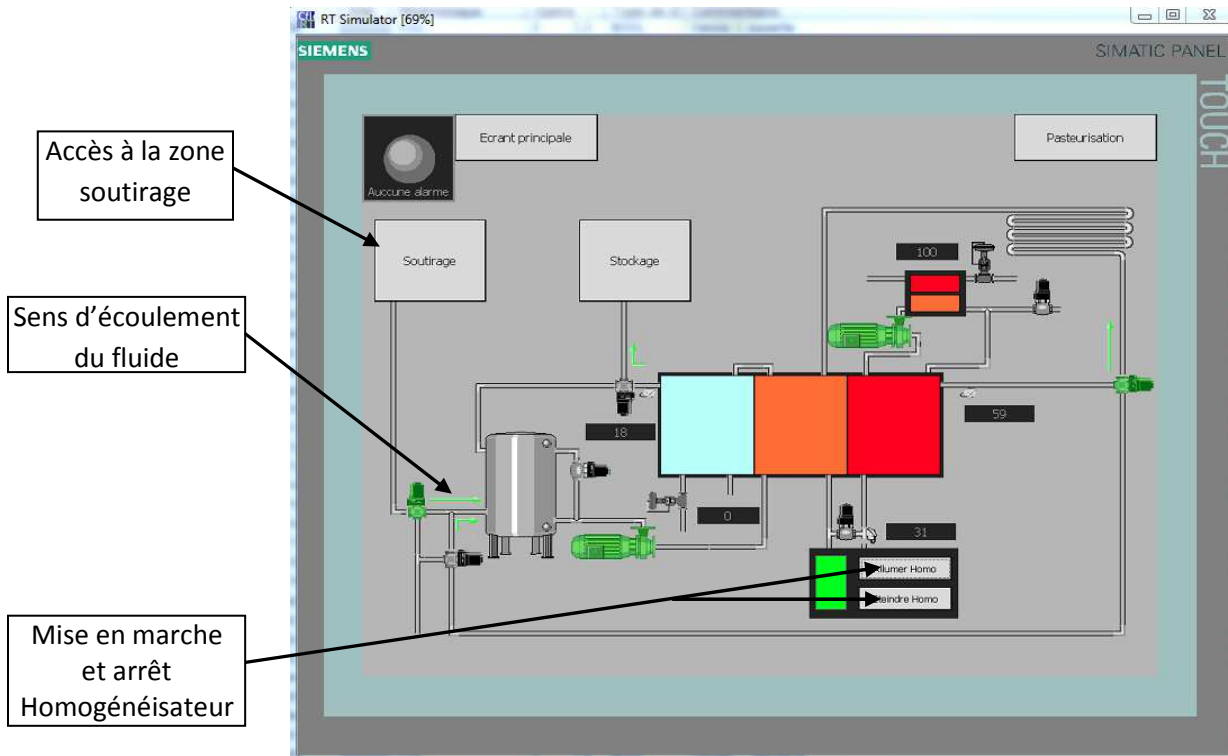


Figure. V.9 : Vue spécifique de la zone de pasteurisation en état de marche

L'activation de la séquence « ouverture vanne 5 sens 2 » (figure V.10) permet d'activer la vanne 5. Une fois la vanne activée, sa couleur sur le pupitre passe du gris au vert et une flèche indique le sens de circulation du fluide.

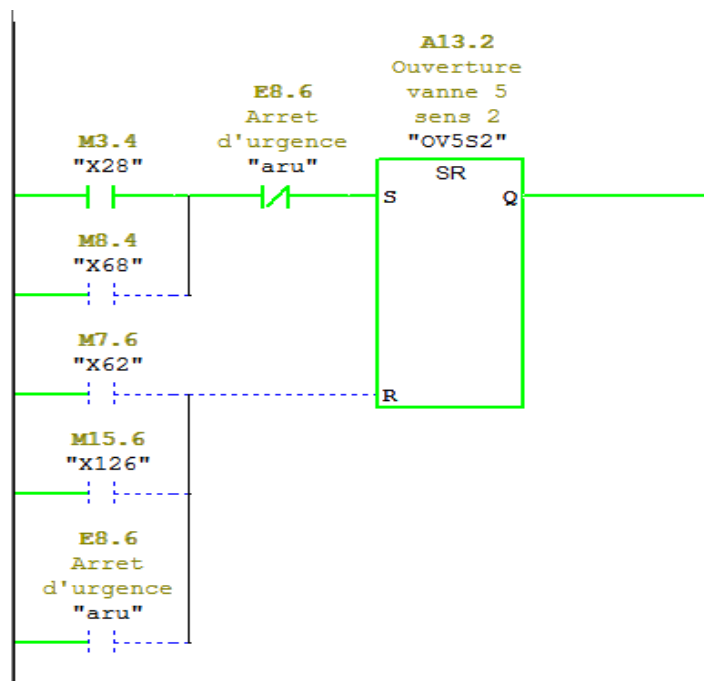


Figure V.10 : Séquence d'ouverture de la vanne 5

La vue ci-dessous permet la sélection du bac dans lequel le lait pasteurisé sera stocké. Nous avons le choix entre 3 bacs. La couleur du bac initialement gris métallisée devient verte quand il est sélectionné. Elle vire au rouge aussitôt que le niveau de lait dans ce dernier atteint un seuil critique.

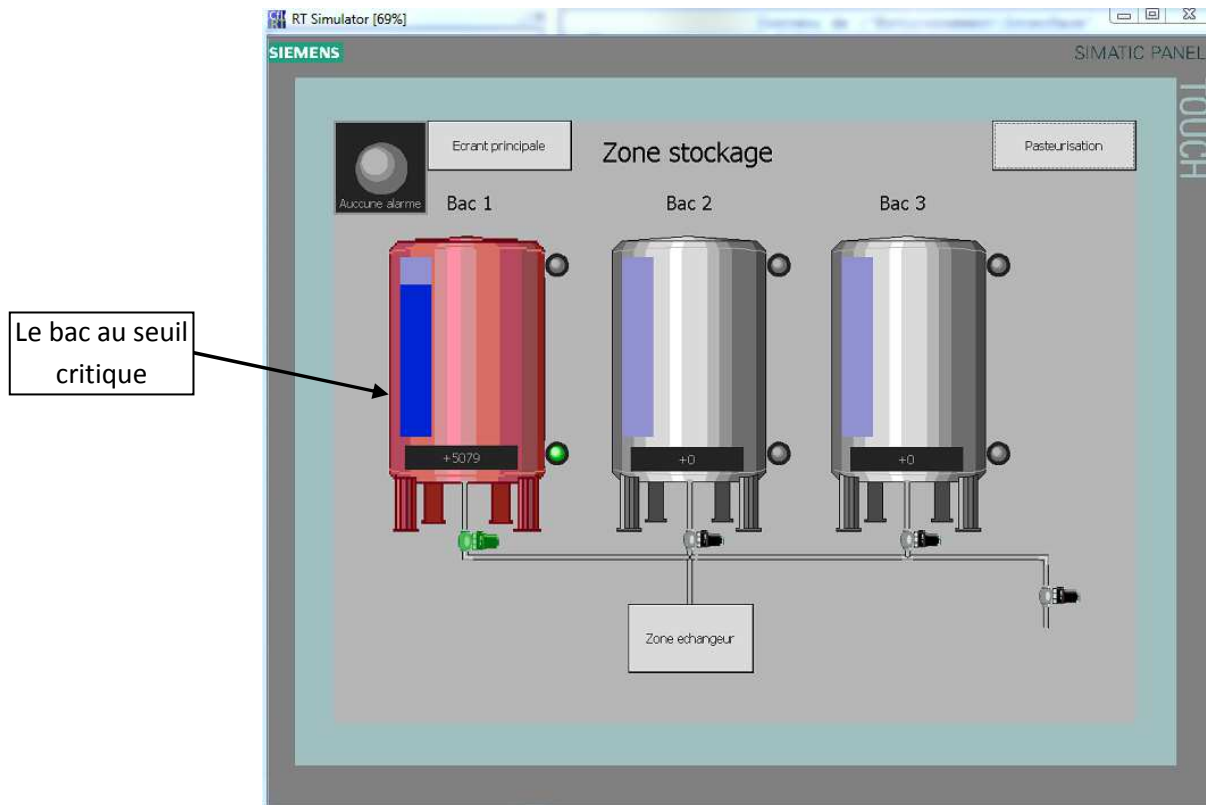


Figure. V.11 : Vue spécifique de la zone de stockage

Le bac de stockage devient rouge lorsque la séquence qui vérifie le niveau critique des bacs de stockage est activée.

La mesure de niveau du bac est mise à l'échèle grâce au bloc « FC 105 ». Lorsque la valeur de sortie, est supérieure ou égale à la consigne la séquence est activée.

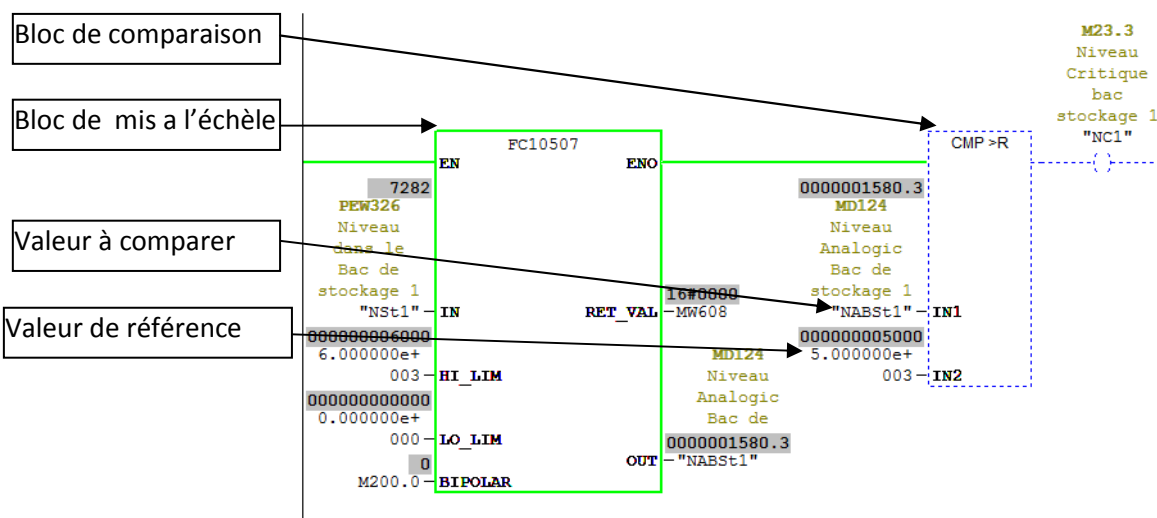


Figure V.12 : séquence de niveau critique bac stockage n°1 inactive

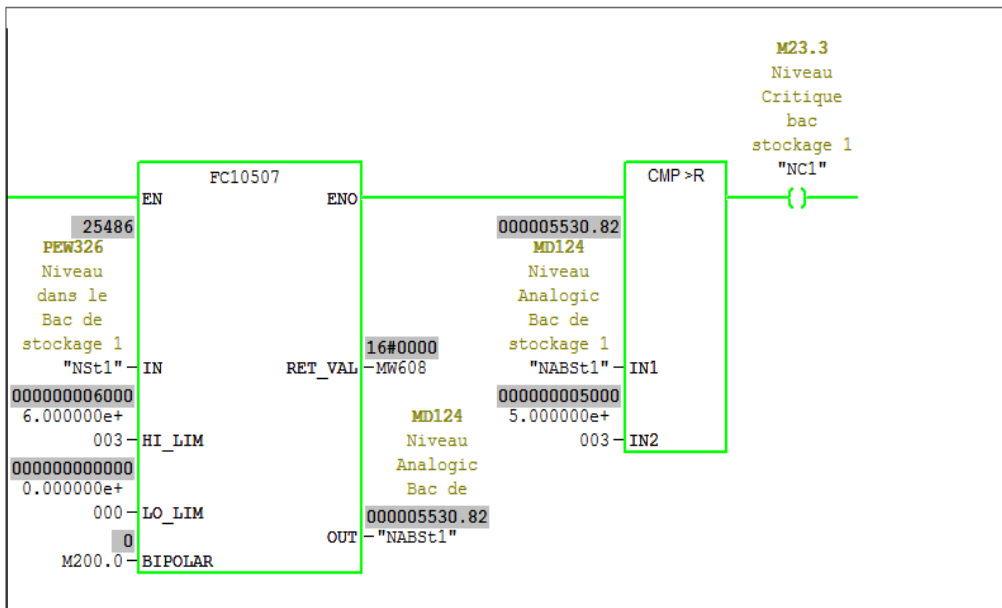


Figure V.13 : Séquence de niveau critique bac stockage n°1 activée

7.2. Sélection cycle CIP :

L'appui sur le bouton «Clean in place» met la variable « SCCIP » sur vrai et la variable SCP sur faux. Le cycle de nettoyage peut alors démarrer. Le bouton précédemment cité amorce donc le démarrage du cycle de nettoyage.

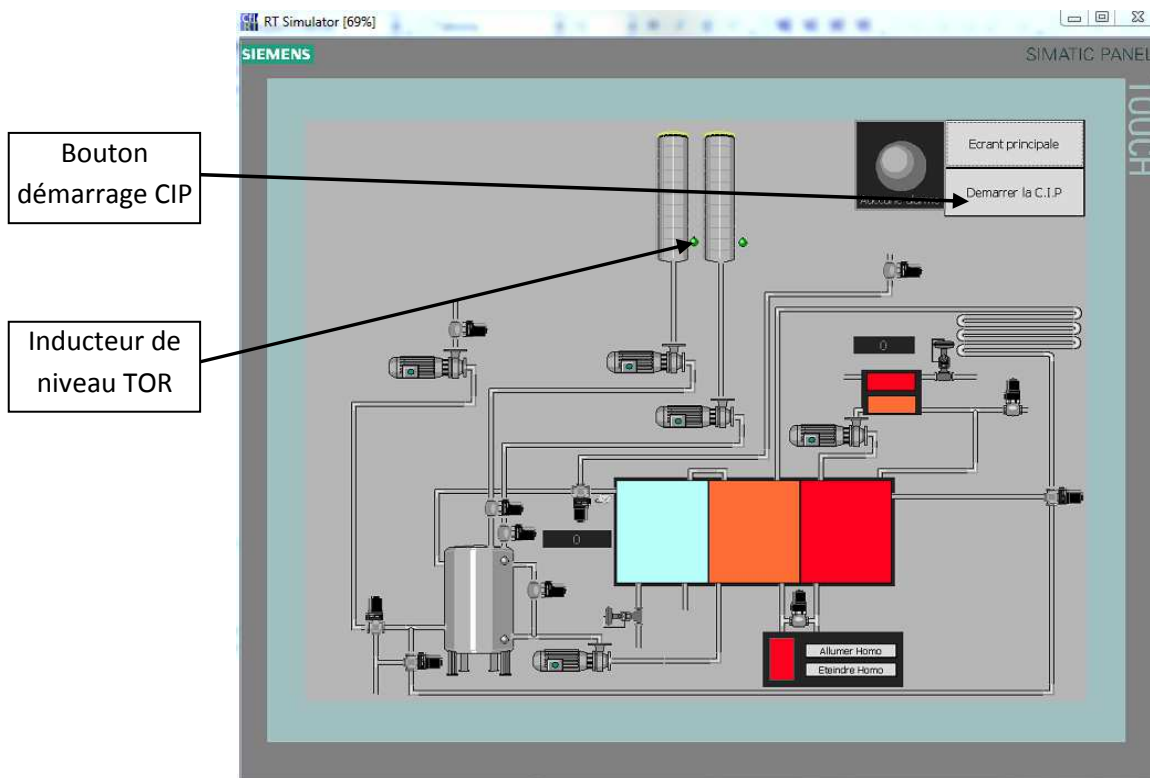


Figure V.14 : Vue du processus de nettoyage (C.I.P)

L'appui sur le bouton « démarrer la C.I.P » démarre le cycle de nettoyage et les séquences qui lui sont propre s'activent et s'enchainent (ex Figure. IV.10).

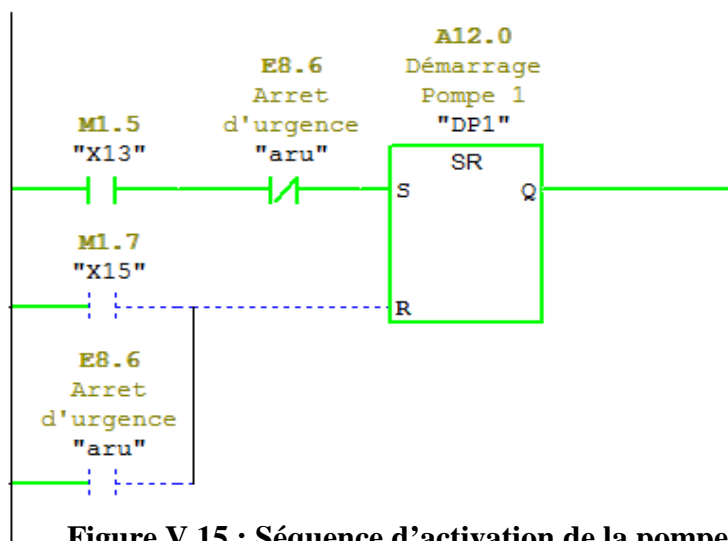


Figure V.15 : Séquence d’activation de la pompe 2

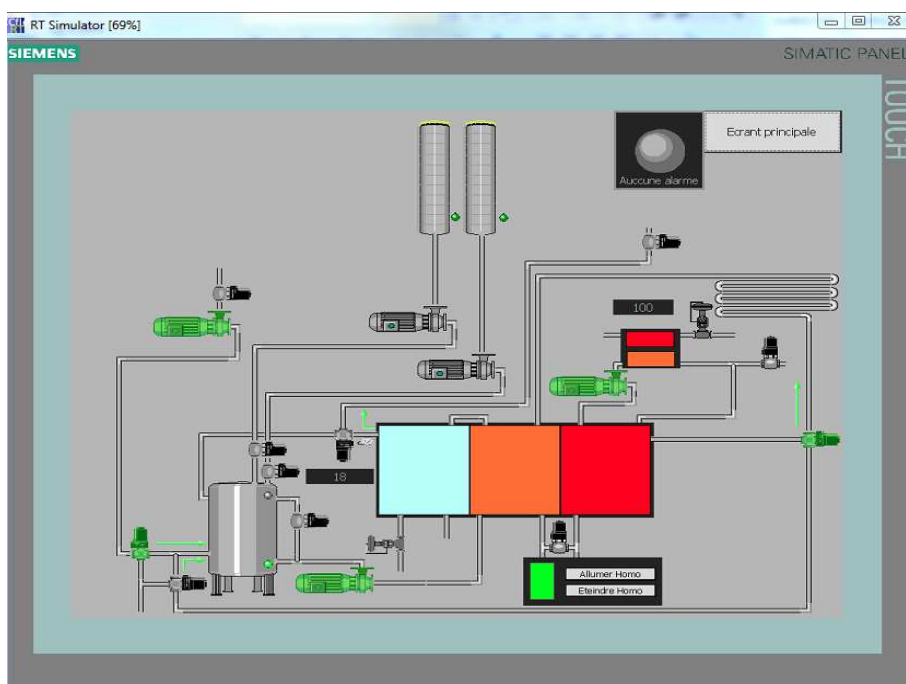


Figure V.16 : Vue du processus de nettoyage en état de marche

7.3. Sélection vue générale des actionneurs :

Le bouton « Vue générale des actionneurs » donne accès à trois vues:

- La vue générale des vannes : elle permet l’affichage de l’état de toutes les vannes de l’installation (Figure V.17).
- La vue générale des moteurs et des températures : Elle permet d’afficher l’état de tous les moteurs, de leur alimentation et des températures (Figure V.18).

- La vue générale des bacs et des réservoirs : Elle permet d'afficher les niveaux que renvoient les capteurs analogiques et TOR (tout ou rien) de tous les réservoirs et bacs de l'installation (Figure IV.19).

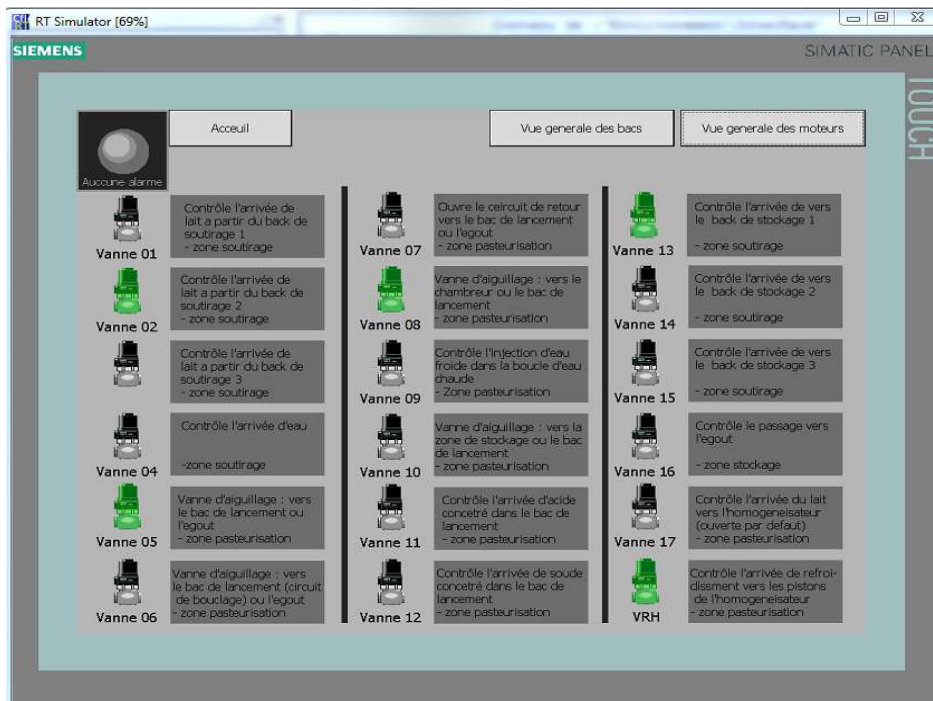


Figure V.17 : Vue générale des vannes

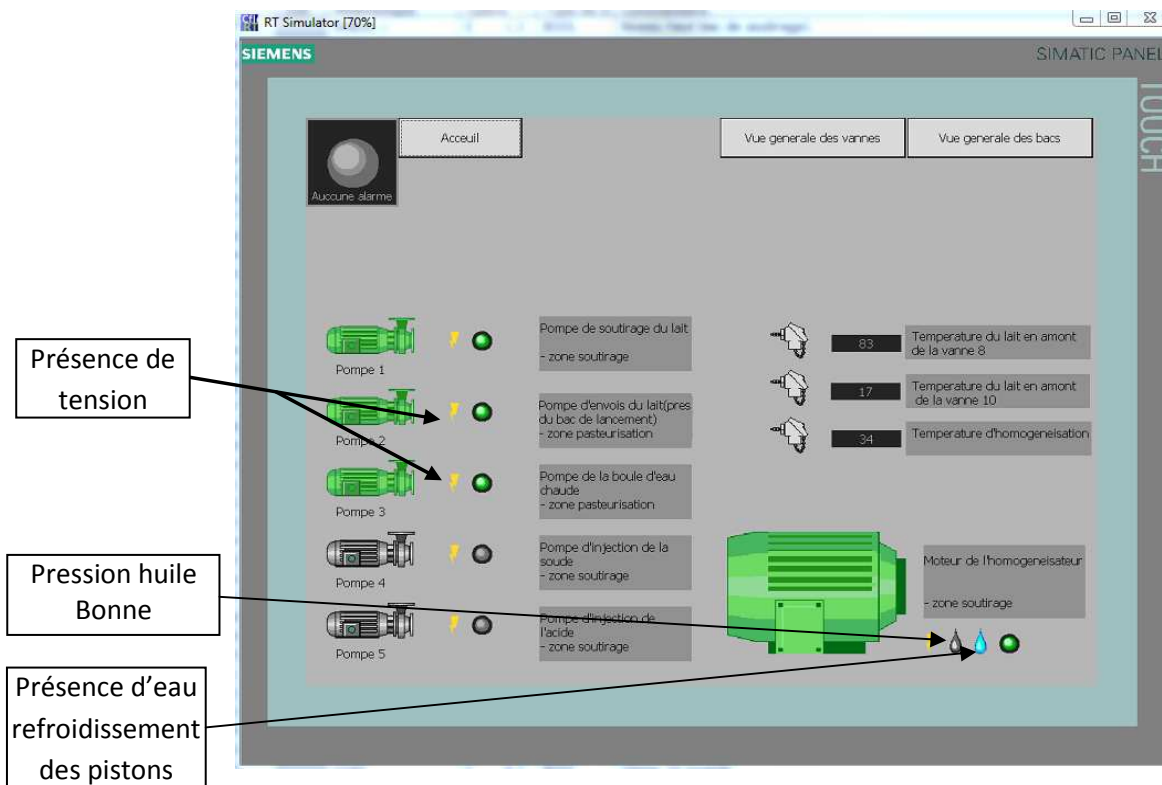


Figure V.18 : Vue générale des moteurs

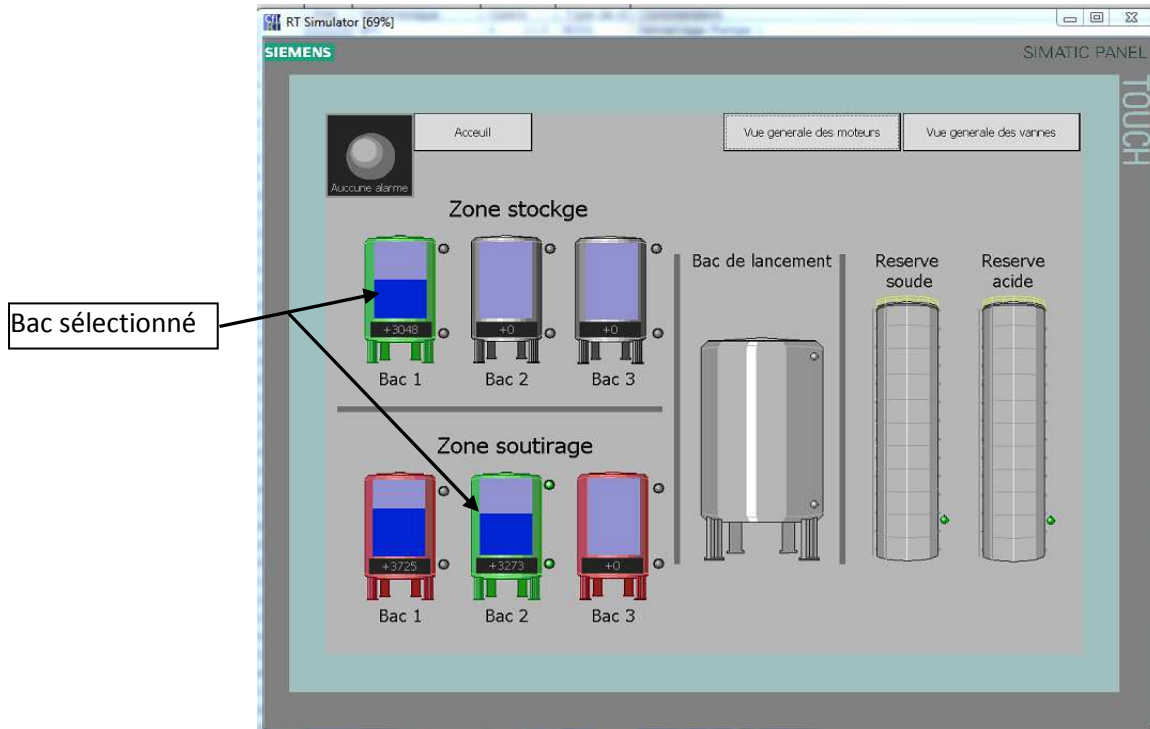


Figure V.19 : Vue générale des bacs

8. Conclusion :

Dans ce dernier chapitre, nous avons donné un aperçu sur la plateforme de supervision élaborée sous WinCC flexible qui permet de gérer toutes les opérations assignées à la station, ainsi que la simulation et la vérification de notre programme. Cette plateforme permettra aussi de faciliter les tâches de maintenance et de diagnostic.

Conclusion générale

Conclusion générale :

Notre projet de fin d'étude a été effectué au sein de la S.P.A LAITRIE DE DRAA BEN KHEDDA dans le cadre d'un stage pratique de mise en situation professionnelle trois mois. Au cours de ce stage nous avons participé à l'automatisation d'un atelier en proposant une solution d'automatisation pour une station de pasteurisation de lait. Nous avons dû, pour cela, procéder à l'étude de la station précédemment citée. Après avoir étudié son équipement, assimilé son fonctionnement, avoir reçu le cahier des charges et avoir pris conscience de notre rôle. Nous avons été, grâce au bagage acquis durant notre formation et aux conseils prodigés par notre promoteur et notre encadreur, en mesure de proposer la solution adéquate au problème posé, en tenant compte des besoins formulés dans le cahier des charges.

Toute solution d'automatisation ne saurait être complète sans une certaine autonomie du procédé et une supervision efficace. Solution que nous avons été à même de mettre en place en nous aidant d'outils tels que le Grafcet pour la modélisation du fonctionnement de la station de pasteurisation de lait. Le modèle acquis nous a permis de mettre en place la solution programmée qui régit le fonctionnement de la station sur un API SIEMENS S7/300 et d'une interface homme machine qui nous permet d'avoir une vue étendue du fonctionnement du procédé automatisé.

Riche de l'expérience acquise durant ce stage de mise en condition professionnelle, nous souhaitons que nos efforts ne seront pas vains et que ce travail profitera tant à l'entreprise qui nous a accueilli qu'aux prochaines promotions.

Références

Bibliographiques

Références bibliographiques :

- [1] : Gui Benchimol, Christian Verlinde, Georges Rosta, « Méthodes d'automatisation industrielle », Edition HERMES Flachet, 1991, 154p.
- [2] : Luc Loron, « commande des systèmes électrique », Edition Hermes Science, 2003, 413p
- [3] : Documentation interne du labo qualité et hygiène "laiterie TASSILI DBK " ,ref : Manuel de transformation du lait, 424p.
- [4] : Manuel d'instrumentation, Capteurs et transmetteurs pour les industries de process , 2004 ENDRESS + HAUSER, 386p.
- [5] : Gilles Michel, Bernard Girard, « Les A.P.I Architecture et application des automates programmables industriels », Edition dunod , paris 1988, 335p
- [6] :P .HEINY A.CAPLIEZ « Technologie d'électricité » Tome 2, Edition FOUCHER 1986, 423p
- [7] : René David, Hassane Alla, « Du Grafset aux reseaux de Petri », Edition HERMES, Paris, 1992, 1997, 493p
- [8] : manuel de référence SIMATIC, SIEMENS AG 2010.