

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université Mouloud MAMMERRI de Tizi-Ouzou**



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

## **PROJET DE FIN D'ETUDES**

En vue de l'obtention du diplôme  
de

*Master professionnel en automatique et informatique industrielles*

**ETUDE, AMELIORATION ET SUPERVISION  
D'UN SYSTEME DE NETTOYAGE CIP  
POUR UN CUISEUR STERILISATEUR DU FROMAGE**

Proposé par : **M. H. ALLAME**

Dirigé par : **M. S. DJENNOUNE**

Présenté par :

**BERKAINE Ismail**  
**ABBAS Madjid**

Soutenu le 01/10/2016 devant le jury d'examen composé de :

Président : **M. A. TOUATE**

Examineurs : **M. A. MAIDI**

**M<sup>me</sup>. S. YOUSFI**

*Promotion 2016*

**Projet préparé au sein de la Laiterie Fromagerie de BOUDOUAOU (LFB)**



# Remerciements

*Nous tenons d'abord à remercier notre promoteur Monsieur S.DJENNOUN pour son aide précieuse et de nous avoir fait profiter de son expérience et de nous avoir encouragés tout au long de ce travail.*

*Nous exprimons notre sincère gratitude à Monsieur A.HOUCINE qui nous a fourni une aide précieuse durant notre stage pratique effectué au sein de la laiterie fromagerie de Boudouaou.*

*Nous exprimons également notre gratitude à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.*

*Nos reconnaissances vont également à M<sup>r</sup> HADJ ALI MOULA, et M<sup>me</sup> BELABBS de nous avoir aidé et accueilli à la laiterie fromagerie de Boudouaou.*

*Nos remerciements s'adressent aussi aux membres de Jury qui nous ont fait l'honneur de juger ce travail.*

*Enfin, nos remerciements les plus sincères à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire.*

# Sommaire

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

## Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil

I.1 : Présentation de la laiterie fromagerie de BOUDOUAOU .....	3
I.1.1. Historique .....	3
I.2. Objectifs de la laiterie fromagerie de boudouaou : .....	4
I.2.1. plan administratif et social .....	4
I.2.2. Plan économique .....	4
I.3. L'effectif employé par l'entreprise et la gamme de production : .....	5
I.3.1. l'effectif employé par l'entreprise .....	5
I.3.1.1. classement selon les cadres.....	5
I.3.1.2. classement selon la fonction .....	5
I.3.2. la gamme de produits .....	6
I.4. Les différents services : .....	7
I.4.1. direction de l'administration et des finances.....	8
I.4.2. direction commercial.....	8
I.4.3. direction technique .....	9
I.5. organigramme: .....	10

## Chapitre II : Description et fonctionnement du système stérilisateur

II.1. Introduction .....	11
II.2. Description du cuiseur stérilisateur .....	11
II.3. Principe de fonctionnement .....	12
II.4. Description des différents éléments constituant le système cuiseur .....	13
II.4.1. Bac de lancement .....	13
II.4.2. Cuiseur stérilisateur FP 3000 .....	15
II.4.2.1. Préfonte du produit .....	15
II.4.2.2. Stérilisation du produit .....	15
II.4.2.3. Refroidissement du produit .....	15

II.5. Différents éléments constituant le système cuiseur .....	16
II.5.1. Les pré-actionneurs .....	16
II.5.1.1. Contacteurs .....	16
II.5.1.2. Distributeurs pneumatiques .....	18
II.5.1.3. Variateur de vitesse DANFOSS VLT 5000 .....	20
II.5.2. Les actionneurs .....	23
II.5.2.1. Pompes volumétriques .....	24
II.5.2.2. Les pompes centrifuges .....	25
II.5.2.3. Vannes pneumatiques à clapet .....	25
II.5.2.4. Vanne de régulation à clapet .....	27
II.5.2.5. Pompe à vide à anneau liquide .....	28
III.5.2.6. Echangeur de chaleur .....	30
II.5.3. Les capteurs .....	31
II.5.3.1. Détecteur vibrant pour liquides (VEGASWING 61) .....	31
II.5.3.2. Capteur radar pour la mesure continue de niveau de liquides VEGAPULS 64..	33
II.5.3.3. Capteur de conductivité (conductivimètre) .....	34
II.5.3.4. Sonde de température PT 100 .....	36
II.5. Conclusion .....	37

### **Chapitre III : Le système de nettoyage en place**

III.1. Introduction .....	39
III.2. Principe de fonctionnement du système CIP .....	39
III.3. Etapes du cycle CIP .....	39
III.4. Types des systèmes Cleaning-in-Place (CIP): .....	40
III.4.1. Système simple .....	40
III.4.2. Système de recyclage .....	40
III.5 Le système CIP étudié à l'entreprise LFB.....	41
III.5.1. Conditions de l'exécution correcte du CIP .....	41
III.5.2. Condition de départ pour la mise en service du CIP .....	42
III.5.3. Différentes parties du cycle CIP .....	42
III.5.3.1. Cycle Lavage .....	42

III.5.3.2. Cycle vidange :	50
III.6. Etude effectuée à l'entreprise LFB :	50
III.6.1. Système étudié :	50
III.6.2. Préparation des solutions :	50
III.6.3. Utilisation des produits nettoyants	51
III.7. Le système proposé	52
III.7.1 .Matériels nécessaires	52
III.7.2 Principe de fonctionnement	54
III.7.2.1. Préparation des fluides	54
III.7.2.2 .Lavage eau	54
III.7.2.3. Lavage soude	55
III.7.2.4. Lavage acide	55
III.7. Conclusion	56

#### **Chapitre IV : modélisation grafcet du nouveau système de nettoyage en place (NEP)**

IV.1 Introduction :	58
IV.2 Le modèle GRAFCET :	58
IV.3. Eléments de base d'un GRAFCET :	59
IV.3.1. Les étapes :	59
IV.3.2. Les transitions :	59
IV.3.3. Les actions :	60
IV.3.4. Les liaisons :	60
IV.4. Règles d'évolution du GRAFCET :	61
IV.5. Structures d'un grafcet :	64
IV.5.1. Séquence unique:	64
IV.5.2. Sélection de séquence ou Aiguillage :	64
IV.5.3. Saut d'étape :	65
IV.5.4. Reprise d'étape:	65
IV.5.5. Séquences simultanées :	66
IV.6. Niveaux du GRAFCET :	66

IV.6.1. Niveau 1 .....	66
IV.6.2. Niveau 2 .....	66
IV.7. Modélisation du nouveau système CIP par GRAFCET:.....	67
IV.7.1. Grafcet niveau 2 .....	68
IV.7.2. Macro-étapes M1, M2 .....	70
IV.7.3. Macro-étapes M3, M4 .....	71

## **Chapitre V : PROGRAMMATION, SIMULATION ET SUPERVISION DU NOUVEAU SYSTEME DE NETTOYAGE CIP**

V.1. Introduction .....	72
V.2. Automate programmable industriel .....	72
V.3. Présentation de l'automate programmable S7-300 .....	73
V.3.1. Caractéristiques de l'automate programmable S7-300.....	73
V.3.2. Constitution de l'automate programmable S7-300 .....	74
V.3.2.1. Module d'alimentation (PS) .....	74
V.3.2.2. Unité Centrale (CPU) .....	74
V.3.2.3 Modules de coupleurs (IM) .....	75
V.3.2.4. Modules de signaux (SM) .....	75
V.3.2.5. Modules de fonction (FM) .....	75
V.3.2.6. Modules de communication (CP) .....	75
V.4. Programmation de l'automate S7-300 .....	75
V.4.1. Logiciel de programmation .....	75
V.4.1.1. Gestionnaire de projets SIMATIC Manager TIA PORTAL.....	76
V.4.1.2. Editeur de programme.....	76
V.5. Structure d'un programme .....	77
V.5.1. Programme linéaire .....	77
V.5.2. Programme structuré .....	78
V.6. Les blocs de STEP7 .....	79
V.6.1. Les blocs utilisateur .....	79
V.6.1.1 Blocs d'organisation OB .....	79
V.6.1.2. Blocs fonctionnels (FB) .....	79

V.6.1.3. Fonction (FC).....	79
V.6.1.4. Blocs de données (DB).....	79
V.6.2. Les blocs système .....	80
V.7. Création de notre projet STEP7 TIA PORTAL .....	80
V.7.1. Configuration matériels .....	80
V.7.1.1. L'automate utilisé .....	80
VI.7.1.2. Les modules implantés .....	81
V.7.2. Création du programme .....	82
V.7.3. Structure de notre programme .....	82
V.7.3.1. Les fonctions .....	82
V.7.3.2. Les blocs fonctionnels .....	83
V.7.4. Simulation du programme .....	88
V.8. Quelques exemples de l'exécution de notre programme de commande .....	89
V.9. La supervision .....	91
V.9.1. Définition .....	91
V.9.2. Principe de fonctionnement .....	91
V.9.3.1. Présentation :.....	91
V.9.3.2. L'Interface Homme/Machine (IHM) .....	92
V.9.4. Développement d'un système de supervision sous WinCC TIA PORTAL.....	93
V.9.4.1. L'IHM choisit .....	93
V.9.4.2. liaison CPU – IHM .....	94
V.9.4.3. les vues programmées dans l'IHM .....	94
V.10. Conclusion .....	98
V.9. Conclusion générale .....	99

Liste des figures

Références bibliographiques

Annexes





# **INTRODUCTION GENERALE**

## INTRODUCTION GENERALE

Listériose, toxi-infections alimentaires collectives, traçabilité alimentaire...etc. Autant de termes qui reviennent régulièrement et de plus en plus souvent dans les médias, ce qui traduit bien l'importance grandissante que revêtent les problèmes de sécurité alimentaire dans la société contemporaine. Pour répondre à ces exigences accrues, les entreprises de l'agroalimentaire sont obligées de développer des politiques de nettoyage et de désinfection des locaux et des matériels de plus en plus sûres, afin de fournir des produits de bonne qualité microbiologique. Ces nouvelles pratiques se traduisent par une évolution des risques encourus par les opérateurs.

Tout accident (voire dans certains cas, tout incident) dans le domaine de la sûreté alimentaire est immédiatement médiatisé et se traduit dans le « meilleur des cas » par une crise de confiance, de graves difficultés économiques, et peut même parfois mettre en péril la survie de l'entreprise.

Dans le même temps, la concurrence et les contraintes économiques sont de plus en plus vives.

Toujours à la recherche de la performance, les industriels ne cessent pas de faire recours aux solutions automatisées de leurs équipements. La minimisation du coût de production qui s'obtient par l'économie d'énergie, le gain du temps, l'efficacité et la réduction de la main d'œuvre ; tout en garantissant la sécurité du personnel et des équipements ainsi que la qualité du produit sans faire préjudice à l'environnement.

En effet, le développement et l'accessibilité de l'outil informatique sont les facteurs qui ont facilité la conception des solutions programmées, appliquées aux processus industriels. De là, les résultats satisfaisants en matière de stabilité, rapidité et précision des systèmes sont obtenus.

Notre champ d'étude concerne la commande des systèmes à événements discrets et continus réactifs et synchrones. Notre positionnement au sein de la

classification CIM (Computer Integrated Manufacturing) se situe au niveau 0 et 1, c'est-à-dire aux niveaux des machines automatisées et des ateliers de production.

Notre travail est réparti en six chapitres dont le premier est consacré à la présentation de l'organisme qui a été à notre accueil pour l'accomplissement de notre stage pratique.

Le chapitre II est consacré à la description du système cuiseur et ses constituants ou on a donné le principe de fonctionnement du cuiseur stérilisateur FP 3000 et la description de ses principaux constituants.

Le chapitre III définit le système de lavage CIP (Cleaning In Place) en générale et bien particulier celui de notre projet en donnant à la fin nos améliorations apportées à ce système après avoir tiré les manques.

Le chapitre IV englobe la modélisation grafcet et la programmation pour le système CIP amélioré.

Enfin on termine avec le chapitre V qui est réservé à la supervision de notre système amélioré sur le logiciel WINCC intégré dans TIA PORTAL.

*Chapitre*

*1*

**PRESENTATION DE L'ORGANISME  
D'ACCEUIL**

## I.1 : Présentation de la laiterie fromagerie de BOUDOUAOU

### I.1.1. Historique :

La Laiterie Fromagerie de Boudouaou (LFB) est spécialisée dans l'industrie laitière. Cette unité de production est sise à l'entrée de BOUDOUAOU : la cité de BENADJEL à 40 km d'Alger sur la route N°5 de la wilaya de BOUMERDES, elle s'éloigne de 12 km de la ville de Boumerdes, sa superficie est de 800 m<sup>2</sup>.

L'Office National du LAIT (**ONALAIT**) fut créé par ordonnance du 20 avril 1969, et à hérité des trois (03) coopérative sur le territoire national :

- La coopérative laitière ORANAISE (CLO)
- La coopérative laitière ALGEROISE(CLA)
- La coopérative laitière CONSTANTINOISE(CLC)

La politique de restructuration des entreprises a divisé L'ONALAIT en trois offices régionaux : EST, OUEST, CENTRE.

L'unité de Boudouaou n'était pas programmée au début dans le plant de développement pour la production du lait. Elle était prévue pour qu'elle soit une entreprise du fromage réalisée par une société privée **SOFRAM**.

Pour des raisons politiques, le projet fut nationalisé en 1970, l'avis de travail a été donné pour l'ONALAIT sans le plan technique.

Il était difficile de transformer une usine simple du fromage en un complexe produisant une multitude de produits.

En 1970 l'unité construite et aménagée pour produire principalement du lait et du fromage en second lieu. (L'UPL02) de BOUDOUAOU comme son nom l'indique dans la région de Boudouaou qui est une région à vocation agricole, elle a été inaugurée en 1978.

Entre 1974 et 1988 quatre (04) nouveaux ateliers voient le jour :

- Atelier de lait pasteurisé.
- Atelier de fromage fondu pasteurisé.
- Atelier de fromage rouge.
- Atelier de fromage fondu stérilisé

Celui du centre a comme dénomination (**office régional du lait**) la création du fond de participation 1998.

L'ORLAC est alors transformé en SPA son capital est fixée à 200000.00 DA, et avec une capacité de production de 1.850.00 I/J (unité de Boudouaou 400000L/J).

Le 21/09/1997 l'unité de Boudouaou a été filialisé en SPA du groupe GIPLAIT et prend comme dénomination la SPA du LFB avec un nouveau capital de 20.00.000.00DA.

## **I.2. Objectifs de la laiterie fromagerie de Boudouaou :**

L'entreprise LFB/SPA travail dans le but de réaliser et atteindre ses objectifs, économiques et financier

### **I.2.1. plan administratif et social :**

- La rationalisation des effectifs et leur utilisation efficace devant déboucher sur la maîtrise des charges du personnel.
- Une meilleur qualification du capital humain et sont adéquation avec exigence du poste.
- Une meilleure prise en charge des problèmes socioprofessionnels et une relation avec les partenaires sociaux.
- L'amélioration de l'hygiène et des conditions de travail.

### **I.2.2. Plan économique :**

- L'amélioration de la qualité des produits et des emballages.
- La maîtrise des prix de revient des produits.
- le développement du marketing ou la situation de compétitivité, voir la concurrence, qui se profil a l'horizon.
- la réhabilitation des fonctions de base et partant un délestage des activités qui gênent actuellement la situation de l'entreprise.

**I.2.3. plan financier :**

- L'élaboration d'un budget efficient tenant compte des possibilités financière de l'entreprise.
- Un suivi rigoureux du budget.
- Une meilleure maitrise des dépenses
- L'élimination des centres de surcouts.

**I.3. L'effectif employé par l'entreprise et la gamme de production :**

**I.3.1. l'effectif employé par l'entreprise :**

La laiterie fromagerie de Boudouaou employait 382 en 2003, le chiffre à 499 en 2014 vues les repartit comme suite :

**I.3.1.1. classement selon les cadres :**

- Cadres dirigeants : 02.
- Cadres supérieurs : 28.
- Cadres moyens : 110.
- Maitrise : 120.
- Exécution : 240.

**I.3.1.2. classement selon la fonction :**

- Direction générale : 20 agents
- Département direction générale : 29 agents
- Département finance et comptabilité : 17 agents
- Département production : 226 agents
- Département contrôle : 22 agents.
- Département maintenance : 48 agents.
- Département des ventes : 47 agents.
- Département approvisionnement : 20 agents.
- Cellule transport : 35 agents.
- Service hygiène et sécurité : 15 agent.

### I.3.2. la gamme de produits :

La Laiterie Fromagerie de Boudouaou (LFB) est une société par action (SPA) immatriculée au registre du commerce d'Alger sous le N° 97B833069, et pour cela des efforts ont été déployés en vue de satisfaire des besoins du marché dans un cadre d'efficacité et de rentabilité qui se sont traduits par un taux de production de 98% des besoins et un taux de capacité de 86%, LFB a pour mission principale de transformation de poudre de lait, et pour mission secondaire la vente et la distribution du lait et des produits laitiers, et pour cela on trouve cinq ateliers.

#### ❖ Répartition de des produits par atelier :

- **Atelier du lait :**
  - ✓ Lait pasteurisé.
  - ✓ L'ben.
  - ✓ Lait recombinaison.
- **Atelier fromage :**
  - ✓ Fromage rouge.
  - ✓ EDAM en bloc.
- **Atelier fromage fondu pasteurisé :**
  - ✓ Fromage fondu pasteurisé 16 portions.
  - ✓ Fromage fondu pasteurisé 08 portions.
  - ✓ Fromage fondu pasteurisé FRONDORE ETUI.
  - ✓ Fromage fondu pasteurisé BARRE.
- **Fromagerie fondu stérilisé :**
  - ✓ Fromagerie fondu stérilisé boîte 200gm civil.
  - ✓ Fromagerie fondu stérilisé boîte 200gm armé national populaire.
- **Fromagerie fondu stérilisé /poudre de lait :**
  - ✓ Poudre de lait ECREME 250gm.
  - ✓ Poudre de lait ECREME 200gm.
  - ✓ Poudre de lait ECREME 19gm.

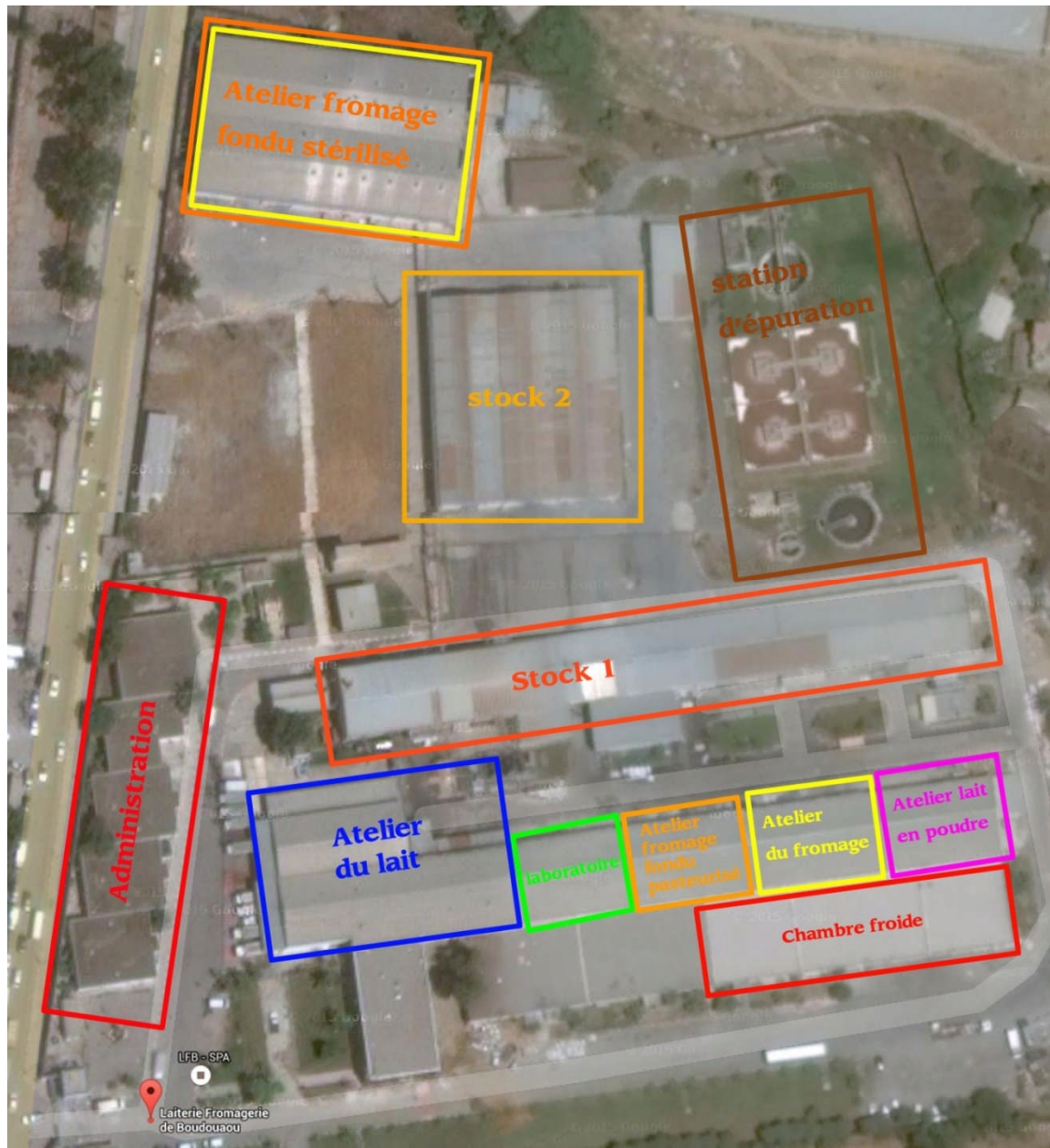


Figure I.1 : les différentes unités de l'usine

#### I.4. Les différents services :

Pour assurer le fonctionnement et le contrôle des activités de la laiterie, la direction générale a opté pour la création de trois(3) directions :

- ✓ Direction de l'administration et des finances(DAF).
- ✓ Direction commerciale (DC).

- ✓ Direction technique (DT).

#### **I.4.1. direction de l'administration et des finances :**

Sa mission consiste à élaborer la politique de gestion du personnel et veille à son application, elle a pour taches :

- Etablir le budget de l'entreprise et veiller à son application.
- Elaborer la politique économique et financière de l'entreprise.
- Elaborer la politique de développement de ressources humaines.
- Veiller à la mise en place d'un système d'information efficient.
- Veiller à la gestion et au suivi du patrimoine.
- Elabore le bilan de l'entreprise et tous les documents exigés par la réglementation.

#### **I.4.2. direction commercial :**

Elle est Charger de la commercialisation des produits de l'entreprise dans le respect de sa politique, cette direction comporte deux départements :

- ✓ Département des ventes.
- ✓ Département des approvisionnements elle a pour tache de :
  - Prospecter le marché, en vue d'une meilleure commercialisation du produit de l'entreprise.
  - Animer les négociations avec les clients.
  - Veiller à la sauvegarde et à l'amélioration de l'image de marque de l'entreprise.
  - Elaborer la politique commercial de l'entreprise avec la participation des structures concernées et la met en exécution.
  - Veiller à l'organisation et à la bonne tenue des fichiers clients.
  - Représenter l'entreprise dans le cadre de ses prérogatives et des pouvoirs qui lui sont délégués.
  - Participer au développement et l'exercice du contrôle de qualité.
  - Elaborer le rapport d'activité périodique de sa direction.

**I.4.3. direction technique :**

Elle gère et fait fonctionner les structure placer sous sont autorité en vue de la réalisation des programme qui sont lui alloués ,elle comporte trois (03)départements :

- ✓ Département maintenance.
- ✓ Département produits laitiers.
- ✓ Département lait de consommation.

Elle a les taches suivantes :

- Organise la participation de sa direction à la négociation des contras de sous-traitance et d'achat d'équipements.
- Veiller à l'utilisation ration rationnelle des moyens humains et matérielle de sa direction.
- Elaborer le rapport d'activité périodique de sa direction.

*Chapitre*

*2*

**DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT  
DU SYSTEME STERILISATEUR**

## **II.1.Introduction :**

Les exigences sans cesse croissantes en termes de qualité, précision, productivité, confort, facilité de mise en œuvre, service etc., imposent des normes toujours plus strictes sur les équipements automatisés et les machines de production. Ces normes ne peuvent être atteintes que lorsque les grandeurs physiques (telles que température, pression, force, vitesse, couple de rotation etc.) sont précisément adaptées aux conditions de fonctionnement des installations. C'est une régulation continue de ces variables qui est le facteur décisif dans ce contexte.

Pour la rédaction de ce chapitre nous avons consulté les références : [7], [10], [16], [15], [14] et [13].

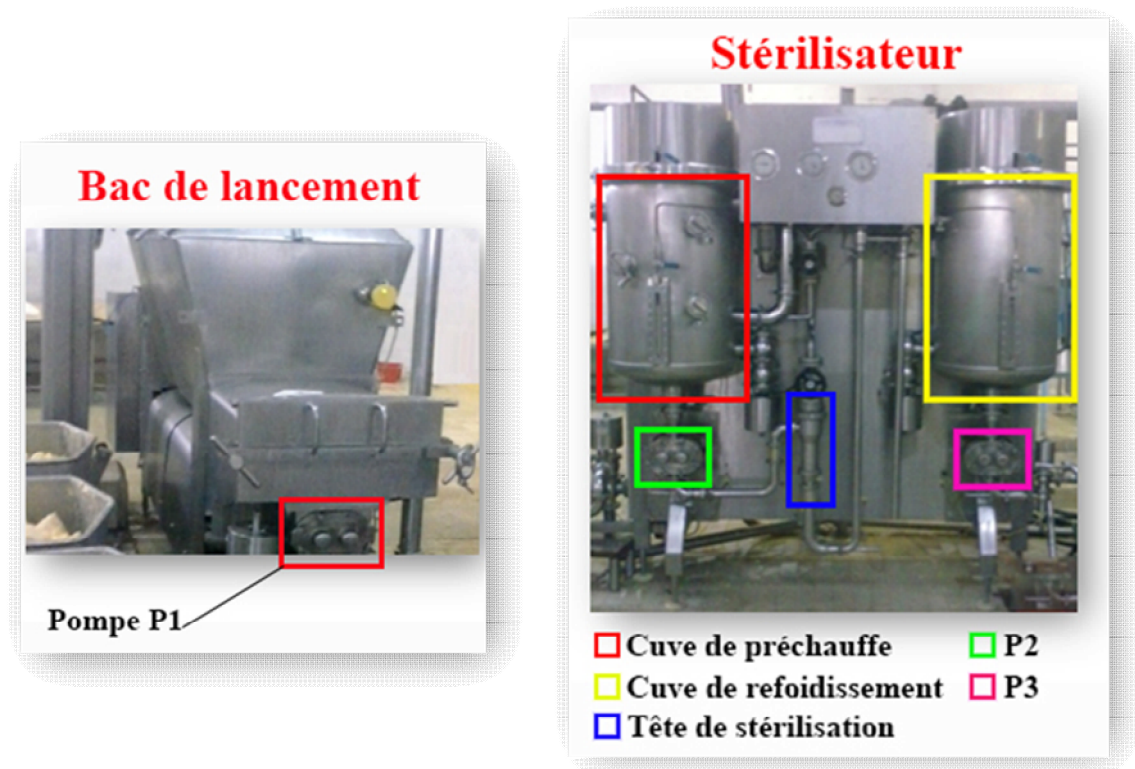
## **II.2. Description du cuiseur stérilisateur FP 3000 :**

Le cuiseur stérilisateur STERILCHOC FP 3000 (figure II.1) est une installation de stérilisation en continu pour le fromage fondu. La machine est constituée de deux appareils essentiels qui sont le bac de lancement et le stérilisateur proprement dit.

Toutes les pièces en contact avec le produit sont exécutées en acier inoxydable ou en matière synthétique admise pour le traitement de produits alimentaires.

Le STERILCHOC FP 3000 est une machine de qualité, robuste et adapté aux grandes productions pendant de nombreuses années. Afin de garantir la parfaite conservation de nos produits, il est important de veiller rigoureusement à la propreté et à l'entretien de l'installation.

En option l'installation est équipée d'un système de nettoyage CIP (Cleaning in place) qui assure automatiquement le nettoyage de la machine une fois la production terminée.



**Figure II.1 : système de stérilisation (bac de lancement et stérilisateur)**  
(Photos originales)

### II.3. Principe de fonctionnement :

Avant d'être traité par notre machine, le fromage doit être mélangé avec les différents éléments qui composent la recette (sel de fonte, beurre, eau,...) dans un appareil approprié. Dès que le mélange est homogène, il peut être introduit dans le bac de lancement (figure II.2).

L'homogénéité du produit est maintenue grâce à l'action des vis de bourrage (figure II.2) en attendant que le fromage soit envoyé dans le stérilisateur à l'aide de la pompe à lobes P1 (figure II.1) sous bac de lancement.

A l'entrée du stérilisateur, le fromage arrive dans la cuve de préchauffe (figure II.1) et la phase de pré-fonte s'effectue grâce au flux de vapeur qui traverse la cuve de bas en haut. Le fromage est chauffé jusqu'à une température de 85 à 95°C. Pour faciliter l'échange thermique, le fromage est réparti mécaniquement sur des discs perforés. En chauffant, il se liquéfie et coule à travers les trous des discs perforés. Au fond de la cuve, un brasseur assure

l'homogénéité du mélange en attendant que le fromage soit envoyé dans le circuit de stérilisation sous l'action de la pompe à lobes P2 (figure II.1)

Lors du passage dans la tête de stérilisation (figure II.1), le produit est chauffé à une température de 130 à 145°C par injection de vapeur sèche au cœur du fromage. La vapeur condensé se mélange instantanément au fromage.

En arrivant dans la cuve de refroidissement (figure II.1), le produit se détend .Il en résulte une chute de température (95 à 98°C) ainsi qu'un dégagement de vapeur.

A la fin, le fromage est envoyé dans un bac de temporisation à travers la pompe P3 (figure II.1) pour préparer le commencement du processus de remplissage de boîte de conserve.

### **II.4. Description des différents éléments constituant le système cuiseur :**

Le système cuiseur est constitué de deux parties essentielles : le bac de lancement et le stérilisateur lui-même.

#### **II.4.1. Bac de lancement :**

Le bac de lancement est une sorte de réservoir en inox inoxydable qui contient deux vis sans fin à l'intérieur (figure II.2), son volume total est de 500 litres.

Le bac a deux fonctions. La première est de maintenir l'homogénéité du produit grâce à l'action des vis de bourrage et la deuxième est de convoier le fromage jusqu'au stérilisateur.

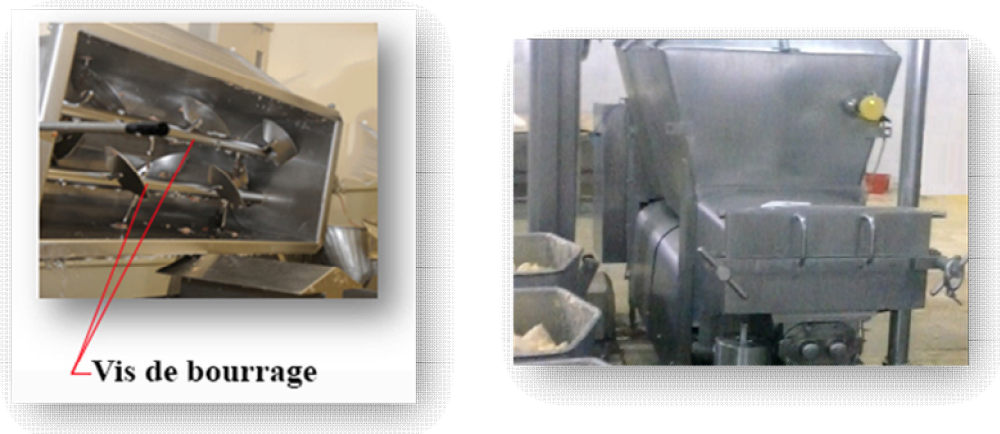


Figure II.2 : Bac de lancement (photo originale)

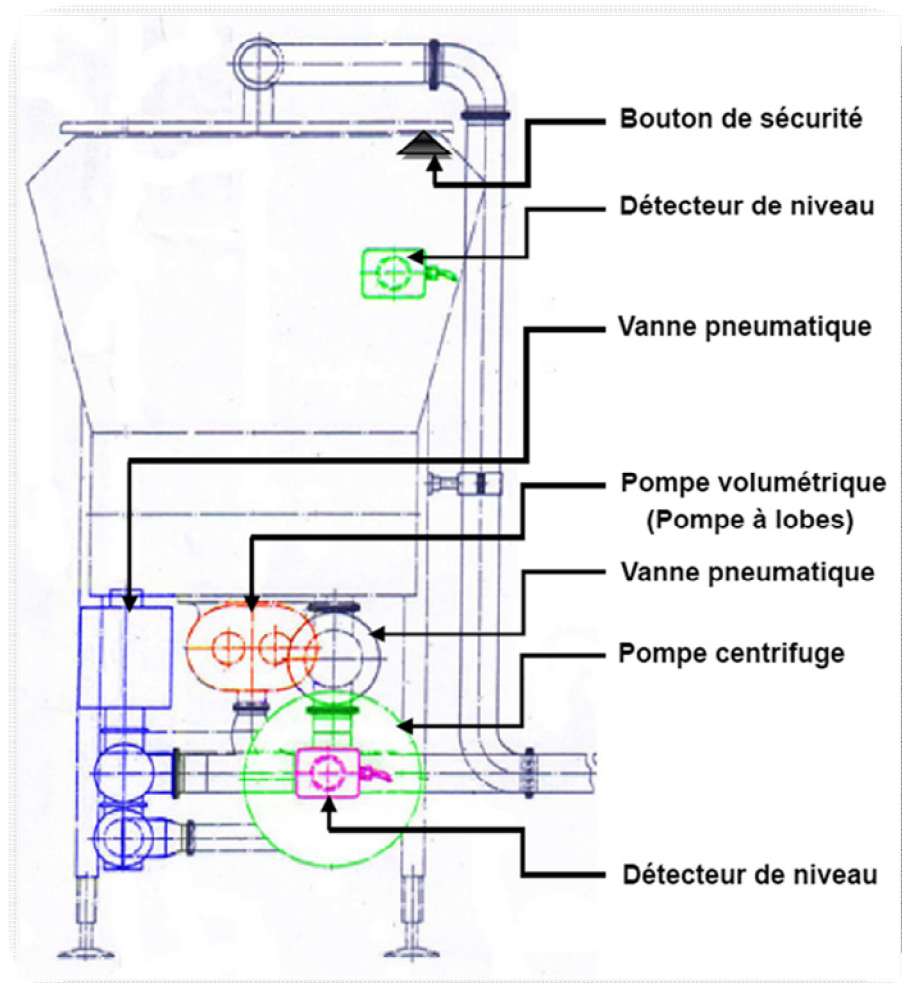


Figure II.3 : Principaux constituants du bac de lancement  
(Image scannée de la documentation interne de l'entreprise)

## II.4.2. Cuiseur stérilisateur FP 3000:

Le stérilisateur est une machine de qualité, robuste et adaptée aux grandes productions. Elle est assez compliquée et dédiée pour la stérilisation du fromage fondu. Le FP 3000 (figure III.4) a trois fonctions principales qui sont :

### II.4.2.1. Préfonte du produit :

Chauffage progressif jusqu'à 85-95°C par mélange de vapeur d'eau sous vide faible dans la cuve de refroidissement ainsi que d'une arrivée direct, automatique complémentaire, pour assurer la température 85-95°C.

### II.4.2.2. Stérilisation du produit :

Chauffage rapide jusqu'à 145°C par injection de vapeur d'eau lors du passage au travers de la tête de stérilisation (sous pression).

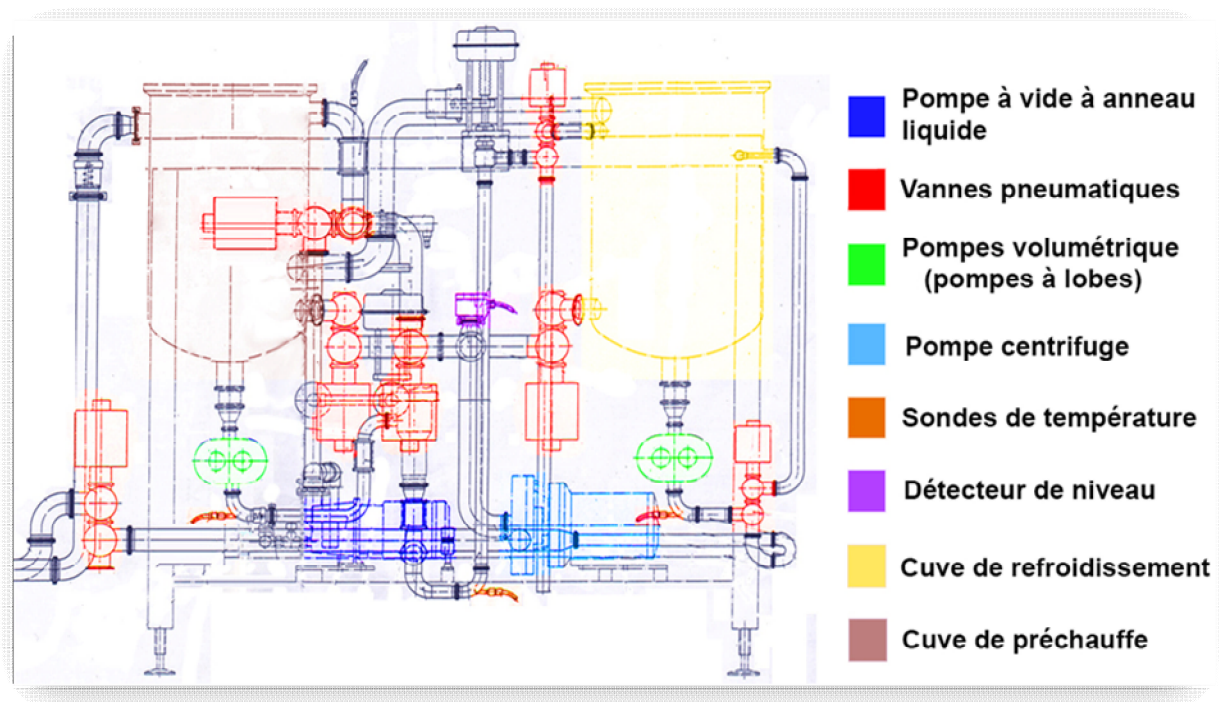
### II.4.2.3 Refroidissement du produit :

Refroidissement brusque à 85-95°C par détente du produit dans la cuve de refroidissement. Ces 03 phases se succèdent automatiquement et en continu. Le débit peut être ajuste entre 250 et 300kg/h (selon la qualité du produit).

Les températures de préchauffage, de stérilisation et refroidissement sont conditionnées par les caractéristiques de chaque fromage.



**Figure II.4 : Cuiseur stérilisateur FP 3000**  
(Photo originale)



**Figure II.5 : Principaux constituants du cuiseur stérilisateur FP 3000**  
(Image scannée de la documentation interne de l'entreprise)

## II.5. Différents éléments constituant le système cuiseur :

### II.5.1. Les pré-actionneurs :

La Majorité des systèmes automatisés industriels ont pour partie commande un A.P.I (Automate Programmable Industriel). Cet automate est généralement incapable de distribuer directement l'énergie nécessaire à l'actionneur car il traite de l'information, sous forme d'énergie de faible niveau.

Le pré actionneur est donc là pour s'occuper de distribuer une énergie forte adaptée à l'actionneur en fonction de la commande (énergie faible) venant de l'A.P.I.

#### II.5.1.1. Contacteurs :

Le contacteur (figure II.6) est un appareil de commande capable d'établir ou d'interrompre le passage de l'énergie électrique. Ce dernier peut être commandé à distance au moyen de contacts actionnés manuellement (bouton poussoir) ou automatiquement (asservi à une grandeur physique : pression, température, concentration, etc.).

## CHAPITRE II DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT DU SYSTEME STERILISATEUR

Dans notre cas, on trouve à l'usine les contacteurs de puissance qui ont la même fonction relais électromécanique, avec la différence que ses contacts sont prévus pour supporter un courant beaucoup plus important. Ainsi, des contacteurs sont utilisés afin d'alimenter des moteurs industriels de grande puissance (plus de 50 kW) et des circuits de puissances en général.

### a) Constitution :

Le contacteur de puissance comporte 3 ensembles fonctionnels :

#### ➤ le circuit principal ou circuit de puissance

C'est un ensemble de pièces conductrices du courant principal du contacteur. Il est constitué de contacts principaux (1/L1- T1/2, 3/L2-T2/4, 5/L3-T3/6).

#### ➤ le circuit de commande

Il comprend un ou deux contacts de commande telle (NO/13-14)

#### ➤ l'électro-aimant (l'organe moteur)

L'électro-aimant est l'élément moteur du contacteur. Il comprend une bobine alimentée sous une tension alternative ou continue en 24V ; 48V ; 110V ; 230V ; 400V. Elle est repérée par les bornes A1, A2.

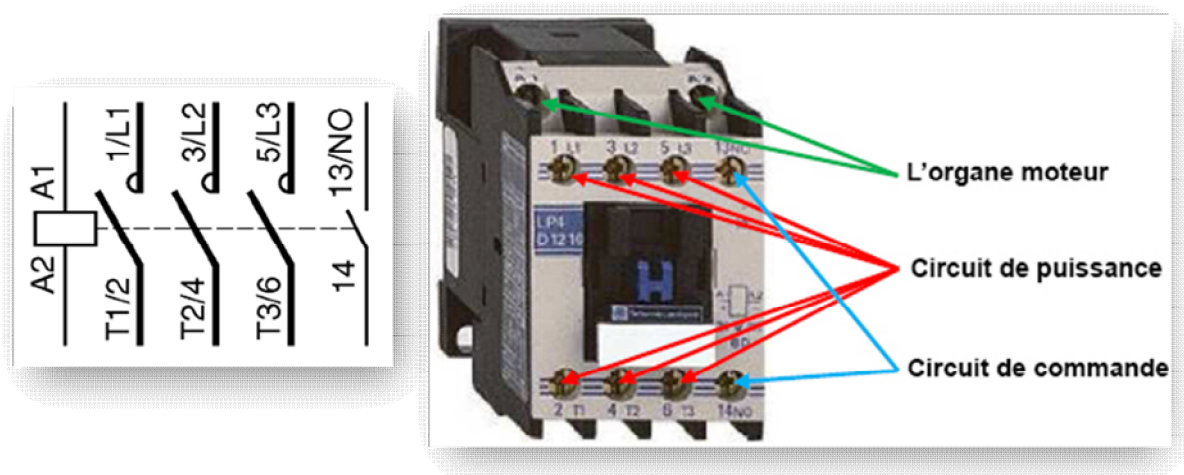


Figure II.6 : constituants du contacteur

### b) Principe de Fonctionnement

La bobine du contacteur (bornes A1-A2), peut-être alimentée en courant alternatif ou en courant continu (24V, 48V, 110V, 230V, 400V).

## CHAPITRE II DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT DU SYSTEME STERILISATEUR

Lorsque la bobine est alimentée, un champ magnétique se forme, la partie mobile de l'armature est attirée contre la partie fixe et les contacts se ferment (ou s'ouvrent suivant le modèle).

Lorsque la bobine n'est pas alimentée, le ressort de rappel sépare les deux parties de l'armature et maintient les contacts de puissance ouverts(ou fermés).

### II.5.1.2. Distributeurs pneumatiques:

Les distributeurs pneumatiques (figure II.7) sont des éléments de la chaîne d'énergie. Ils distribuent de l'air comprimé aux actionneurs pneumatiques (vérins, générateurs de vide, vannes,...) à partir d'un signal de commande.

Les distributeurs jouent un rôle très important dans les circuits de commande et de distribution de l'air. Ils permettent le contrôle des modes de marches et d'arrêts.

Comme le contacteur associé à un moteur électrique, le distributeur est le pré-actionneur associé à un vérin pneumatique.

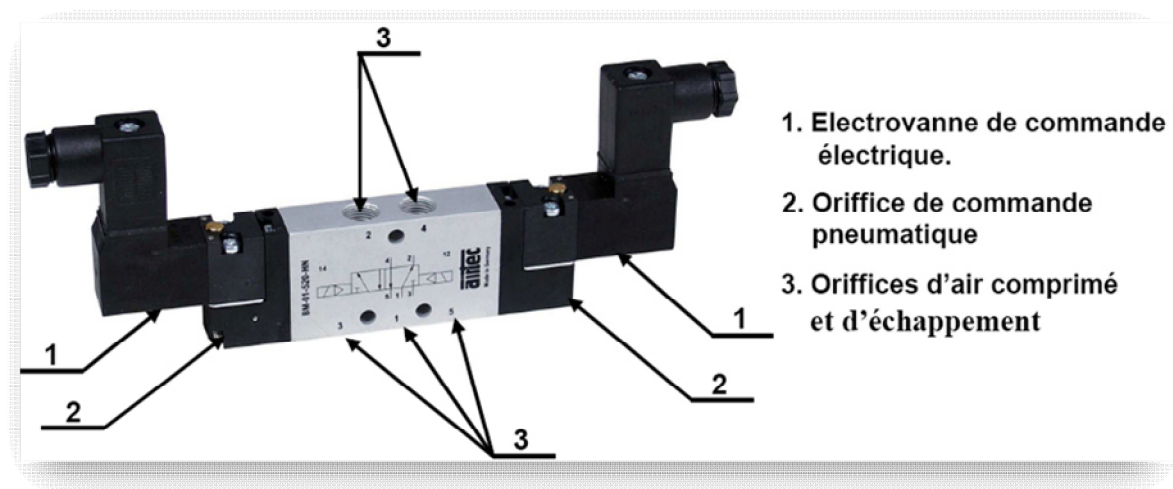


Figure II.7 : Constituant du distributeur 3/2 à commande électropneumatique

#### a) Différents types de distributeur:

Sa taille et son type sont fonction du vérin :

- Si le vérin est à simple effet et ne comporte donc qu'un seul orifice à alimenter, on utilise un distributeur ne comportant qu'un seul orifice de sortie : distributeur 3/2 à trois orifices (pression, sortie, échappement) et à deux positions ;

## CHAPITRE II DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT DU SYSTEME STERILISATEUR

- Si le vérin est à double effet et comporte donc deux orifices sur lesquels il faut alterner les états de pression et d'échappement, on utilise un distributeur comportant deux orifices de sortie. Deux possibilités sont offertes :
  - distributeurs 4/2 à quatre orifices (pression, sortie 1, sortie 2, échappement) et deux positions.
  - distributeurs 5/2 à cinq orifices (pression, sortie 1, sortie 2, échappement 1, échappement 2) et deux positions ;
- Dans les cas particuliers où il est nécessaire d'immobiliser ou de mettre hors énergie le vérin double effet, on utilise un distributeur 5/3 (cinq orifices, trois positions) à centre fermé ou à centre ouvert.

### b) Principe de fonctionnement :

Les distributeurs sont réalisés suivant deux technologies de commutation différentes :

#### ➤ Les distributeurs à clapets:

Ils sont constitués d'équipements mobiles à clapets munis de joints qui, en se déplaçant d'un siège à l'autre, ouvrent ou obturent le passage de l'air comprimé (figure II.8).

Les distributeurs à clapets sont réservés aux petits distributeurs à faible débit. Ils sont robustes car ils s'accoutentent d'air, même non lubrifié. En général un distributeur à clapet est réservé à la commande de vérins jusqu'à un  $\varnothing$  de 25 mm.

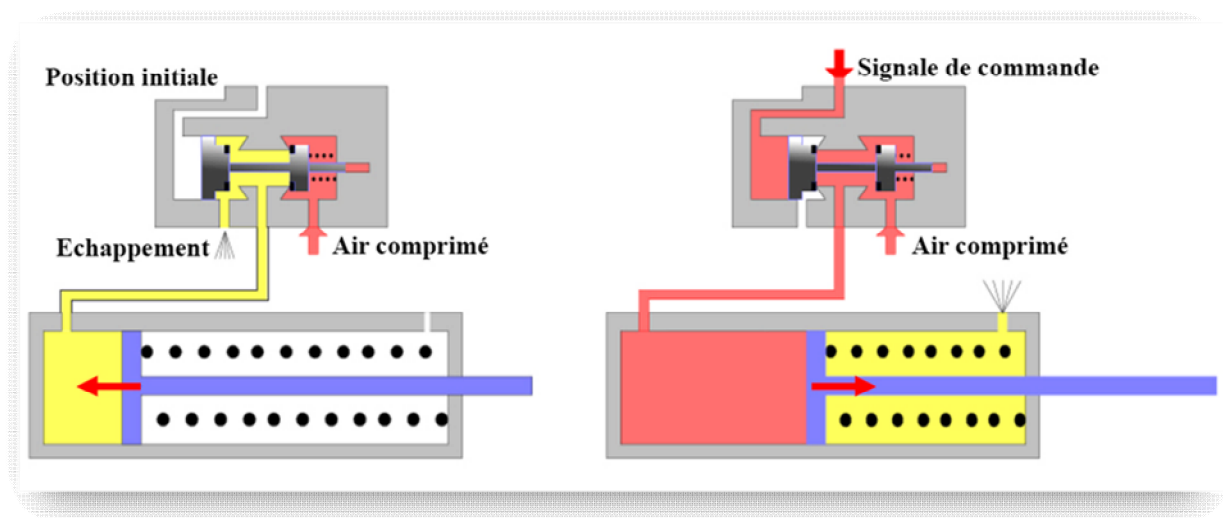


Figure II.8 : Principe de fonctionnement des distributeurs à clapets

## CHAPITRE II DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT DU SYSTEME STERILISATEUR

### ➤ Les distributeurs à tiroirs:

L'équipement mobile de ce type d'appareil comprend un axe épaulé, appelé tiroir, qui, en se déplaçant à l'intérieur d'un corps muni de joints d'étanchéité, met les orifices d'utilisation en communication (figure II.9).

Les distributeurs à tiroirs peuvent commander tous types de vérins grâce à leurs capacités de débit qui peuvent être importantes.

Une variante consiste à utiliser un tiroir ou coulisseau actionnant une plaque rodée en céramique pour la communication des orifices.

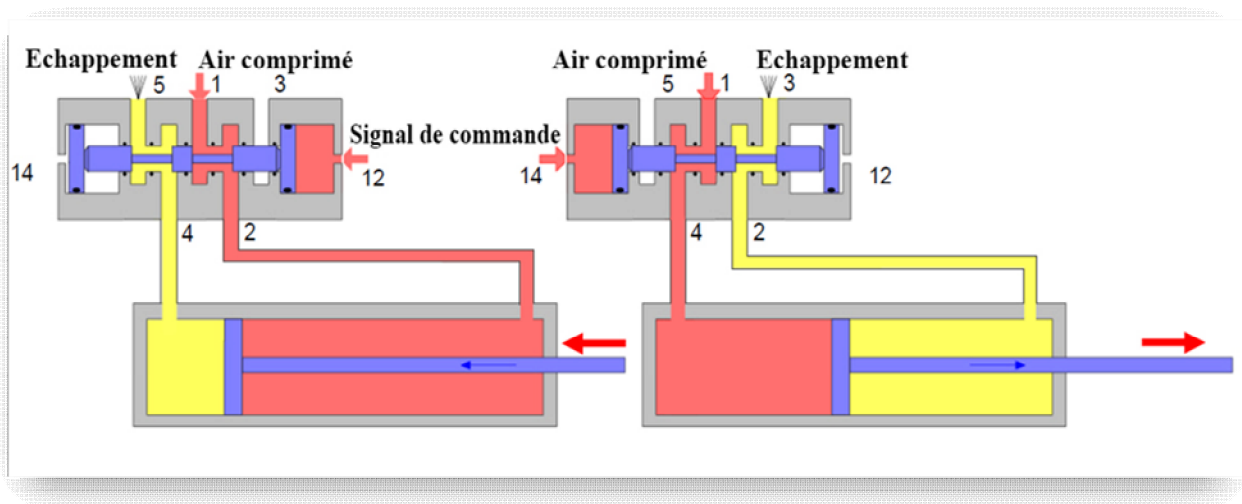


Figure II.9 : Principe de fonctionnement des distributeurs à tiroirs

### II.5.1.3. Variateur de vitesse DANFOSS VLT 5000 :

Un variateur de vitesse (figure II.10) est un équipement permettant de faire varier la vitesse d'un moteur, une nécessité pour de nombreux procédés industriels.

En effet, la plupart des moteurs tournent à vitesse constante. Pour moduler la vitesse des équipements de procédé, on a longtemps eu recours à divers dispositifs mécaniques. Aujourd'hui, on fait surtout appel à des variateurs de vitesse électroniques.

Depuis, l'électronique de puissance a fait des progrès considérables et on installe de plus en plus des variateurs de vitesse à fréquence variable avec des moteurs à courant alternatif. Ces variateurs de vitesse exploitent le plus souvent la modulation de largeur d'impulsion (MLI) et les transistors bipolaires à grille isolée (IGBT).

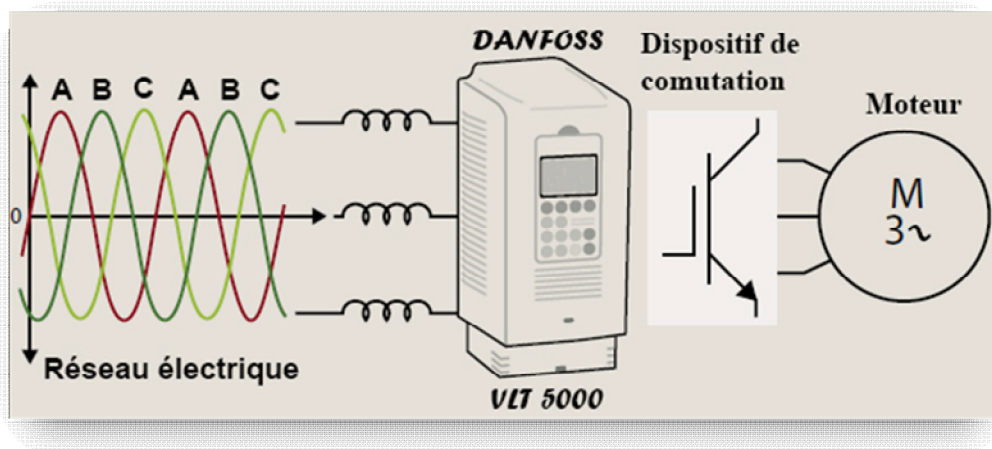


Figure II.10 : Variateur de fréquence **DANFOSS VLT 5000**

### a) Principe de fonctionnement :

La vitesse du champ magnétique et donc la vitesse de rotation d'un moteur asynchrone dépend directement de la fréquence de la tension d'alimentation c'est sur ce paramètre que le variateur va agir. Le principe général étant de fournir un courant à amplitude et à fréquence variable tout en maintenant une tension constante. Un variateur de fréquence est constitué de quatre parties, le redresseur, le circuit intermédiaire, l'onduleur et le circuit de commande.

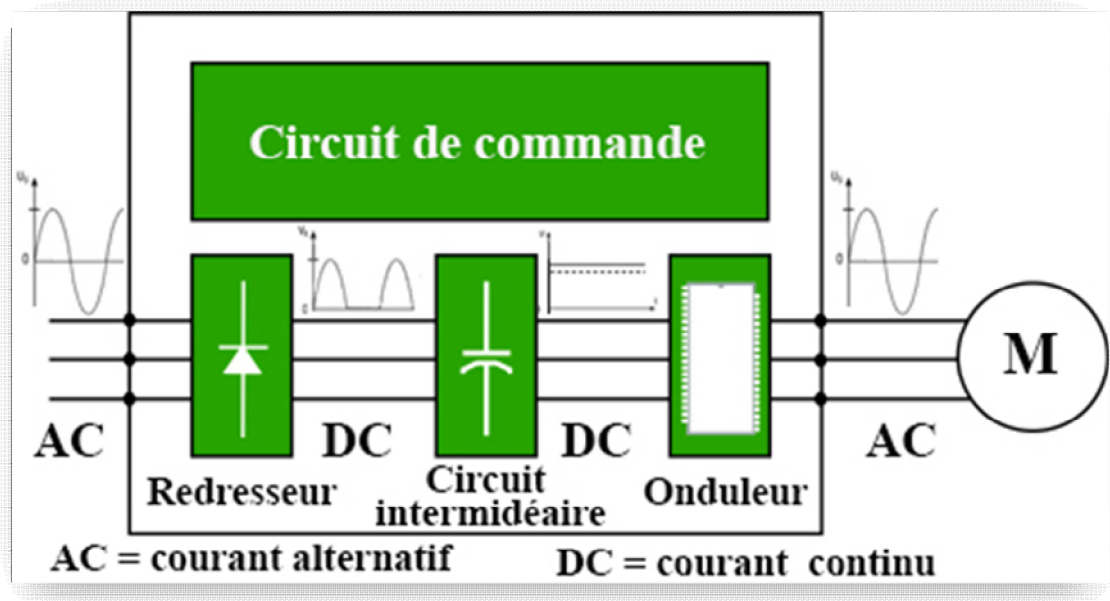


Figure II.11 : Constitution du variateur de fréquence

➤ **Le redresseur :**

Le rôle du redresseur est de transformer et de lisser la tension alternative en tension continue ou plus exactement en tension pseudo continue. En effet la tension continue obtenue n'est pas parfaite car elle comporte des ondulations résiduelles.

➤ **Circuit intermédiaire :**

Le circuit intermédiaire remplit généralement plusieurs fonctions, il sert de stockage d'énergie (grâce à des condensateurs), il réduit les ondulations résiduelles et filtre les parasites.

➤ **L'onduleur :**

Les semi-conducteurs composant l'onduleur permettent de recréer un courant alternatif à fréquence ou ondulation variable. C'est l'amplitude en largeur des variations des sinusoïdes qui détermine la fréquence du courant appliquée au moteur.

➤ **Circuit de commande:**

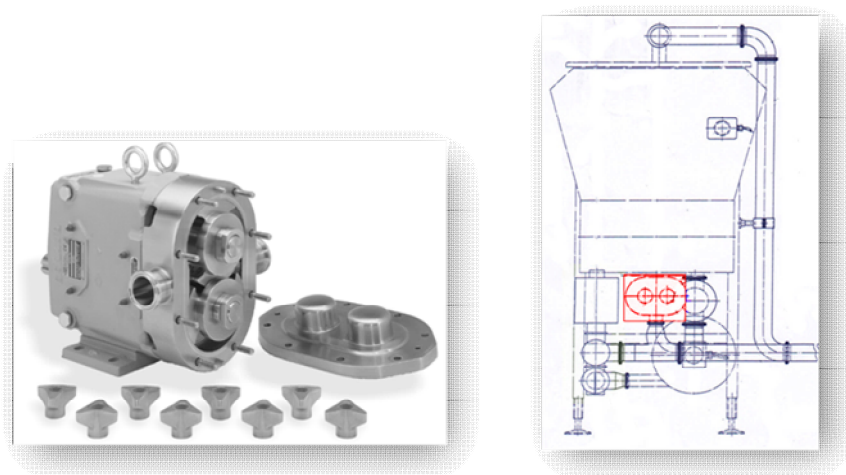
C'est le cerveau du variateur de fréquence, il récolte les données et délivre les messages d'erreurs, il pilote le redresseur et l'onduleur, il protège le moteur et l'ensemble du variateur.

Suivant sa technologie le variateur dispose de multiples fonctions de commande et de surveillance.

## II.5.2. Les actionneurs :

### II.5.2.1. Pompes volumétriques :

La pompe à fromage est une pompe volumétrique (figure II.12) rotative à deux lobes qui a pour fonction de pousser le fromage du bac de lancement jusqu'au stérilisateur. La vitesse de la pompe doit être réglée en fonction de la vitesse des pompes de stérilisateur et du niveau du fromage dans la cuve du préchauffe. Cette pompe est un élément sensible de la machine et doit être entretenue régulièrement.



**Figure II.12 : Pompe volumétrique rotative à deux lobes**

**Images scannées de la documentation interne de l'entreprise**

#### a) Principe de fonctionnement :

Le pompage se fait grâce au mouvement de rotation de deux rotors, en opposition, dans le carter de pompe, chaque lobe étant monté sur son propre axe. L'entraînement et la transmission sont externes. Le système d'engrenages synchronise les 2 rotors car ceux-ci ne sont pas en contact direct. Le mouvement crée une dépression qui aspire le liquide dans la pompe (figure II.13).

## CHAPITRE II DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT DU SYSTEME STERILISATEUR

Le fluide est déplacé dans le volume dynamique créé par les 2 lobes et le stator. Ce volume en se réduisant, augmente la pression afin que le fluide ressorte de la pompe selon les caractéristiques demandées.

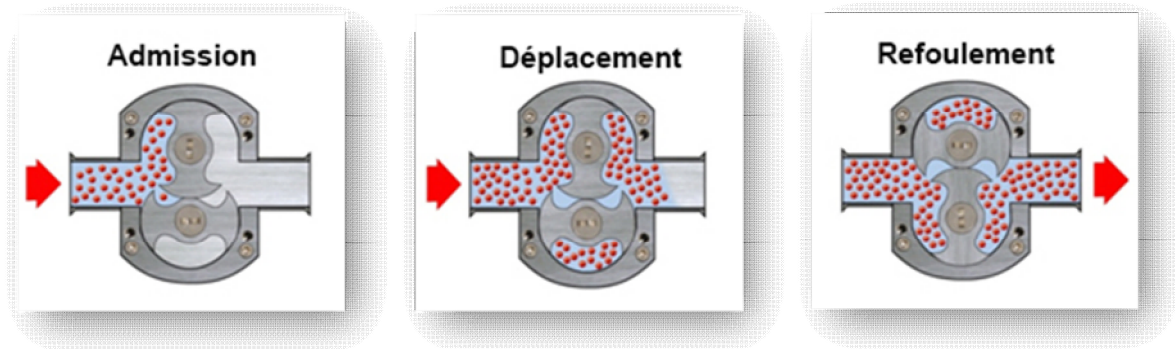


Figure II.13 : Principe de fonctionnement des pompes à lobes

### II.5.2.2. Les pompes centrifuges :

La pompe centrifuge (figure II.14) est une machine tournante qui grâce à un rotor à aubes convenablement orientées augmente l'énergie cinétique et projette à l'aide de la force centrifuge le liquide à la périphérie sur la volute.

A la sortie et à l'aide d'un divergent, une grande partie de l'énergie cinétique se transforme en pression motrice.

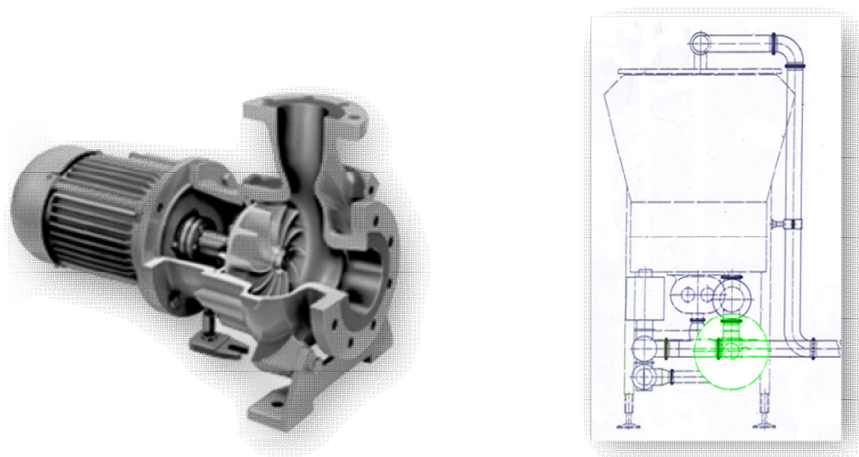


Figure II.14 : Pompe centrifuge

## CHAPITRE II DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT DU SYSTEME STERILISATEUR

### a) Constituants et principe de fonctionnement :

Une pompe centrifuge est constituée par:

- un moteur électrique qui fait tourner un arbre.
- un arbre sur lequel est placée une roue.
- une roue à aubes tournant autour de son axe
- un impulseur.
- Le corps extérieur de la pompe

Le liquide arrive dans l'axe de l'appareil par le distributeur et la force centrifuge le projette vers l'extérieur de la turbine. Il acquiert une grande énergie cinétique qui se transforme en énergie de pression dans le collecteur où la section est croissante (figure II.14).

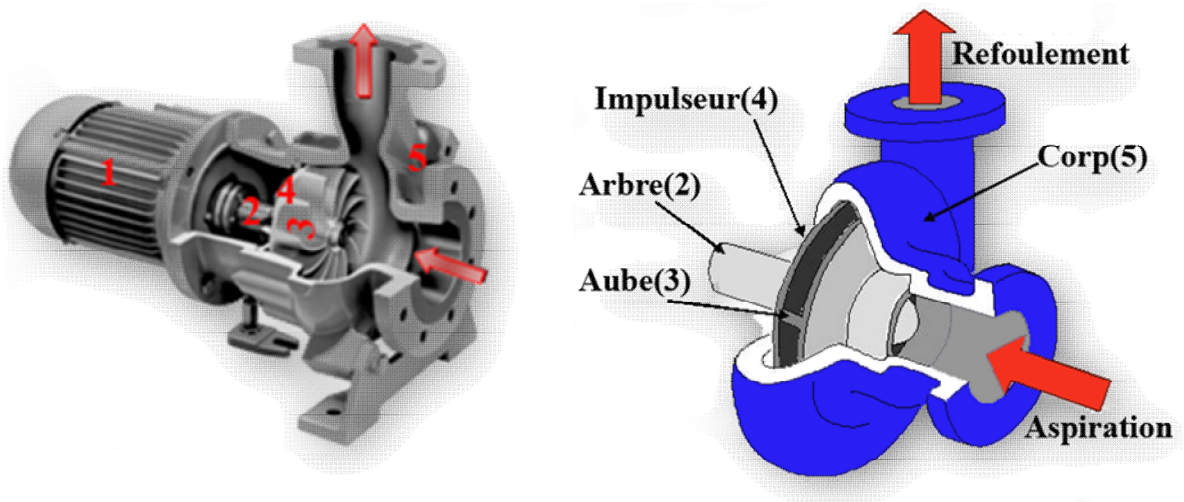


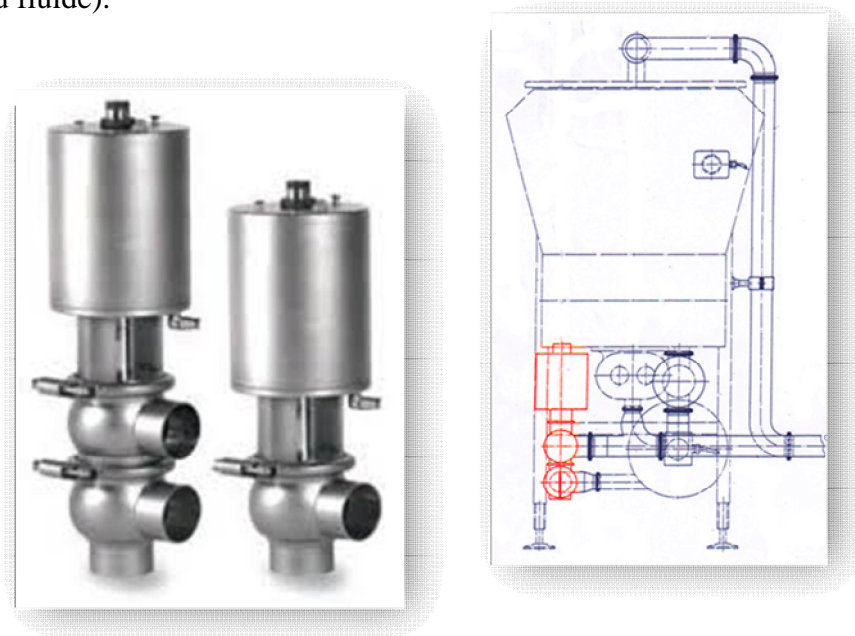
Figure II.15 : Constituants des pompes centrifuges

### II.5.2.3. Vannes pneumatiques à clapet :

Ce sont des vannes à clapet actionnées pneumatiquement, conçue spécialement pour les montages en fond de cuve dans les industries laitières, alimentaires, boissons, pharmaceutique...etc. (figure II.16).

## CHAPITRE II DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT DU SYSTEME STERILISATEUR

Cet opérateur est livré en standard dans la configuration NF (Normalement Fermé). Il peut s'adapter facilement en configuration NO (Normalement Ouvert). La vanne est prévue pour fonctionner verticalement (meilleur écoulement du fluide).



**Figure II.16 : Vannes pneumatiques automatiques**

### **a) Constituants et principe de fonctionnement :**

L'opérateur pneumatique se compose des éléments principaux suivants :

- un cylindre extérieur en acier inoxydable,
- un ensemble monobloc tige / piston monté sur segment de guidage,
- des couvercles.
- un ressort avec revêtement anticorrosion.

Les vannes à clapet sont actionnées grâce à un vérin pneumatique simple ou double effet. En alimentant en air comprimé le clapet se déplace linéairement ouvrant ou fermant la vanne. L'alimentation du vérin se fait en air sec filtré avec une pression de 5 à 8 bars, Les vannes acceptent une température maxi de 160 °C et une pression d'étanchéité maxi de 16 bars (figure II.17).

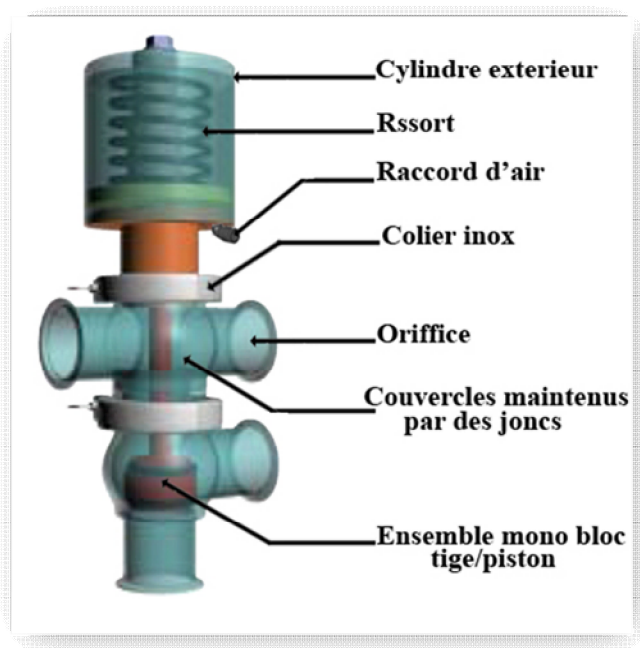


Figure II.17: Constituants des vannes pneumatiques

#### II.5.2.4. Vanne de régulation à clapet :

La vanne de régulation 2 voies pneumatique à clapet (figure II.18) est un organe réglant qui permet de contrôler de façon progressive le débit d'un fluide, liquide ou gazeux comme la vapeur d'eau, l'huile thermique, l'azote, le gaz naturel, etc....



Figure II.18 : Vanne de régulation 2 voies à clapet

## CHAPITRE II DESCRIPTION ET FONCTIONNEMENT DU SYSTEME STERILISATEUR

### a) Constituants et principe de fonctionnement :

Une vanne de régulation comporte trois éléments principaux : le corps de vanne qui assure le réglage du débit ; le positionneur qui régule l'ouverture de la vanne en accord avec le signal de commande ; le servomoteur ou l'actionneur qui assure la conversion du signal de commande en mouvement de la vanne.

Le servomoteur doit avoir une puissance suffisante pour vaincre la force développée par la pression du fluide sur le clapet (figure II.19)

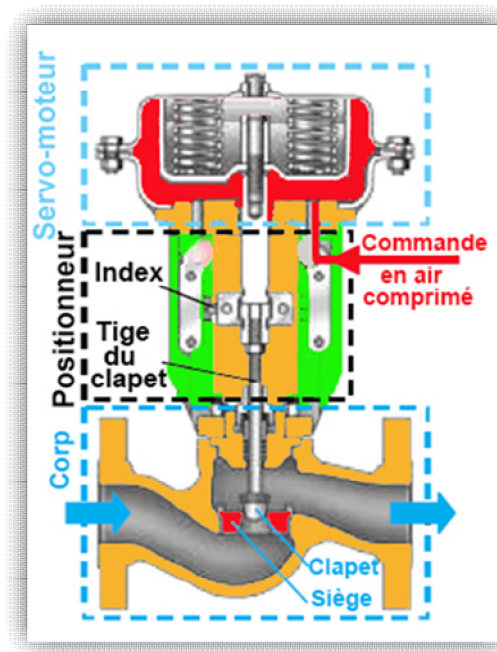


Figure II.19 : Constituants de la vanne de régulation

#### II.5.2.5. Pompe à vide à anneau liquide :

Une pompe à vide est, par définition (norme NF X 10-501), « un dispositif permettant de faire, d'améliorer ou de maintenir le vide ». C'est donc une machine capable d'extraire des molécules gazeuses d'un réservoir pour les évacuer soit dans l'air ambiant, soit dans un autre réservoir.

On rencontre généralement la pompe à vide à anneau liquide au niveau des procédés de stérilisation. Dans notre cas celle utilisée est La pompe monobloc de la famille L-BV5 (figure II.20).

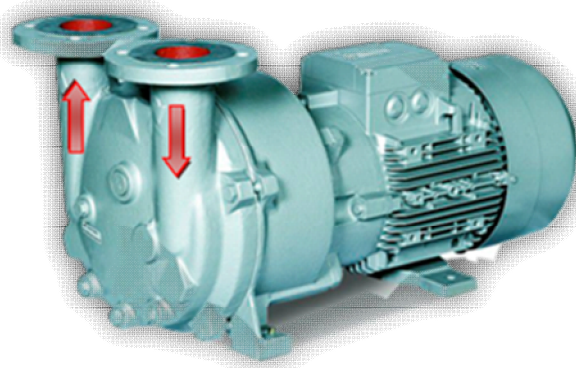


Figure II.20 : Pompe à vide à anneau liquide

a) Constituants et principe de fonctionnement :

L'impulseur est la seule pièce mobile à l'intérieur de la pompe. Il tourne sans entrer en contact avec le carter de la pompe. Un anneau liquide rotatif assure l'étanchéité de l'impulseur sur la face avant et celle de ses ailettes entre elles. Pour assurer la stabilité de l'anneau liquide, le liquide est également aspiré en permanence dans la chambre de compression et est évacué avec le gaz transporté.

La disposition excentrique de l'impulseur dans le carter crée des chambres de compression variable entre les ailettes de l'impulseur pendant la rotation. Ceci provoque la compression du gaz sur un tour complet (figure II.21).

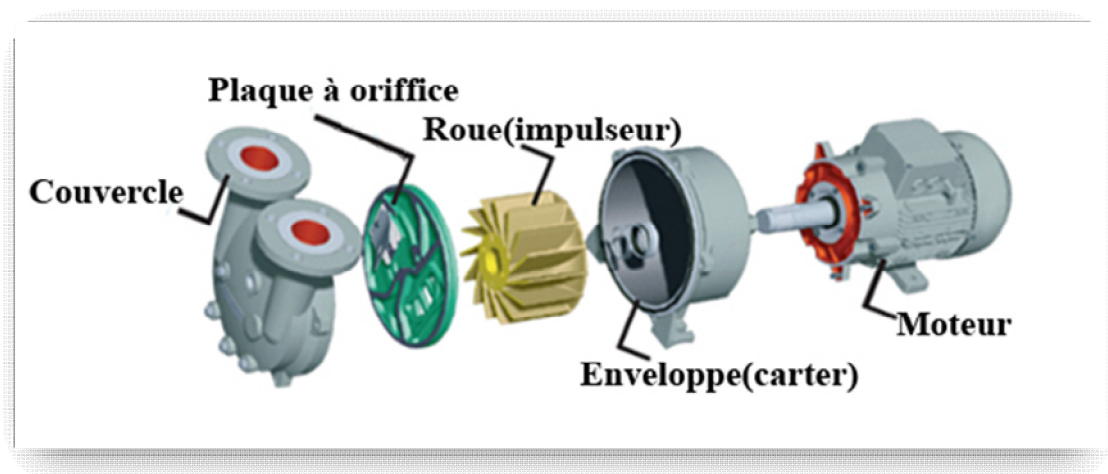


Figure II.21 : Constituants de la pompe à vide

## III.5.2.6. Echangeur de chaleur :

Un échangeur de chaleur (figure II.22) est un dispositif permettant de transférer de l'énergie thermique d'un fluide vers un autre, sans les mélanger. Le flux thermique traverse la surface d'échange qui sépare les fluides.

L'échangeur de chaleur le plus commun est l'échangeur à plaques qui est un type d'échangeur de chaleur qui connaît un usage croissant dans l'industrie.



**Figure II.22 : Echangeur à plaques**

### a) Constituants et principe de fonctionnement :

L'échangeur à plaques est composé d'un grand nombre de plaques disposées en forme de millefeuilles et séparées les unes des autres d'un petit espace (quelques millimètres) où circulent les fluides. Le périmètre des plaques est bordé d'un joint qui permet par compression de la structure d'éviter les fuites.

Les plaques ne sont pas plates, mais possèdent une surface ondulée selon un schéma bien précis afin de créer un flux turbulent pour avoir un meilleur transfert de chaleur (figure II.23).

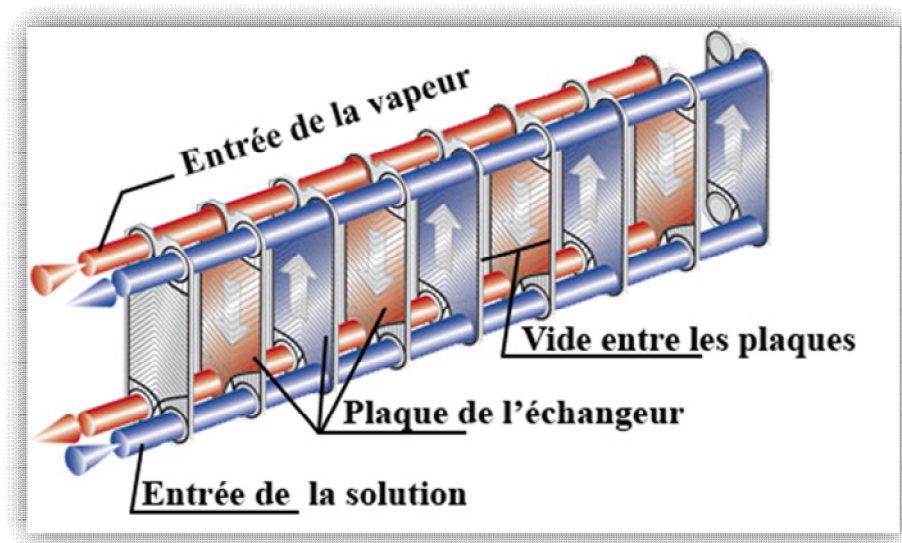


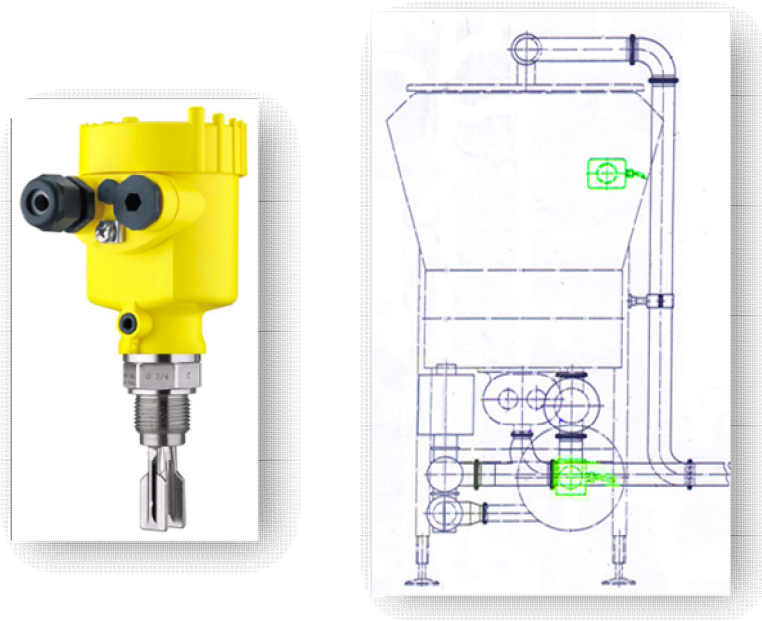
Figure II.23 : Constituants de l'échangeur à plaques

### II.5.3. LES CAPTEURS :

#### II.5.3.1. Détecteur vibrant pour liquides (VEGASWING 61) :

Le VEGASWING 61 (figure II.24) est un détecteur de niveau TOR à lames vibrantes destiné à la détection de niveau. Il est conçu pour les applications industrielles dans tous les secteurs de la technique des procédés. Des applications classiques sont la protection anti-débordement et contre la marche à vide des pompes. Ses petites lames vibrantes de 40 mm permettent une application sur des réservoirs, cuves ou sur tuyauteries. Il fonctionne dans des conditions de mesure difficiles telles que turbulences, bulles d'air, formation de mousse, colmatages, fortes vibrations environnantes ou variations de produits.

Dans notre système le VEGASWING 61 est utilisé pour la protection anti-débordement, installation sur le bac et protection contre la marche à vide des pompes centrifuges, installation sur la tuyauterie en sortie du bac de lancement et la tuyauterie du cuiseur avant chaque pompe.



**Figure II.24 : détecteur de niveau à lames vibrantes VEGASWING 61  
(Images scannées de la documentation interne de l'entreprise)**

**a) Constituants et principe de fonctionnement :**

Les lames vibrantes sont excitées par des éléments piézo-électriques et oscillent sur leur fréquence de résonance mécanique de 1200 Hz. Ces éléments piézo ont une fixation mécanique, c'est pourquoi ils résistent aux chocs de température. Le recouvrement des lames par le produit entraîne une variation de fréquence. Celle-ci est détectée par l'étage électronique intégré puis convertie en un ordre de commutation (figure II.25).

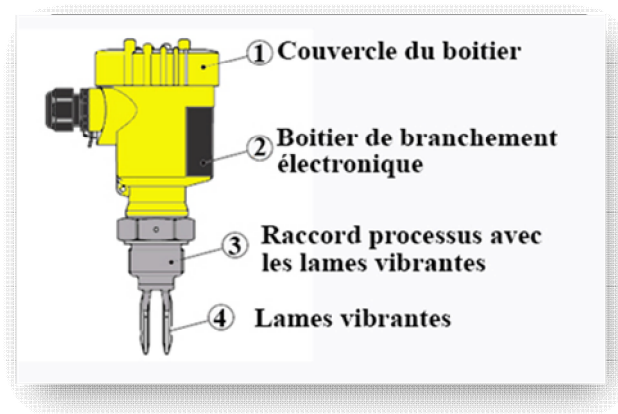


Figure II.25 : Constituants du détecteur de niveau VEGASWING 61

### II.5.3.2. Capteur radar pour la mesure continue de niveau de liquides VEGAPULS 64 :

Le VEGAPULS 64 (figure II.26) est un capteur transmetteur radar 80 GHz dédié aux industries de process, il est destiné à la mesure de niveau continue de liquides.

Son angle d'émission réduit lui confère des avantages certains sur de petites cuves ou lorsque la cuve est encombrée d'agitateurs.

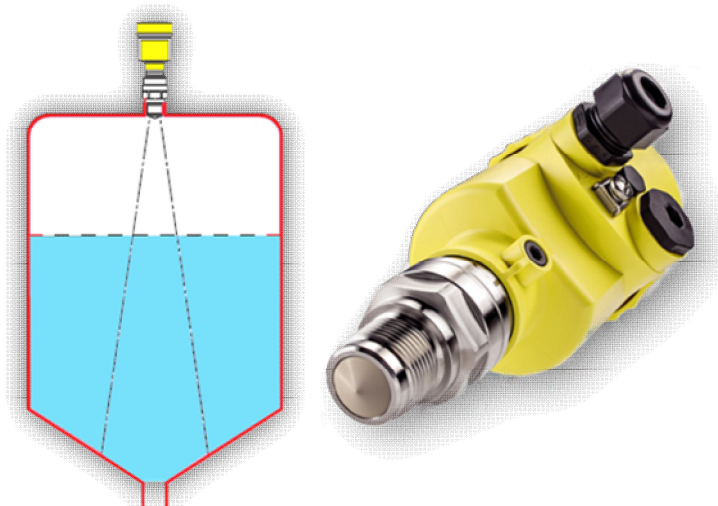


Figure II.26 : Capteur continu de niveau VEGAPULS 64

## a) Constituants et principe de fonctionnement :

Via son antenne en forme de lentille, l'appareil envoie un signal radar continu. Celui-ci est réfléchi par le produit et l'antenne capte son écho. La différence de fréquence entre le signal émis et l'écho reçu est proportionnelle à la distance, donc à la hauteur de remplissage. Le niveau ainsi déterminé est converti en signal de sortie et transmis en tant que valeur de mesure (figure II.27).

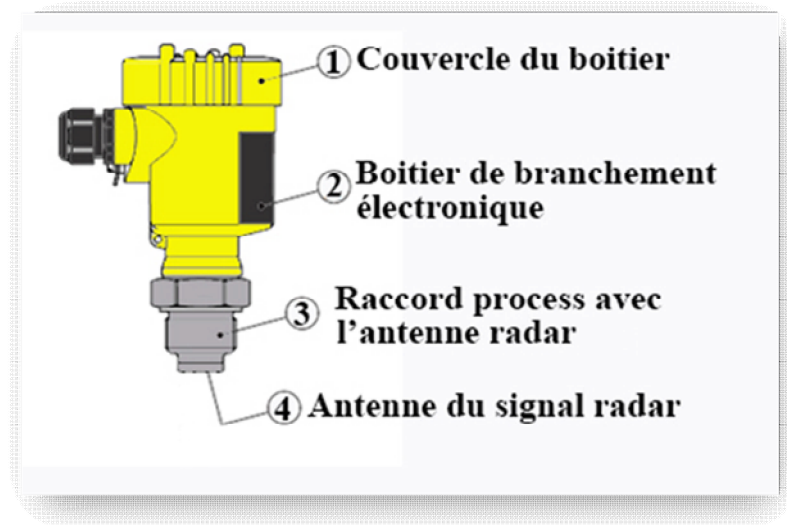


Figure II.27 : Constituant du VEGAPLUS 64

### II.5.3.3. Capteur de conductivité (conductivimètre) :

Le conductivimètre inductif **ILM2-L20** (figure II.28) est un capteur de concentration des solutions, il mesure la conductivité électrolytique d'un liquide de process ; le principe de mesure est l'induction. Une sonde de température intégrée et à réponse rapide mesure dans le même temps la température du process.



**Figure II.28 : Capteur de conductivité ILM-2 (Conductivimètre)**

**a) Constituants et principe de fonctionnement :**

Un courant alternatif circulant dans la bobine primaire (émetteur) génère un champ magnétique alternatif qui induit un courant dans le fluide environnant. Le flux de courant dans le fluide génère à son tour un champ magnétique qui induit une tension et ainsi un flux de courant dans la bobine secondaire (récepteur) du capteur. Le courant mesuré dans la bobine secondaire constitue ainsi une mesure de la conductivité du fluide.

Comme la conductivité de liquides est dans une large mesure dépendante de la température, une sonde de température supplémentaire dans la pointe du capteur à coefficient de température négatif (CTN) mesure en permanence la température du fluide. Le coefficient de température réglé dans le module électronique (valeur CT) compense l'influence de la température (figure II.29).

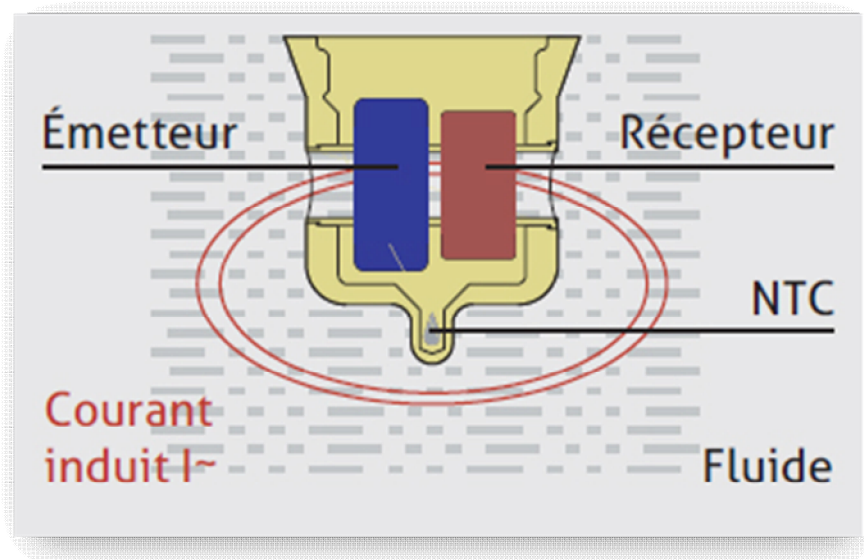


Figure II.29 : constituant du conductivimètre ILM-2

#### II.5.3.4. Sonde de température PT 100 :

La sonde Pt 100 (figure II.30) est un capteur de température qui est utilisé dans le domaine industriel (laitière, agroalimentaire, chimie, raffinerie...). Ce capteur est constitué d'une **résistance en Platine**. La valeur initiale du Pt100 est de **100 ohms** correspondant à **une température de 0°C**. Les sondes platine appelées également sondes à résistances ou sondes thermoélectriques.

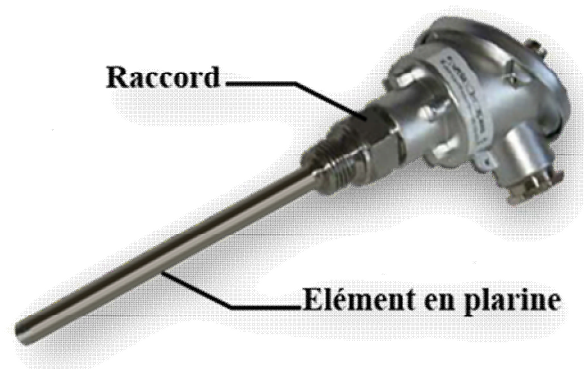


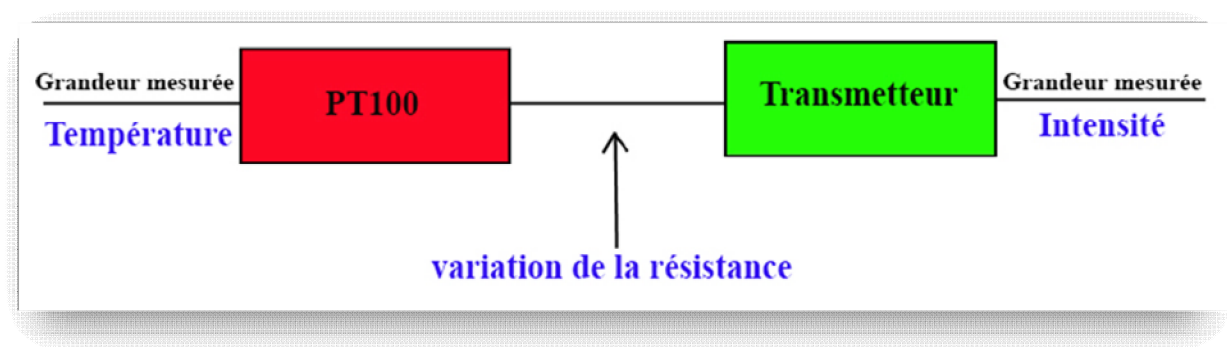
Figure II.30 : Sonde de température PT 100

## a) Constituants et principe de fonctionnement :

Les sondes PT 100 (figure II.31) sont constituées d'un élément sensible en platine, dont la valeur ohmique varie en fonction de la température. Une comparaison entre la valeur ohmique de l'élément en platine et le courant alimentant la sonde, est faite par l'appareil de mesure.

Ces capteurs permettent une mesure précise de la température. Les fils montés sur les sondes sont des fils de liaison, à base de cuivre.

Le principe de fonctionnement se base sur la variation de la résistance qui se trouve dans la sonde. La sonde Pt100 est reliée à un transmetteur de température. Le transmetteur transforme la résistivité en intensité (signal normalisé 4-20mA).



**Figure II.31 : Principe de fonctionnement de la sonde PT100**

## II.6.Conclusion :

Le bon fonctionnement du système cuiseur stérilisateur, revient en grande partie au bon entretien de tous les équipements entrant en en fonctionnement dans l'installation de stérilisation.

Le facteur le plus important dans la production des produits alimentaires est la qualité de ce dernier, cette qualité sera mesurée selon la propreté de l'installation de production, cette dernière sera assurée par un bon système de lavage.

Parmi les systèmes de lavage les plus utilisé actuellement en industrie, on trouve les systèmes de nettoyage en place (NEP) ou en appellation anglaise cleaning in place (CIP), qui un système beaucoup plus efficace et rapide

*Chapitre*

*3*

**LE SYSTEME DE TETTOYAGE EN  
PLACE (NEP)**

## III.1. Introduction :

L'hygiène est aujourd'hui un paramètre fondamental de l'industrie agroalimentaire et les exigences en la matière ne cessent de croître. Les entreprises doivent respecter les normes d'hygiène pour éviter les produits de dégradation et de contamination pendant le fonctionnement des machines.

Le nettoyage doit être effectué rapidement et minutieusement. De ce fait, le système CIP (Cleaning In Place) ou NEP (Nettoyage En Place) est la solution idéale pour répondre à ces exigences.

La combinaison exacte des facteurs d'influence que sont la chimie, la température, la mécanique et le temps fait du lavage un processus fiable.

Pour la rédaction de ce chapitre nous avons consulté les références : [1], [8], [9], [11].

## III.2. Principe de fonctionnement du système CIP :

Le CIP est un processus où les solutions de lavage et de désinfection circulent dans les circuits et nettoient les chaînes de production et d'embouteillage sans démontage.

Les systèmes CIP sont composés de plusieurs réservoirs contenant diverses solutions de nettoyage. Généralement, ces solutions alcalines sont à base de Soude, et les solutions d'acide de neutralisation d'acide nitrique.

Ces solutions sont chauffées à des températures de travail puis envoyées successivement à travers les circuits du produit.

## III.3. Etapes du cycle CIP :

Les systèmes de nettoyage CIP se réalisent en plusieurs étapes :

- Nettoyer à grandes eaux pour éliminer les résidus.
- Nettoyage alcalin (soude) : les détergents alcalins dissolvent les graisses et les protéines, et nettoient les dépôts qui sont difficiles à enlever.
- Rinçage intermédiaire à l'eau.
- Nettoyage à l'acide : sert à neutraliser les restes caustiques sur les surfaces de la tuyauterie et le système à nettoyer. Les détergents acides enlèvent les dépôts minéraux dans les appareils.
- Rinçage final à l'eau : l'eau froide enlève les résidus acides.

## III.4. Types des systèmes Cleaning-in-Place (CIP):

Il existe deux types de système dans le nettoyage en place (CIP) :

### III.4.1. Système simple :

Dans ce type, la solution de nettoyage est introduite dans la machine ou le système de production qui doit être nettoyé et est ensuite évacuée vers les égouts. Dans la plupart des cas, un système simple commencerait par un pré-rinçage pour enlever les salissures autant que possible. Puis le détergent nettoie et un rinçage final devrait suivre ceci (Figure III.1).

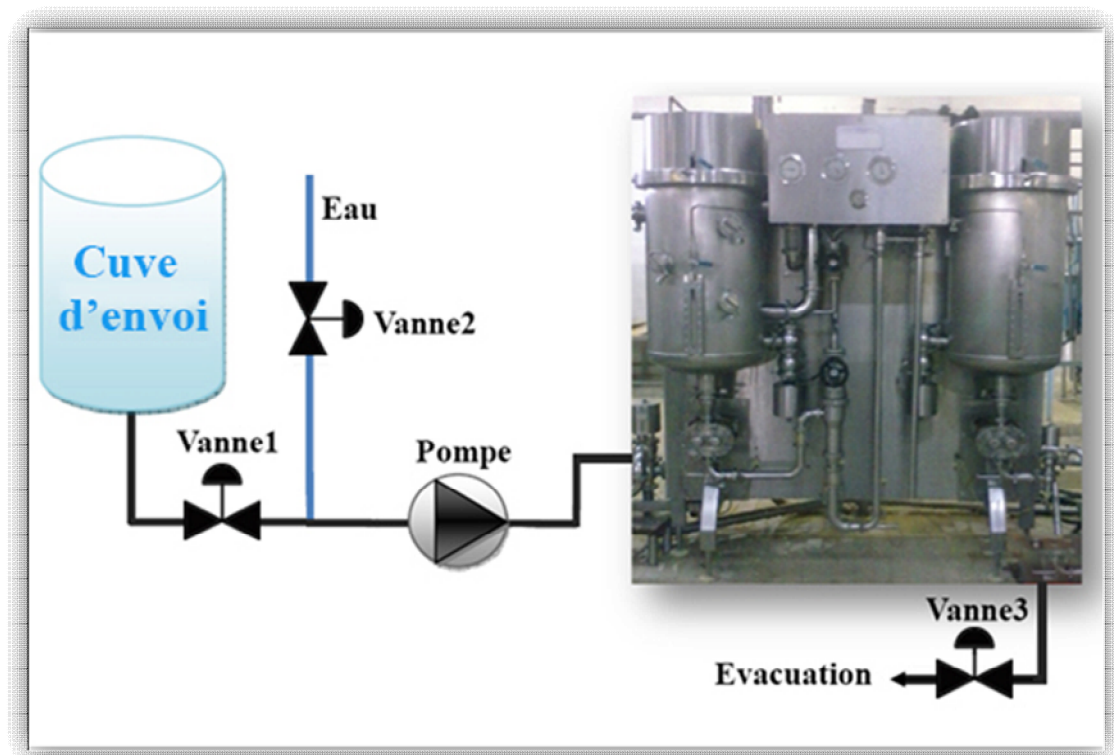


Figure III.1 : Système CIP sans récupération

### III.4.2. Système de recyclage :

La solution de nettoyage est connectée à un réservoir externe et est alors introduit dans l'entreprise. Elle est recyclée et refait le plein comme il est exigé jusqu'à ce que le cycle de nettoyage soit complet. Une fois que le nettoyage avec le détergent est fini, un rinçage final est effectué.

## CHAPITRE III | LE SYSTEME DE NETTOYAGE EN PLACE (NEP)

Les systèmes de recyclage utilisent moins d'eau et de détergents mais exigent une plus grande dépense et en quelques circonstances peut-être inutilisable en raison d'une contamination allant d'un process à un autre (figure III.2).

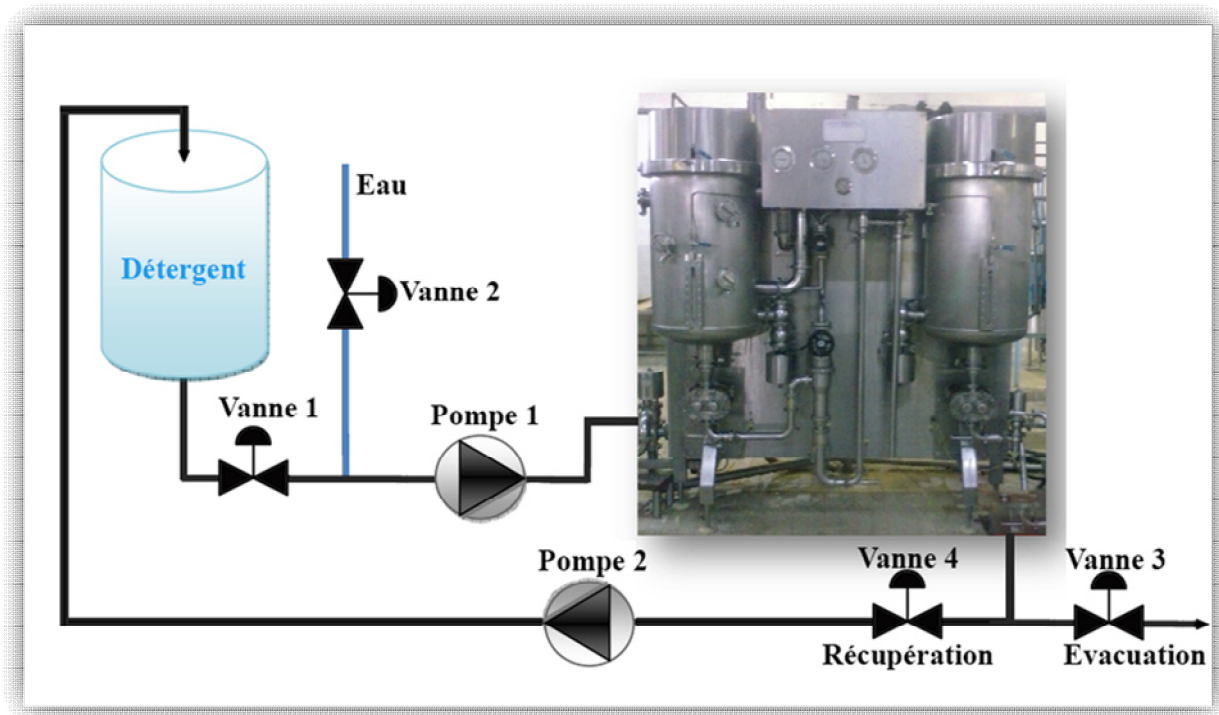


Figure III.2 : Système CIP avec récupération

### III.5 Le système CIP étudié à l'entreprise LFB:

Le système CIP existant dans l'unité de production du fromage fondu stérilisé à la laiterie fromagerie de Boudouaou, est le système simple sans recyclage cité précédemment. Son schéma détaillé est donné à la figure III.3, et les conditions et étapes de son exécution sont aussi détaillées dans ce qui suit.

#### III.5.1. Conditions de l'exécution correcte du CIP :

- De l'eau à une température d'environ 60°C.
- Une solution nettoyante à base de soude, à 80°C, et 2% de concentration.
- Une solution nettoyante à base d'acide, à 70°C, et 1% de concentration.

## III.5.2. Condition de départ pour la mise en service du CIP :

- Couverture sur bac de lancement fermé correctement.
- Couverture sur cuves de préchauffe et refroidissement fermés correctement.

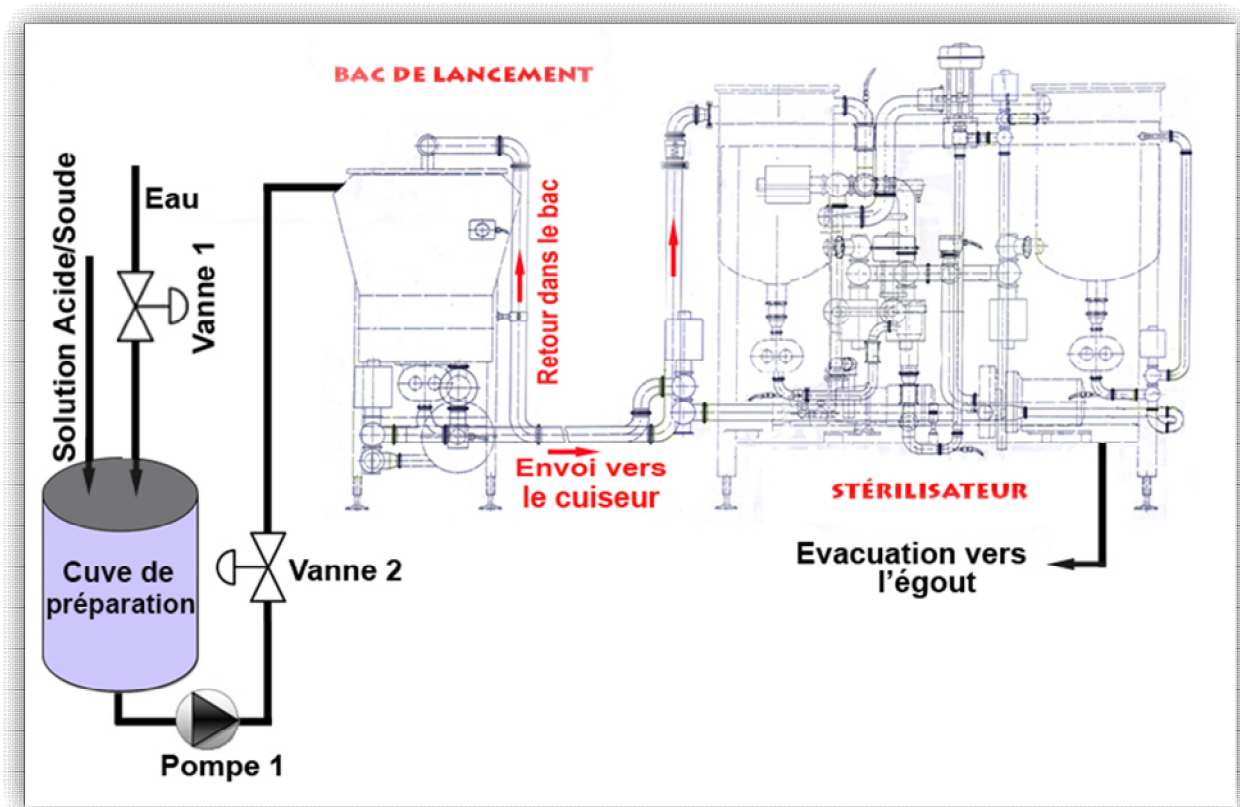


Figure III.3 : Système de nettoyage CIP sans récupération pour le cuiseur FP 3000

## III.5.3. Différentes parties du cycle CIP :

Le CIP comprend 2 parties :

- Cycle lavage
- Cycle vidange

### III.5.3.1. Cycle Lavage :

Le cycle lavage comprend 3 parties distinctes sélectionnables. Pour lancer le lavage il faut :

# CHAPITRE III LE SYSTEME DE NETTOYAGE EN PLACE (NEP)

- Un appui sur un bouton poussoir lavage (GM), et un appui sur marche FP (GK). Si le voyant défaut apparaît, une des conditions ci-dessus n'est pas respectée (figure III.4).
- Un appui sur le ou les lavages désirés (voyants sélectionnés eau (IC), soude (ID) et acide (IE) s'allument) (figure III.4). A la fin d'un lavage, on passe au suivant si celui-ci a été sélectionné. Un arrêt est prévu pour pouvoir incorporer du produit (soude, acide...). Lors d'une addition de produit avec ouverture du couvercle, un voyant défaut apparaît qui s'annule par la fermeture du couvercle, et l'appui sur le bouton poussoir reset.
- Un appui sur le bouton poussoir vidange (IF) permet de retourner le liquide à l'égout et non dans une cuve prévue à cet effet (figure III.4).
- Une impulsion sur le bouton poussoir marche (IH) provoque le départ du ou des cycles de lavage (figure III.4).

















<b>IA</b>  Marche / arrêt sélection du programme de lavage court - lampe poussoir bleu	<b>IF</b>  Marche / arrêt sélection du programme de vidange - lampe poussoir bleu
<b>IB</b>  Marche / arrêt sélection du programme de lavage long - lampe poussoir bleu	<b>ID</b>  Marche / arrêt sélection du programme de lavage à la soude - lampe poussoir bleu
<b>IC</b>  Marche / arrêt sélection du programme de lavage à l'eau - lampe poussoir bleu	<b>IE</b>  Marche / arrêt sélection du programme de lavage à l'acide - lampe poussoir bleu
<b>IG</b>  Arrêt du nettoyage CIP lampe poussoir rouge	<b>IJ</b>  Défaut couvercle bac de lancement non fermé - lampe rouge
<b>IH</b>  Marche du nettoyage CIP lampe poussoir verte	<b>IK</b>  Défaut couvercle cuve de préchauffe non fermé - lampe rouge
<b>II</b>  Fin du cycle de nettoyage lampe jaune	<b>IL</b>  Défaut couvercle cuve de refroidissement non fermé - lampe rouge
<b>IO</b>  Témoin arrêt d'urgence - lampe rouge	<b>IM</b>  Reset des défauts - lampe poussoir rouge
<b>IN</b>  Arrêt d'urgence - poussoir rouge	<b>IM</b>  Défaut moteurs pompes CIP - lampe rouge

Figure III.4 : Table de commande et voyants d'affichage pour le cycle de lavage.

## a) Lavage à l'eau en 4 étapes :

### ❖ 1<sup>ère</sup> étape :

Après un remplissage complet en eau du bac de lancement (sonde NR<sub>0</sub> actionnée), les pompes du bac de lancement, de stérilisation, du CIP (PC<sub>1</sub>), et les moteurs brasseurs (figure III.5) s'enclenchent automatiquement pour permettre un lavage grossier du stérilisateur avec mise à l'égout de cette eau. La durée de cette étape est définie par la temporisation pré-lavage eau. A la fin de cette 1<sup>ère</sup> étape le CIP s'arrête (arrêt des pompes et moteurs) pour permettre à l'opérateur de soulever le couvercle et d'y adjoindre des produits nettoyants pour l'étape suivante. Si l'opérateur ne souhaite pas cette adjonction, un simple appui sur un bouton poussoir lance la 2<sup>ème</sup> étape.

Déroulement :

- Ouverture de la vanne d'arrivée VP17 (en fonction de la sonde NR<sub>0</sub>)
- Détection du niveau correct du liquide (sonde NR<sub>0</sub>)
- Mise en service des pompes P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, PC<sub>1</sub> et des moteurs brasseurs
- Ouvertures vannes : VP<sub>2</sub>, VP<sub>3</sub>
- Fermeture des vannes : VP<sub>5</sub>, VP<sub>6</sub>, VP<sub>9</sub>
- Fin de la temporisation pré-lavage eau
- Arrêt de toutes les pompes et moteurs
- Arrêt de la marche lavage

### ❖ 2<sup>ème</sup> étape :

Après un nouveau remplissage complet en eau du bac de lancement (sonde NRO actionnée), les pompes du bac de lancement P<sub>1</sub>, de stérilisation P<sub>2</sub>-P<sub>3</sub>, du CIP (PC<sub>1</sub>), et les moteurs brasseurs s'enclenchent automatiquement pour permettre un lavage en circuit fermé du stérilisateur (retour dans le bac de lancement). La durée de cette étape est définie par la temporisation lavage eau. A la fin de cette temporisation, la 3<sup>ème</sup> étape est lancée.

Déroulement :

- Ouverture de la vanne d'arrivée VP<sub>17</sub> (en fonction de la sonde NR)
- Détection du niveau correct de liquide (sonde NR<sub>0</sub>)
- Mise en service des pompes du bac, de stérilisation, PC<sub>1</sub>, et des moteurs brasseurs

- Ouvertures des vannes : VP<sub>2</sub>, VP<sub>3</sub>, VP<sub>7</sub>, VP<sub>4</sub>
- Fermeture des vannes : VP<sub>5</sub>, VP<sub>6</sub>, VP<sub>8</sub>, VP<sub>9</sub>
- Fin de la temporisation lavage eau

### ❖ 3<sup>ème</sup> étape :

Cette étape transitoire permet le lavage de la petite canalisation de vide. La durée est donnée par la temporisation lavage eau vide. Elle ferme la vanne VP<sub>7</sub>, et ouvre la vanne VP<sub>5</sub>. A la fin de cette temporisation la 4<sup>ème</sup> étape est lancée.

Déroulement :

- Ouverture de la vanne : VP<sub>5</sub>
- Fermeture de la vanne : VP<sub>7</sub>
- Fin de la temporisation lavage eau vide

### ❖ 4<sup>ème</sup> étape :

Elle permet la vidange à l'égout de l'eau contenue dans le stérilisateur. Toutes les vannes s'ouvrent et les 2 pompes (PC<sub>1</sub>-PC<sub>2</sub>) se lancent automatiquement. Lorsque la sonde de la pompe PC<sub>1</sub> (NR<sub>1</sub>) détecte un manque d'eau, les temporisations, fin rinçage eau et VP<sub>9</sub> fin cycle eau sont lancées.

La temporisation VP<sub>9</sub> fin cycle eau ouvre la vanne VP<sub>9</sub>. Lorsque la sonde de la pompe PC<sub>2</sub> (NR<sub>2</sub>) détecte un manque d'eau, la temporisation détection liquide sonde NR<sub>2</sub> est lancée. Lorsque les deux temporisations fin de rinçage eau et détection liquide sonde NR<sub>2</sub> sont écoulées, elles définissent la fin de l'étape et la fin du cycle de lavage à l'eau. Toutes les vannes se referment, les pompes et moteurs s'arrêtent, les voyants marche (IH) et eau (IC) s'éteignent, le voyant fin de cycle s'allume (II).

Déroulement :

- Fermeture de la vanne d'arrivée : VP<sub>17</sub>
- Mise en service des pompes : PC<sub>1</sub>, PC<sub>2</sub>
- Ouverture des vannes : VP, VP<sub>5</sub>, VP<sub>6</sub>, VP<sub>8</sub>, VP<sub>9</sub>
- Fin de la temporisation : VP<sub>9</sub> fin cycle eau
- Ouverture de la vanne : VP<sub>9</sub>
- Fin des temporisations : fin rinçage eau et détection liquide sonde NR<sub>2</sub>

- Mise en repos de toutes les vannes
- Arrêt de toutes les pompes et moteurs
- Le voyant fin cycle eau s'allume

## b) Lavage à la soude en 6 étapes

### 1<sup>ère</sup> étape

Après un remplissage complet du bac de lancement en soude diluée, (sonde NR<sub>0</sub> actionnée), les pompes du bac de lancement P<sub>1</sub>, de stérilisation P<sub>2</sub> et P<sub>3</sub>, du CIP (PC<sub>1</sub>), et les moteurs des brasseurs, s'enclenchent automatiquement pour permettre un lavage en circuit fermé du stérilisateur (retour dans le bac de lancement). La durée de cette étape est définie par la temporisation lavage soude. A la fin de cette temporisation, la 2<sup>ème</sup> étape s'enclenche.

Déroulement :

- Ouverture de la vanne d'arrivée VP<sub>17</sub> (en fonction de la sonde NR<sub>0</sub>)
- Détection du niveau correct du liquide (NR<sub>0</sub>)
- Mise en service des pompes du bac P<sub>1</sub>, de stérilisation P<sub>2</sub>-P<sub>3</sub>, PC<sub>1</sub> et des moteurs brasseurs  
Ouverture des vannes : VP<sub>2</sub>, VP<sub>3</sub>, VP<sub>7</sub>, VP<sub>4</sub>
- Fermeture des vannes : VP<sub>5</sub>, VP<sub>8</sub>, VP<sub>9</sub>
- Fin de la temporisation lavage soude

### 2<sup>ème</sup> étape :

C'est une étape transitoire qui permet le lavage de la petite canalisation de vide. La durée est donnée par la temporisation lavage soude vide. Elle ferme la vanne VP<sub>7</sub>, et ouvre la vanne VP<sub>5</sub>. A la fin de cette temporisation la 3<sup>ème</sup> étape est lancée.

Déroulement :

- Ouverture de la vanne : VP<sub>5</sub>
- Fermeture de la vanne : VP<sub>7</sub>
- Fin de la temporisation lavage soude vide

## 3<sup>ème</sup> étape :

Elle permet la vidange (soit à l'égout, ou dans un bac de récupération suivant appui sur bouton poussoir vidange (IF) de la soude diluée contenue dans le stérilisateur et le bac de lancement. Toutes les vannes s'ouvrent et les pompes (PC<sub>1</sub>-PC<sub>2</sub>) se lancent automatiquement. Lorsque la sonde de la pompe PC<sub>1</sub> (NR<sub>1</sub>) décèle un manque de liquide, les temporisations vidange soude ouvre la vanne VP<sub>9</sub> vidange soude sont lancées. La temporisation VP<sub>9</sub> vidange soude ouvre la vanne VP<sub>9</sub>. Lorsque la sonde de la pompe PC<sub>2</sub> décèle également un manque de liquide, la temporisation détection liquide sonde NR<sub>2</sub> est lancée. Lorsque les temporisations vidange soude et détection liquide sonde NR<sub>2</sub> sont écoulées, les vannes se ferment, les pompes et moteurs s'arrêtent, l'étape suivante est lancée.

### Déroulement :

- Fermeture de la vanne d'arrivée VP17
- Mise en service de la pompe PCI-PC2
- Ouverture des vannes : VP6, VP7, VP8
- fin de temporisation VP9 vidange soude
- Ouverture de la vanne : - VP9
- fin des temporisations vidange soude et détection liquide sonde NR2
- Mise en repos de toutes les vannes
- Arrêt de toutes les vannes

## 4<sup>ème</sup> étape :

Elle sert à rincer à l'eau le stérilisateur et le bac de lancement de la soude qui pourrait rester. Son cycle est identique à la 2<sup>ème</sup> étape du lavage à l'eau, mais avec la temporisation rinçage soude et VP9 rinçage soude. A la fin de la temporisation VP9 rinçage soude, la vanne VP9 se ferme. A la de la temporisation rinçage soude, la 5<sup>ème</sup> étape est lancée.

### Déroulement :

- Ouverture de la vanne d'arrivée VP17 (en fonction de la soude NRO)
- Détection du niveau correct du liquide (NRO)
- Mise en services des pompes du bac P1, de stérilisation P2 et P3, PC1 et des moteurs brasseurs
- Ouverture des vannes : VP2, VP3, VP7, VP8, VP4

- Fermeture des vannes : VP5, VP6
- Fin de temporisation : VP9 rinçage soude
- Fermeture de : VP9
- Fin de la temporisation rinçage soude

## 5<sup>ème</sup> étape :

Celle-ci est identique à la 3<sup>ème</sup> étape du cycle de lavage à l'eau. La temporisation correspondante est la rince soude vide. A la fin de cette temporisation la 6<sup>ème</sup> étape est lancée.

Déroulement :

- Ouverture de la vanne : VP5
- Fermeture de la vanne : VP7
- Fin de la temporisation rince soude vide

## 6<sup>ème</sup> étape :

Celle-ci également identique à la 4<sup>ème</sup> étape du cycle lavage à l'eau. Les temporisations correspondantes sont :

- Fin rinçage soude
- VP9 fin soude
- Détection liquide sonde NR2

Lorsque les deux temporisations fin rinçage soude et détection liquide sonde NR2 sont écoulées, elles définissent la fin de l'étape et la fin du cycle lavage à la soude. Toutes les vannes se referment, les pompes et les moteurs s'arrêtent, les voyants marche (IH) et soude (ID) s'éteignent, le voyant fin de cycle s'allume.

Déroulement :

- Fermeture de la vanne d'arrivée VP17
- Mise en service de la pompe PC1 et PC2
- Ouverture des vannes : VP6, VP7, VP8, VP4
- Fin de la temporisation : VP9 fin soude
- Ouverture de la vanne : VP9
- Fin des temporisations fin rinçage soude et détection liquide sonde NR2

## CHAPITRE III | LE SYSTEME DE NETTOYAGE EN PLACE (NEP)

- Mise en repos de toutes les vannes
- Arrêt de toutes les pompes et moteurs
- Le voyant cycle soude s'éteint

### c) Lavage à l'acide en 6 étapes :

Ce cycle est strictement identique au cycle lavage à la soude. Seul le nom acide remplace soude pour les temporisations.

Le cycle CIP est totalement terminé lorsque :

- Les voyants de cycle sont tous éteints (eau, soude, acide)
- Le voyant fin de cycle est allumé
- Les pompes, les moteurs et les vannes sont tous au repos

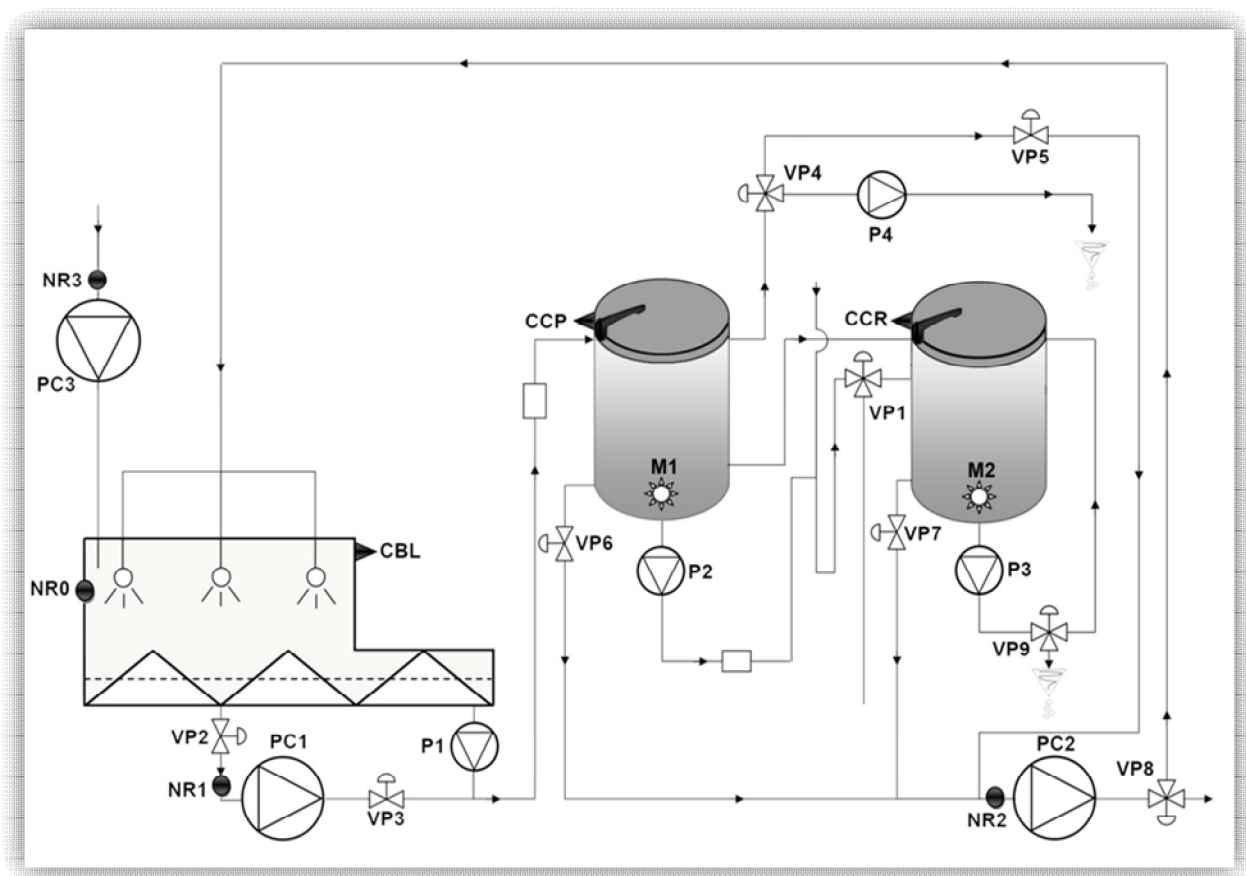


Figure III.5 : Système cuiseur

### III.5.3.2. Cycle vidange :

Le cycle vidange ne comprend qu'une partie sélectionnable. Ce cycle n'est utilisé que pour vider les cuves et le bac de stérilisation. Un appui sur le bouton poussoir (IF). Si le voyant défaut apparaît, une des conditions de départ pour la mise en service du CIP n'est pas respectée.

Un appui sur le bouton poussoir marche (IH) provoque le départ du cycle de vidange.

### III.6. Etude effectuée à l'entreprise LFB :

Le système CIP est le plus souvent contrôlé automatiquement et les séquences de nettoyage sont programmées pour un temps optimal pour un nettoyage efficace de toutes les parties de l'installation cible.

#### III.6.1. Système étudié :

Dans notre cas l'installation cible est le système cuiseur, qui est un cuiseur stérilisateur FP3000 pour le fromage fondu combiné avec son bac de lancement. L'installation est équipée d'un système de nettoyage CIP (Cleaning In Place), mais pas totalement automatique.

L'alternance des différents types de lavage et la succession de leurs étapes est automatisée, puisque le démarrage de n'importe quel cycle nécessite uniquement l'appui sur son bouton poussoir approprié.

Après l'étude du fonctionnement de notre système de lavage CIP, nous avons constaté que la plus importante tâche à effectuer dans le cycle de nettoyage est encore réalisée manuellement. Cette tâche est bien, la préparation des différentes solutions utilisées comme l'acide et la soude.

#### III.6.2. Préparation des solutions :

Sachant que l'eau qui arrive vers l'unité de production du fromage fondu stérilisé est d'une température de 50 à 55 °C, cette eau sera utilisée pour les trois lavages nécessaires détaillés ci-dessus.

Le problème c'est que les températures de l'eau nécessaires pour la préparation des différentes solutions n'est pas la même, comme on a vu précédemment, l'eau à 60°C, la soude à 80°C et l'acide à 70°C selon le cahier des charges.

La température de l'eau est un paramètre très important dans les systèmes de lavage, car pour avoir un bon nettoyage, sans résidus dans les cuves et tuyauteries, il faut la bonne concentration des solutions d'acide et de soude, et pour avoir une bonne concentration, il faut une bonne dissolution de ces dernières, et pour la bonne dissolution il faut la bonne température.

La préparation des solutions d'acide et de soude se réalise manuellement, c'est la tâche à effectuée par un ouvrier non spécialisé après avoir récupéré les concentrés et les mesures nécessaires du laboratoire de l'usine. L'adjonction de ces concentrés se fait sans aucune protection contre les projections dangereuses qui pourraient se produire, et même si on prendra toutes les précautions de sécurité, cette tâche restera une tâche dangereuse et pénible pour l'être humain.

En plus du risque que peut subir les travailleurs de l'usine, la concentration des solutions d'acide et de soude pourraient ne pas être respectées.

### **III.6.3. Utilisation des produits nettoyants :**

Après l'écoulement du temps de chaque cycle de lavage, la solution utilisée est envoyée directement vers les égouts, pour être ensuite traitée dans une station d'épuration propre à l'entreprise, à la fin de ce premier traitement l'eau est redirigée vers la nature.

L'entreprise utilise au total pour chaque lavage environ 3500 litres de fluides, ce qui donne 3480 litres d'eau, environ 6 litres de soude caustique et 12 litres d'acide par jours uniquement pour l'entretien de la machine de stérilisation.

Ces solutions sont utilisées uniquement une seule fois, même si la plus part du temps leurs concentrations restent encore dans l'intervalle exigé par le cahier des charges.

Par conséquent, l'entreprise subit une énorme perte en la matière d'eau et des concentrés d'acide et de soude, sachant que ces produits coûtent vraiment cher sur le marché.

Pour remédier à tous ces manques mentionnés ci-dessus, nous avons proposé un autre système à base de cuves comme complément pour le système existant.

## III.7. Le système proposé :

### III.7.1 .Matériels nécessaires :

Pour l'amélioration du système de lavage de l'unité de stérilisation du fromage, nous avons proposé un système complément, qui se compose de trois cuves identiques d'un volume égal au volume du bac de lancement (figure III.6).

- La première est la cuve « soude », elle est prévue pour la préparation de la solution de la soude à une concentration de 2%, et recevoir la soude récupérée si elle est encore valable pour d'autres utilisations.
- La deuxième est la cuve « acide », elle est prévue pour la préparation de la solution d'acide à une concentration de 1 %, et recevoir l'acide récupérée si il est encore valable pour une autre utilisation.
- La troisième est la cuve « préparation », elle est prévue pour chauffer les différents fluides utilisés (eau, acide et soude) à des températures adéquates.

Les deux premières cuves seront équipées des capteurs de niveau analogique S\_niv et A\_niv pour le contrôle du pourcentage d'eau voulu dans chaque cuve, ainsi des capteurs de conductivités S\_con et A\_con pour contrôler les concentrations soude et acide désirées, et des moteur mélangeurs MT1 et MT2 pour garder une bonne homogénéité des fluides, avant de les envoyer vers la cuve de préparation. Le remplissage est contrôlé par les deux vannes pneumatiques VP15 et VP16.

Deux autres cuves un peu moins volumineuses seront aussi prévues pour contenir les concentrés d'acide et de soude, ces cuves seront placées dans des points plus élevées par rapport aux cuves acide et soude. Les quantités des concentrés à ajouter seront contrôlées par les deux vannes pneumatiques VPS et VPA.

Ces petites cuves sont équipées à leurs fonds des capteurs tout ou rien (TOR) pour détecter le niveau bas des concentrés dans chaque cuve.

L'envoi des solutions vers la cuve de préparation se fait à travers les deux vannes pneumatiques VP12 et VP13 par la pompe centrifuge PC5.

La cuve de préparation sera équipée d'un capteur de niveau analogique E\_niv qui donne le niveau atteint dans la cuve, elle est aussi équipée d'un capteur de température STg qui donne les températures des différents fluides.

# CHAPITRE III LE SYSTEME DE NETTOYAGE EN PLACE (NEP)

Pour atteindre les températures désirées, cette troisième cuve est reliée à un échangeur de chaleur à travers les deux vannes pneumatiques VP21, VP22 et la pompe centrifuge PC4. Le débit de vapeur qui entre dans l'échangeur sera contrôlé par une vanne de régulation pneumatique avec positionneur.

Pour l'envoi des solutions préparées vers le bac de lancement, une vanne pneumatique VP23 et une pompe centrifuge PC3 seront montées à la sortie de la cuve de préparation.

Pour toutes les pompes centrifuges installées dans ce système PC3, PC4 et PC5, seront adjoint en amont sur les tuyauteries, des détecteurs de niveau TOR NR3, NR4 et NR5 pour les protéger contre la marche à vide.

En ce qui concerne les fluides récupérés, un capteur de conductivité Qcon est installé sur la tuyauterie de retour pour détecter leurs concentrations. Des vannes pneumatiques 3 voies VP18, VP19 et VP20 et deux voies VP17 seront aussi installées sur la même tuyauterie, pour être ouvertes ou fermées selon le fluide récupéré ou la mise à l'égout.

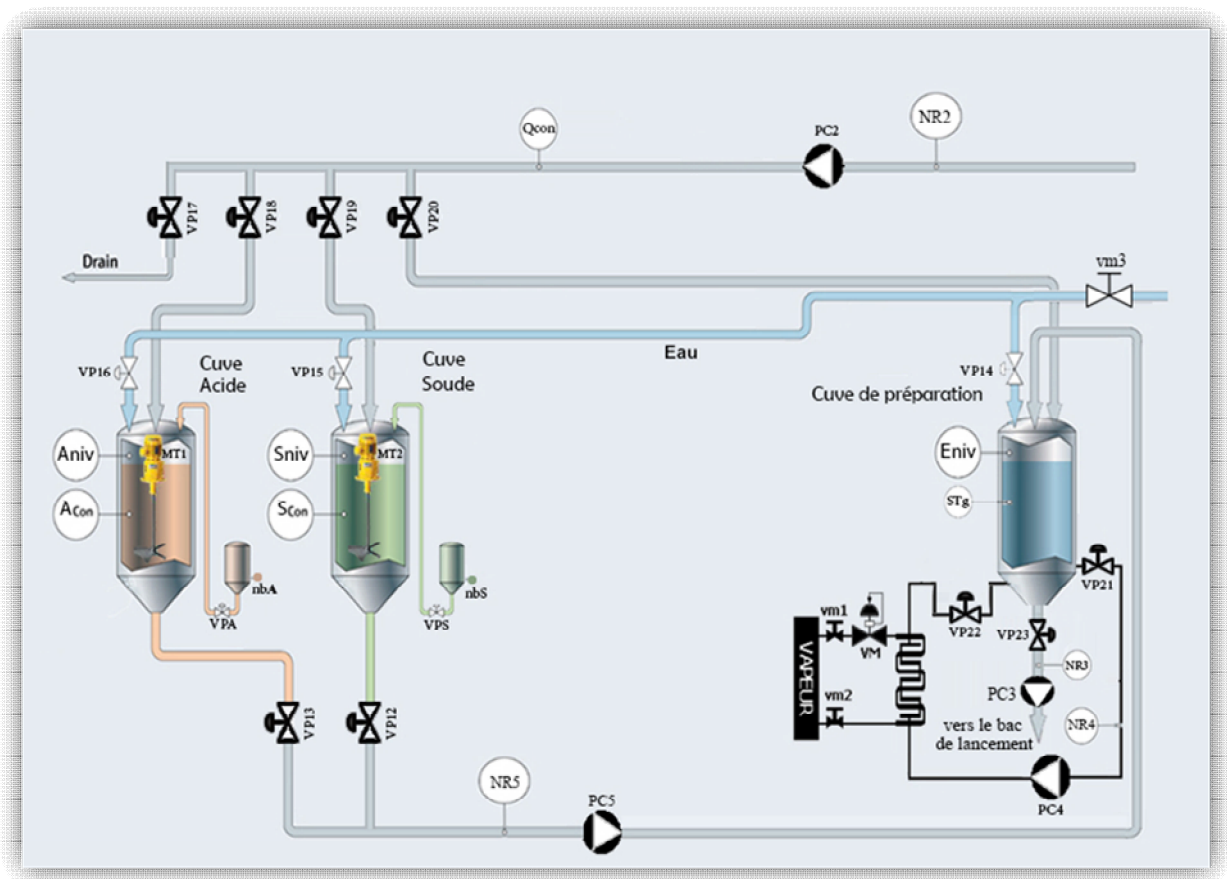


Figure III.6 : système de préparation des solutions de lavage

## III.7.2 Principe de fonctionnement :

Pour démarrer le cycle de nettoyage CIP du cuiseur stérilisateur FP3000, l'opérateur doit appuyer sur un bouton poussoir du démarrage « D\_CIP », dès que le bouton est appuyé, un voyant vert de confirmation est allumé et le cycle de lavage est commencé.

L'opération de nettoyage se divise en trois parties : la préparation des fluides, le lavage de l'installation et la récupération des solutions utilisées.

### III.7.2.1. Préparation des fluides :

Après l'appui sur le bouton poussoir D\_CIP, les vannes pneumatiques deux voies VP14, VP15 et VP16 s'ouvrent simultanément, et vm3 étant déjà ouverte.

#### a) Préparation soude :

Dès que le capteur A\_niv détecte un niveau de 99% par rapport au volume de la cuve acide, la vanne VP16 se ferme et la vanne VPA s'ouvre pour permettre l'ajout du concentré de l'acide nécessaire, et le moteur MT1 démarre pour mélanger le contenu. A l'atteinte de la concentration requise détectée par le capteur de conductivité A\_con, la vanne VPA se ferme et le moteur mélangeur reste en mouvement.

#### b) Préparation acide :

De la même façon pour la cuve soude, dès que le capteur S\_niv détecte un niveau de 98%, la vanne VP15 se ferme, la vanne VPA s'ouvre et le moteur mélangeur MT2 démarre. A l'atteinte de la concentration requise de la soude, détectée par le capteur S\_con, la vanne VPA se ferme et MT2 reste aussi en mouvement pour garder l'homogénéité de la solution de la soude.

### III.7.2.2 .Lavage eau :

En ce qui concerne la cuve de préparation, dès que le niveau 100% est détecté par E\_niv, la vanne VP14 se ferme et deux choix sont possibles :

- Si la température de l'eau voulue est atteinte, le système cuiseur (bac de lancement+cuiseur) est prêt pour recevoir le fluide préparé et le bouton poussoir démarrage du cycle lavage eau « D\_CLE »est appuyé, la vanne VP23 s'ouvre et la pompe PC3 démarre. Si en aucun cas le détecteur NR3 détecte un manque d'eau 10 seconde après le démarrage de PC3, la pompe PC3 s'arrête, la vanne VP23 se ferme et un voyant défaut s'allume. Si non, dès que le détecteur de niveau TOR NR0

détecte que le bac de lancement est plein, la pompe PC3 s'arrête et la vanne VP23 se ferme et le prélavage eau commence succédé par le lavage eau en reprenant les mêmes étapes de préparation.

- Si non les vannes VP21 et VP22 s'ouvrent, la pompe PC4 démarre et la vanne de régulation VM s'ouvre inversement proportionnelle à la température du fluide qui se trouve dans la cuve de préparation, ce qui permet au flux de vapeur de circuler dans l'échangeur en sens inverse du fluide en augmentant sa température. admettant bien sûr que les vannes manuelles vm1 et vm2 étant ouvertes.

Dès que la température du fluide désirée est atteinte, les vanne VP21, VP22, VM se ferment, PC4 s'arrête. VP23 s'ouvre et PC3 démarre à condition que le bouton D\_CLE soit enfoncé et les contacts des couvercles du bac de lancement, de la cuve de préchauffé et cuve de refroidissement (CBL, CCP, CCR) respectivement soit fermés. Dès que le bac de lancement est plein VP23 se ferme, PC3 s'arrête et le cycle de prélavage eau démarre succédé directement par le lavage eau.

### III.7.2.3. Lavage soude :

A la fin des cycles prélavage et lavage eau, et à condition que VP23 soit fermée, PC3 soit arrêtée et le bouton démarrage du lavage soude « D\_CLS » soit enfoncé, le moteur MT2 s'arrête, la vanne VP12 s'ouvre et la pompe PC5 démarre.

Si un défaut de manque de liquide est détecté par la sonde de niveau NR5, 10s après le démarrage de PC5, cette dernière s'arrête et VP12 se ferme. Sinon, après le remplissage de la cuve de préparation, PC5 s'arrête, VP12 se ferme et les opérations nécessaires pour avoir la température de la soude désirée seront répétées de la même façon que le lavage eau. Les étapes du lavage soude seront exécutées une après l'autre telles quelles sont décrites plus haut, à la fin de cette opération, le lavage acide sera démarré.

### III.7.2.4. Lavage acide :

A la fin du lavage soude et encore à condition que VP23 soit fermée et PC3 soit arrêtée et le bouton démarrage du cycle lavage acide « D\_CLA » soit enfoncé, le moteur MT1 s'arrête, la vanne VP13 s'ouvre, PC5 démarre. Au remplissage de la cuve de préparation, PC5 s'arrête, VP13 se ferme et le cycle de préparation du fluide à la température adéquate sera réalisé aussi de la même façon que le lavage précédent. Les étapes du lavage acide seront réalisées telles quelles sont décrites plus haut.

### III.8. Conclusion :

L'amélioration du système de lavage pour le cuiseur stérilisateur FP 3000 en lui intégrant le système de préparation des fluides, sera un plus pour l'entreprise :

- D'abord en ce qui concerne le gain du temps, l'exécution automatique du processus de préparation des fluides sera beaucoup plus rapide par rapport à la préparation manuelle d'où vient un gain de temps important qu'on peut rajouter au processus de production.
- En ce qui concerne la préparation des solutions d'acide et de soude et la régulation des températures, le processus de préparation automatique donne une précision plus importante sur l'obtention des températures et concentrations désirées.
- En ce qui concerne l'élimination du risque, la préparation automatique élimine les risques reliés aux travailleurs par rapport aux projections que peut produire l'action de préparation manuelle des solutions, et les risques reliés aux consommateurs en ce qui concerne la contamination du produit qui peut venir des résidus laissés dans les cuves et la tuyauterie par manque de température ou l'excès des concentrés d'acide ou de soude.
- En ce qui concerne l'économie dans les fluides utilisés, le système de récupération proposé peut apporter un gain d'argent pour l'entreprise suite à la diminution de consommation de l'eau et les produits détergents.

*Chapitre*

**4**

**MODELISATION GRAFCET DU  
NOUVEAU SYSTEME DE NETTOYAGE  
CIP**

## IV.1 Introduction :

En industrie, les installations automatisées deviennent aujourd’hui l’un des facteurs les plus importants pour l’amélioration et le développement de la productivité. L’évolution de la technologie a permis d’envisager des systèmes très compliqués. Donc l’automatisation impose des méthodes d’analyse et de synthèse afin de dénouer les problèmes imposés par les cahiers de charges.

Parmi les méthodes de modélisation les plus utilisées : RESEAUX DE PETRI et GRAFCET, on choisira dans notre projet la deuxième méthode puisqu’elle est simple, universelle et répond bien à nos besoins.

Pour la rédaction de ce chapitre, nous avons consulté les références [3], [7], [8], [10].

## IV.2 Le modèle GRAFCET :

Le GRAFCET (GRAphe Fonctionnel de Commande Étape Transition) est un langage graphique de modélisation destiné à représenter le fonctionnement d’automatismes séquentiels dont les informations sont de type logique (vrai ou faux). Il décrit les ordres émis par la partie commande vers la partie opérative en mettant en évidence les actions engendrées et les événements qui les déclenchent (figure IV.1).

Le GRAFCET est né en 1977 des travaux de l’AFCET (Association Française pour la Cybernétique Economique et Technique), en tant que synthèse théorique des différents outils existants à cette époque (organigramme, réseaux de Pétri, ...). Il a été mis sous sa forme graphique actuelle par l’ADEPA (Agence pour le Développement de la Productique Appliquée) en 1979, normalisé sur le plan français (norme NF C03-190), et il est aujourd’hui normalisé sur le plan international (norme CEI 848).

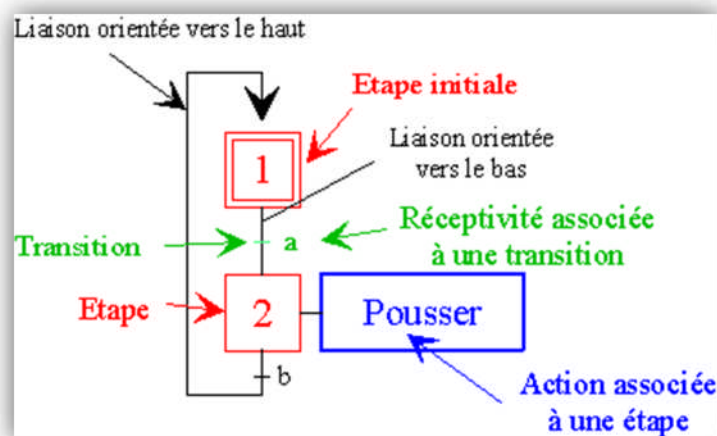


Figure IV.1 : structure d'un GRAFCET

### IV.3. Eléments de base d'un GRAFCET :

#### IV.3.1. Les étapes :

Une étape caractérise un comportement invariant d'une partie ou de la totalité de la partie commande à un instant donné, elle correspond à une phase durant laquelle on effectue une action pendant une certaine durée. L'action doit être stable, c'est à dire que l'on fait la même chose pendant toute la durée d'activation de l'étape.

L'étape sera symbolisée par un carré et repérée par un identificateur, en général un numéro, mais pas nécessairement croissant par pas de 1, il faut simplement que deux étapes différentes n'aient pas le même numéro (Figure IV.2).

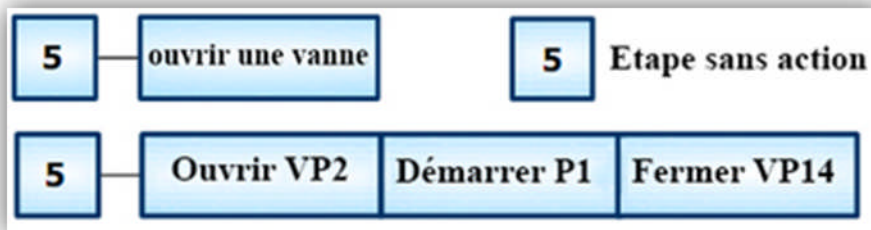


Figure IV.2 : Différentes présentations d'une étape

Lors du fonctionnement, les étapes sont actives les unes après les autres. L'étape (ou les étapes) active(s) au début du fonctionnement sont les étapes initiales (Figure IV.3).



Figure IV.3 : Etape initiale

#### IV.3.2. Les transitions :

Une transition est représentée par un trait horizontal placée entre une étape d'entrée, située en amont, et une étape de sortie située en aval. Le passage du système d'un événement au suivant, respectivement d'une étape à l'étape suivante, correspond au franchissement de la transition.

A chaque transition est associée une condition de franchissement, c'est une proposition logique appelée réceptivité qui ne peut avoir que deux états : soit vrai, soit faux (Figure V.4).



Figure IV.4 : La transition et sa réceptivité

### IV.3.3. Les actions :

Une ou plusieurs actions peuvent être associées à une étape. Les actions traduisent ce qui doit être fait chaque fois que l'étape à laquelle elles sont associées est activée. Ces actions peuvent être externes (en sortie de l'automate pour commander les processus) ou internes (temporisation, comptage, traitement ou transformation d'informations, calcul...etc.)

Les actions associées à une étape sont inscrites dans un rectangle d'action de façon à mettre en évidence ce qui s'exécute lorsque cette étape est active (figure IV.5).

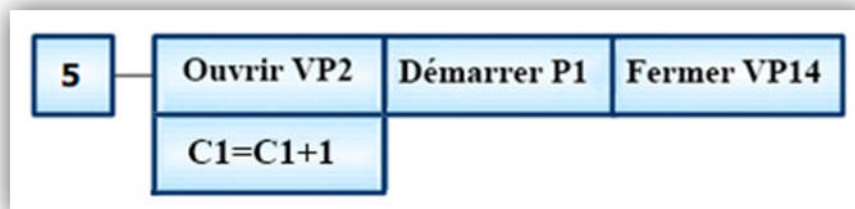


Figure IV.5 : Actions associées à une étape

### IV.3.4. Les liaisons :

Les liaisons orientées relient les étapes aux transitions et les transitions aux étapes. Elles indiquent les voies suivant lesquelles se font les évolutions. Elles sont représentées par des lignes verticales et horizontales.

Dans le cas général, les liaisons qui se font de haut vers le bas ne comportent pas de flèches. Dans les autres cas, il faut utiliser des flèches.

➤ Une macro-étape est une représentation d'une succession d'étapes et de transitions. Dans un grafcet une macro-étape est unique. Il peut y avoir plusieurs macro-étapes dans un grafcet (figure IV.6).

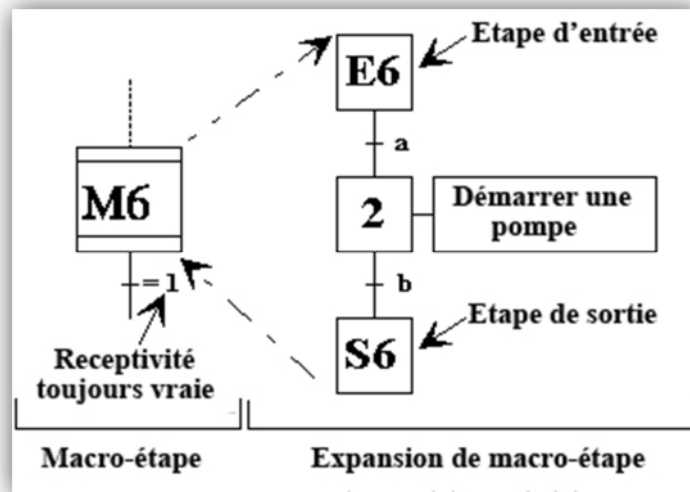


Figure IV.6 : Macro-étape

#### IV.4. Règles d'évolution du GRAFCET :

Un GRAFCET possède un comportement dynamique dirigé par cinq règles qui précisent les causes et les effets du franchissement des transitions. La modification de l'état de l'automatisme est appelée évolution, elle est régie par ces 5 règles.

##### Règle 1 :

##### Situation initiale

La situation initiale caractérise le comportement initial de la partie commande et correspond aux étapes actives au début du fonctionnement (à la mise sous tension du système).

##### Règle 2 :

##### Franchissement d'une transition :

L'évolution de la situation du GRAFCET s'accomplit par le franchissement d'une transition (figure IV.7) ce qui ne se produit que lorsque :

- cette transition est validée.
- et la réceptivité associée à cette transition est vraie.

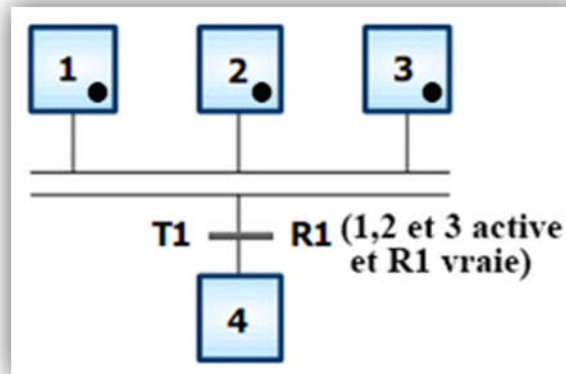


Figure IV.7 : Franchissement d'une transition

**Règle 3 :**

- **Evolution des étapes actives**

Le franchissement d'une transition entraîne simultanément l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes (figure IV.8).

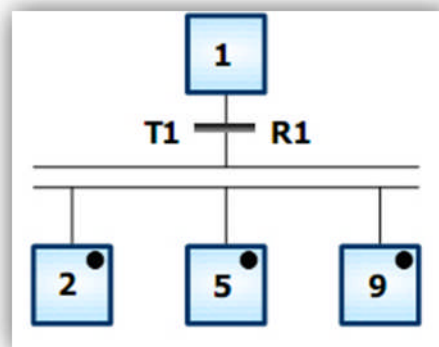


Figure IV.8 : Evolution des étapes actives

**Règle 4 :**

- **Evolutions simultanées**

Toutes les transitions franchissables sont simultanément franchies. Cette règle de franchissement simultané permet de décomposer un GRAFCET en plusieurs parties, tout en assurant de façon rigoureuse leurs interconnexions (figure IV.9).

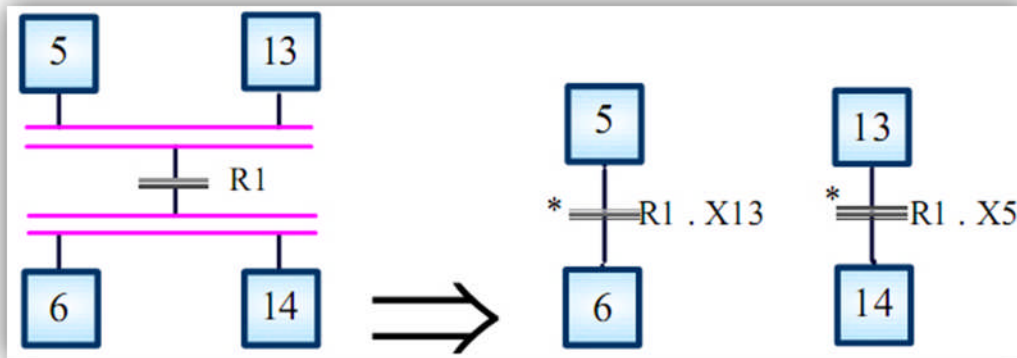


Figure IV.9: Evolutions simultanées

**Règle 5 :**

- **Activation et désactivation simultanées**

Si, au cours du fonctionnement de l'automatisme, une même étape est en même temps désactivée et activée, elle reste active (figure IV.10)

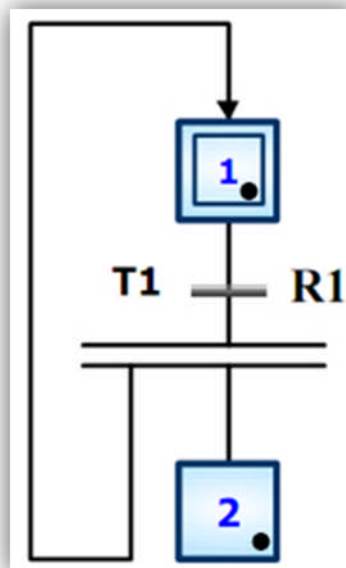


Figure IV.10 : Activation et désactivation simultanées

IV.5. Structures d'un grafcet :

IV.5.1. Séquence unique:

Une séquence unique est composée d'une suite d'étapes pouvant être activées les unes après les autres. Chaque étape n'est suivie que par une seule transition et chaque transition n'est validée que par une seule étape (figure IV.11)

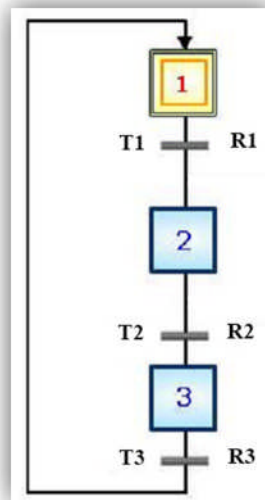


Figure IV.11 : Séquence unique

IV.5.2. Sélection de séquence ou Aiguillage :

- Divergence / Convergence en OU:

Une sélection de séquence est un choix d'évolution entre plusieurs séquences à partir d'une ou de plusieurs étapes. Une étape peut être reliée à plusieurs transitions en amont ou en aval (figure IV.12, figure IV.13)

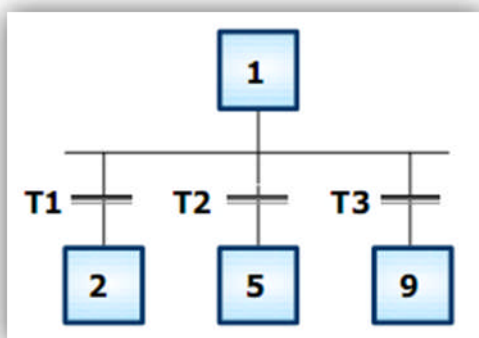


Figure IV.12 : Divergence en OU

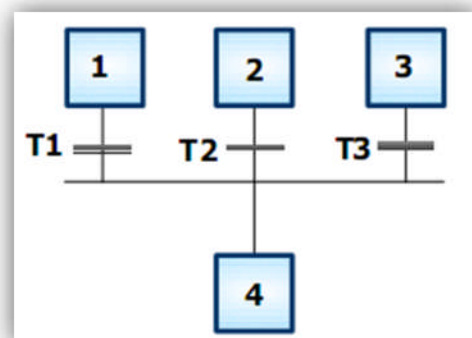
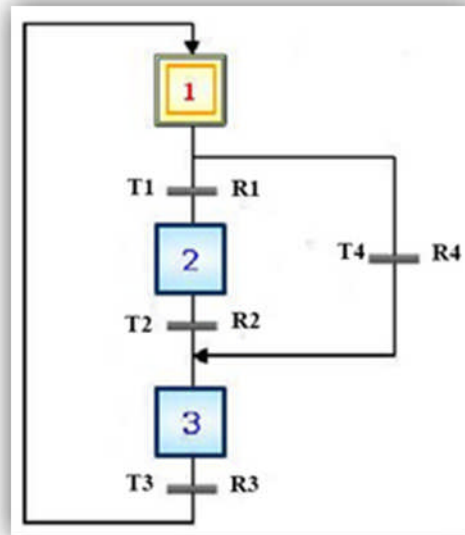


Figure IV.13 : Convergence en OU

**IV.5.3. Saut d'étape :**

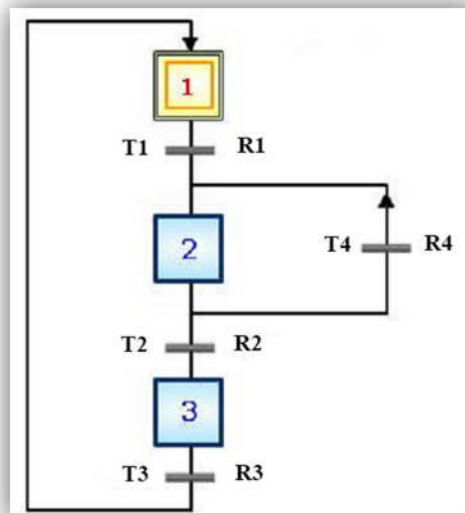
Il permet de sauter une ou plusieurs étapes lorsque les actions à réaliser deviennent inutiles (Figure IV.14).



**Figure IV.14 : Saut d'étape**

**IV.5.4. Reprise d'étape:**

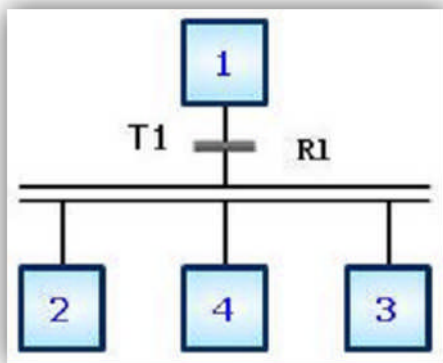
Il permet de reprendre une séquence lorsque les actions à réaliser sont répétitives (Figure IV.15).



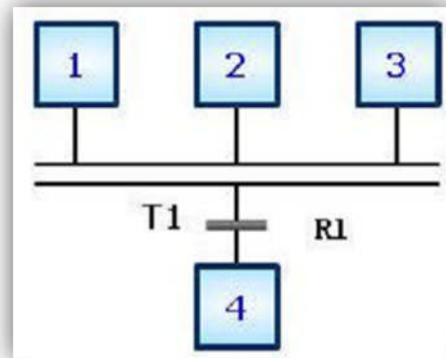
**Figure IV.15 : Reprise d'étape**

**IV.5.5. Séquences simultanées :**

Souvent, dans un grafcet, plusieurs séquences s'exécutent simultanément, mais les actions des étapes de chaque branche restent indépendantes. Pour représenter ces séquences simultanées, nous utilisons la divergence en ET qui est représentée par une transition unique suivi de 2 traits parallèles indiquant le début des séquences simultanées (Figure V.16) et la convergence en et qui est représentée par 2 traits parallèles et suivi par une transition unique indiquant la fin des séquences simultanées (Figure V.17).



**Figure IV.16 : Divergence en ET**



**Figure IV.17 : Convergence en ET**

**IV.6. Niveaux du GRAFCET :**

**IV.6.1. Niveau 1 :**

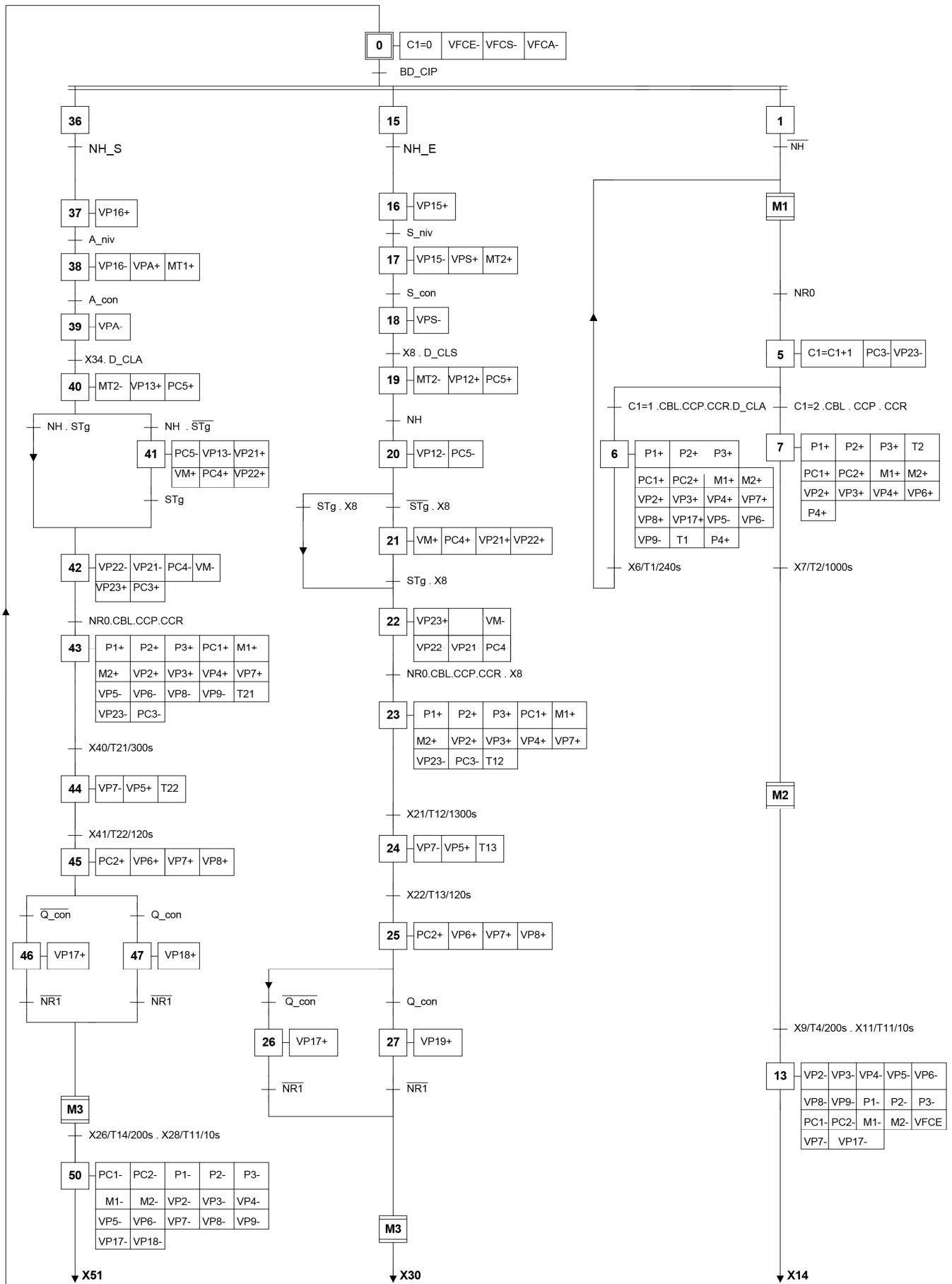
C'est le GRAFCET de la partie commande, il décrit l'aspect fonctionnel du système et il fait l'explication vocabulaire pour la compréhension globale du système. Donc le GRAFCET niveau 1 permet de décrire le comportement de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative et du monde extérieur.

**IV.6.2. Niveau 2 :**

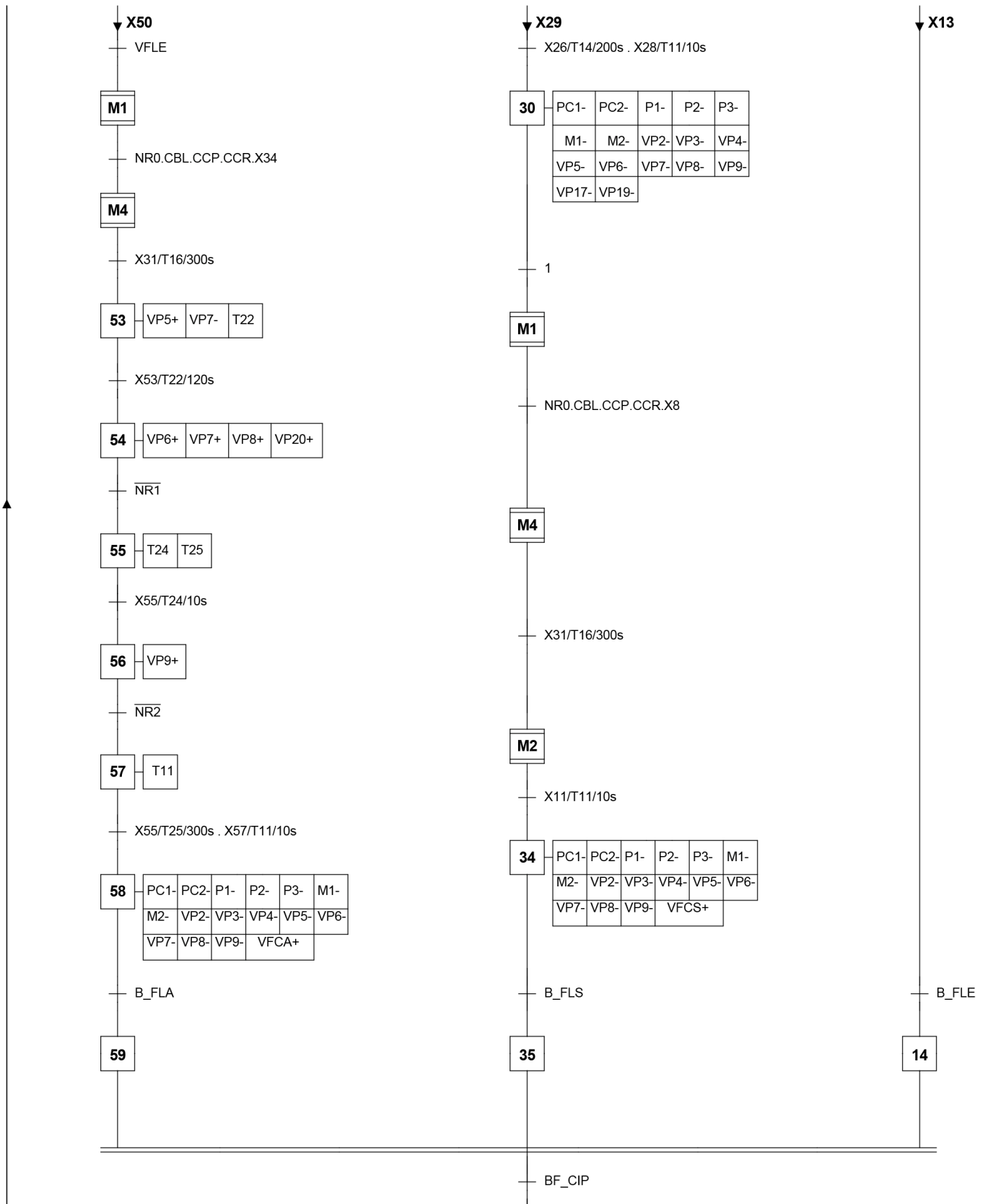
Appelé aussi niveau de la partie opérative, il tient compte de plus de détail de la technologie des actionneurs, pré actionneurs et des capteurs. La représentation des actions et des réceptivités est écrite en abrégiation, nous associons une lettre majuscule à l'action et une lettre minuscule à la réceptivité.

#### **IV.7. Modélisation du nouveau système CIP par GRAFCET:**

Dans ce qui suit nous allons modéliser le nouveau système de nettoyage en place par le modèle grafcet niveau 2 uniquement, le grafcet niveau 1 sera détaillé dans l'annexe.



# CHAPITRE IV MODELISATION GRAFCET DU NOUVEAU SYSTEME DE NETTOYAGE CIP



*Chapitre*

*5*

**PROGRAMMATION ET SUPERVISION  
DU NOUVEAU SYSTEME DE  
NETTOYAGE CIP**

## V.1. Introduction :

Les automates programmables industriels sont apparus aux USA à la fin des années soixante, à la demande de l'industrie automobile américaine General Motors (GM), qui réclamait plus d'adaptabilité de leurs systèmes de commande. Ils étaient destinés à l'origine pour automatiser les chaînes de montages automobiles.

Les automates programmables industriels (API) sont aujourd'hui le constituant le plus répandu des automatismes. On les trouve non seulement dans les secteurs industriels, mais aussi dans divers domaines tels que (la gestion du trafic routier, la domotique, l'agriculture,...etc.).

Pour la rédaction de chapitre nous avons consulté les références : [5], [2], [6], [8], [10], [12] et [17]

## V.2. Automate programmable industriel :

Un Automate Programmable Industriel (API) (en anglais Programmable Logic Controller, PLC) est un dispositif électronique programmable ayant des entrées et des sorties physiques (figure V.1), destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel des données. Il envoie des ordres vers les pré-actionneurs (partie opérative) à partir de données d'entrées (capteurs), de consignes et d'un programme informatique.



Figure V.1 : Automates programmables industriels (API)

### V.3. Présentation de l'automate programmable S7-300 :

L'automate programmable industriel SIMATIC S7-300 (Figure V.2) est destiné à la commande et à la surveillance en temps réel des processus industriels. Le S7-300 est un automate modulaire de moyenne gamme SIMATIC S7 fabriqué par la firme SIEMENS.

Ces modules sont simplement accrochés sur un profilé-support et vissés pour former un ensemble robuste. Il constitue à ce titre une plate-forme d'automatisation universelle pour les applications avec des architectures centralisées et décentralisées.



Figure V.2: API S7-300

#### V.3.1. Caractéristiques de l'automate programmable S7-300:

L'automate S7-300 présente les caractéristiques suivantes :

- Automate très performant, adapté à la résolution des problèmes.
- Gamme diversifiée de module avec possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.
- Bus de fond de panier intégré aux modules et les liaisons entre les modules sont assurées par des connecteurs enfichés aux dos des modules.
- Liberté de montage aux différents emplacements.
- Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil de configuration matérielle.
- Raccordement central de la console de programmation PG avec accès à tous les modules.
- Possibilité de mise en réseau avec l'interface multipoint MPI, le PROFIBUS ou l'Ethernet Industriel.

### V.3.2. Constitution de l'automate programmable S7-300 :

L'automate programmable S7-300 est un système d'automatisation disposant d'une vaste gamme de modules (figure V.3).

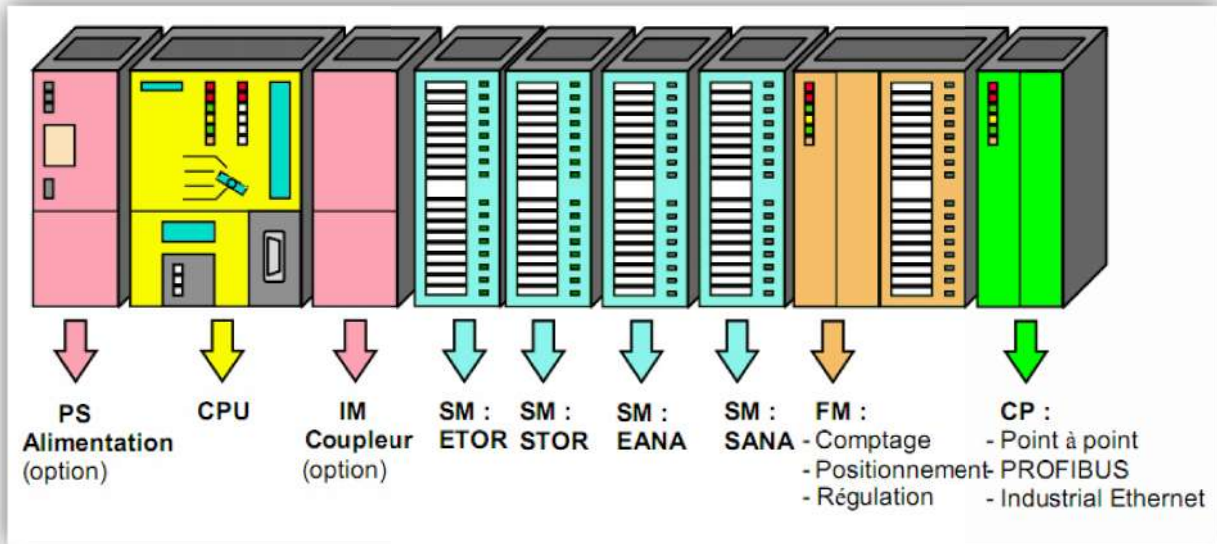


Figure V.3 : Constituants de l'API S7-300

#### V.3.2.1. Module d'alimentation (PS) :

Ce module permet de fournir à l'automate l'énergie nécessaire à sa mise en marche, ils transforment la tension secteur 220/380V à une tension continue de service de 5V, 12V, 24V et assurent ainsi l'alimentation des circuits internes de l'automate ainsi que les différents circuits des capteurs et des actionneurs. L'automate est mis sous tension à l'aide d'un commutateur qui se trouve sur le module d'alimentation.

#### V.3.2.2. Unité Centrale (CPU) :

La CPU est le cerveau de l'automate, elle lit les états des entrées, ensuite, elle exécute le programme utilisateur qui se trouve en mémoire et enfin, elle commande les sorties. Elle comporte une unité de commande et de calcul, des mémoires, un programme système et des interfaces de communication. Elle réalise toutes les fonctions logiques, arithmétique et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation ...). L'automate S7 300 dispose d'une large gamme de CPU tel que la CPU 315-2 DP utilisée dans notre projet et qui permet la mise en place jusqu'à 32 modules.

### **V.3.2.3 Modules de coupleurs (IM) :**

Les coupleurs sont des modules d'extensions ; ils permettent de configurer l'automate sur plusieurs rangées et assurent la communication entre la CPU et les entrées /sorties par l'intermédiaire d'un bus interne, il faut aussi prévoir un module d'alimentation courant supplémentaire pour chaque nouveau châssis.

### **V.3.2.4. Modules de signaux (SM) :**

Ces modules établissent la liaison entre la CPU de l'automate S7 300 et le processus commandé. On distingue deux types de modules :

- Modules d'entrées / sorties TOR
- Modules d'entrées / sorties analogiques

### **V.3.2.5. Modules de fonction (FM) :**

Ils ont pour rôle l'exécution des tâches de processus spécifiques. Ils sont utilisés pour soulager la CPU dans le traitement des informations et améliorent les performances du travail. Ces modules se divisent en trois modules spéciaux programmables : le comptage, le positionnement et la régulation.

### **V.3.2.6. Modules de communication (CP) :**

Ces modules permettent d'établir les différentes tâches de communication entre plusieurs automates à l'aide des systèmes de bus de terrain industriels. Dans le domaine des systèmes à bus, on trouve l'interface multipoint MPI, l'interface AS-i, le PROFIBUS (Process Field Bus) et l'Industriel Ethernet.

## **V.4. Programmation de l'automate S7-300 :**

### **V.4.1. Logiciel de programmation :**

La programmation des automates de la famille S7 de siemens se fait par la console de programmation ou par PC et sous un environnement WINDOWS, via le logiciel de programmation STEP7, et dans notre projet nous avons utilisé le STEP7 version 13, Totally Integrated Automation Portal « TIA PORTAL » (Figure V.4).



Figure V.4 : Logiciel de programmation TIA PORTAL

#### V.4.1.1. Gestionnaire de projets SIMATIC Manager TIA PORTAL:

SIMATIC Manager TIA Portal constitue l'interface d'accès à la configuration et à la programmation. Ce gestionnaire de projets représente la partie principale du logiciel TIA Portal, il gère toutes les données relatives au projet d'automatisation.

#### V.4.1.2. Editeur de programme:

L'éditeur de programme permet la programmation en langages de base : schéma à contacts (**CONT**), liste d'instruction (**LIST**) et logigramme (**LOG**) comme en langages évolués : **GRAPH**, **HiGraph**, **SCL** et **CFC**.

Dans la mémoire de programmation de l'automate, le programme est toujours stocké en langage machine.

Dans notre cas de programmation, nous utiliserons uniquement le langage LADDER (schéma à contacts) pour toutes les étapes du projet.

##### a) Schéma à contacts (**CONT**) :

Ladder Diagram (LD) ou Langage Ladder ou schéma à contacts (Figure V.5) est un langage graphique très populaire auprès des automaticiens pour programmer les automates programmables industriels. Il ressemble un peu aux schémas électriques, et est facilement compréhensible.

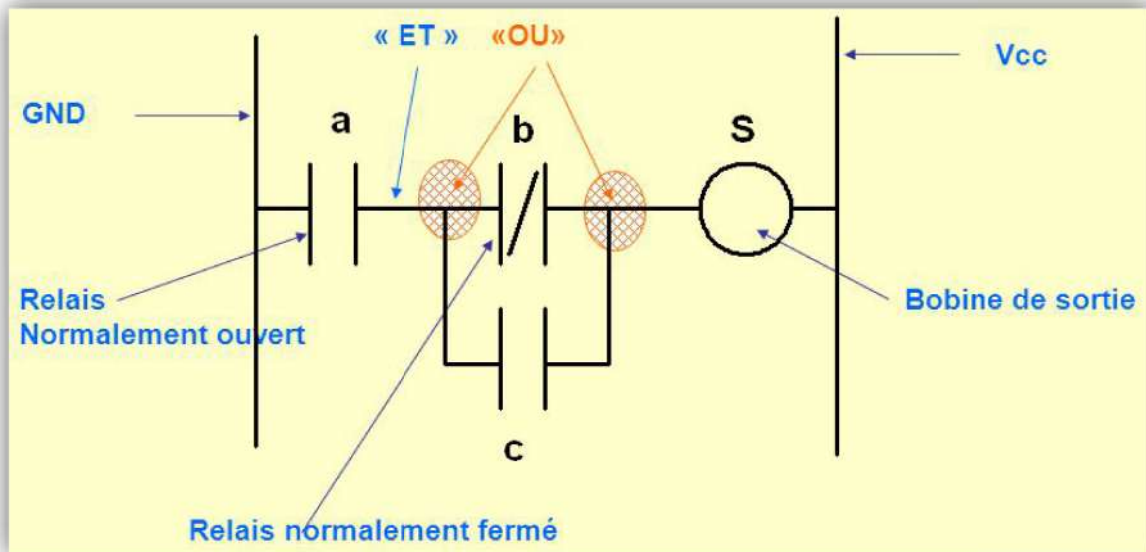


Figure V.5 : Exemple de schéma à contact

➤ **Principe:**

Un programme Ladder se lit de haut en bas et l'évaluation des valeurs se fait de gauche à droite. Si on le compare à un schéma électrique, les valeurs correspondent en fait à la présence ou non d'un potentiel électrique à chaque nœud de connexion.

En effet, le Ladder est basé sur le principe d'une alimentation en tension représentée par deux traits verticaux reliés horizontalement par des bobines, des contacts et des blocs fonctionnels, d'où le nom 'Ladder' (échelle).

➤ **Les composants du langage :**

Il existe 3 types d'éléments de langage :

- les entrées (ou contacts), qui permettent de lire la valeur d'une variable booléenne ;
- les sorties (ou bobines) qui permettent d'écrire la valeur d'une variable booléenne ;
- les blocs fonctionnels qui permettent de réaliser des fonctions avancées.

**V.5. Structure d'un programme :**

**V.5.1. Programme linéaire :**

Programme linéaire est utilisé pour des commandes simples et de volumes moins importants. Les multiples opérations et instructions de différentes fonctions sont stockées dans un seul bloc d'organisation (OB1) (figure V.6) qui traite cycliquement le programme.

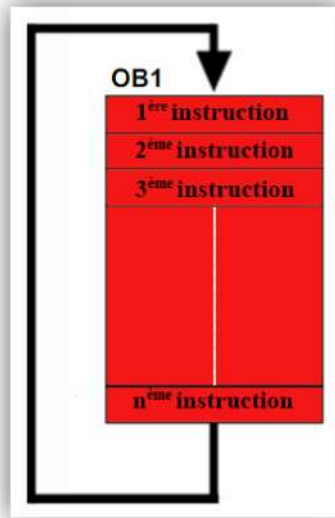


Figure V.6 : Structure d'un programme linéaire

### V.5.2. Programme structuré :

Pour les automatismes complexes, le programme utilisateur est subdivisé en fonctions Principales (figure VI.7) que l'on programme à l'aide des blocs (OB, FB, FC), ces fonctions sont chargées dans OB1.

Le bloc OB1 contient le programme principal qui sera exécuté par la CPU, ce bloc fait appel aux autres blocs pour délivrer les données correspondantes, et dès que la CPU termine l'exécution du programme stocké dans le bloc appelé, elle poursuit l'exécution du programme du bloc OB1.

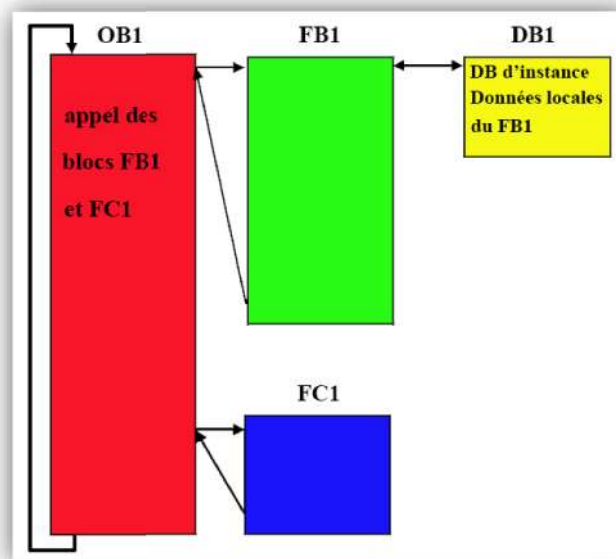


Figure V.7 : Présentation d'un programme structuré

## V.6. Les blocs de STEP7 :

Le logiciel STEP 7 dans ces différents langages de programmation dispose de deux types de blocs : les blocs utilisateur et les blocs système.

### V.6.1. Les blocs utilisateur:

Les automatismes complexes sont mieux traités s'ils sont subdivisés en parties plus petites, qui correspondent aux fonctions technologiques du processus d'automatisation ou qui peuvent être utilisées plusieurs fois. Dans le programme utilisateur, ces tâches partielles sont représentées par des parties de programme : les blocs, c'est la programmation structurée).

#### V.6.1.1 Blocs d'organisation OB:

Ils constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils sont appelés par le système d'exploitation et gèrent le traitement du programme cyclique. Ils sont déclenchés par alarme, ou par le comportement à la mise en route de l'automate programmable et par le traitement des erreurs. Nous pouvons programmer les blocs d'organisation et déterminer ainsi le comportement de la CPU.

#### V.6.1.2. Blocs fonctionnels (FB):

Un bloc fonctionnel est un bloc avec mémoire. Les paramètres transmis au FB ainsi que les variables statiques sont sauvegardés dans le bloc de données d'instance qui lui est associé.

Les variables temporaires sont rangées dans la pile des données locales. Ces blocs sont par exemple utilisés lorsqu'il s'agit de programmer des régulateurs.

#### V.6.1.3. Fonction (FC):

Une fonction (FC) est un bloc de code sans mémoire. Les variables temporaires d'une fonction sont sauvegardées dans la pile des données locales. Ces données sont perdues à l'achèvement de la fonction. Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde des données.

#### V.6.1.4. Blocs de données (DB):

Ces blocs servent à stocker les données du programme utilisateur. On distingue deux types : les blocs de données globaux affectés à n'importe quel bloc utilisateur et les blocs de données d'instance qui sont associés à un bloc fonctionnel et peuvent contenir en plus des données de multi-instances que l'on aura éventuellement définies.

### V.6.2. Les blocs système:

Ils sont des blocs prédéfinis et intégrés dans le système d'exploitation de la CPU, ces blocs peuvent être appelés par le bloc utilisateur et utilisés dans le programme.

Les blocs système qui peuvent être utilisés sont : les blocs fonctionnels systèmes (FSB), les fonctions systèmes (SFC) et les blocs de données système (SDB).

### V.7. Création de notre projet STEP7 TIA PORTAL :

Un projet STEP7 contient la description complète de l'automatisme. Il comporte deux grandes parties : la configuration matérielle et la création de programme. Pour la programmation, nous avons utilisé le logiciel STEP7 version 13 (TIA PORTAL), qui est un nouvel environnement de travail Siemens, il permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré, comprenant les logiciels SIMATIC STEP 7 V13 et SIMATIC WinCC V13.

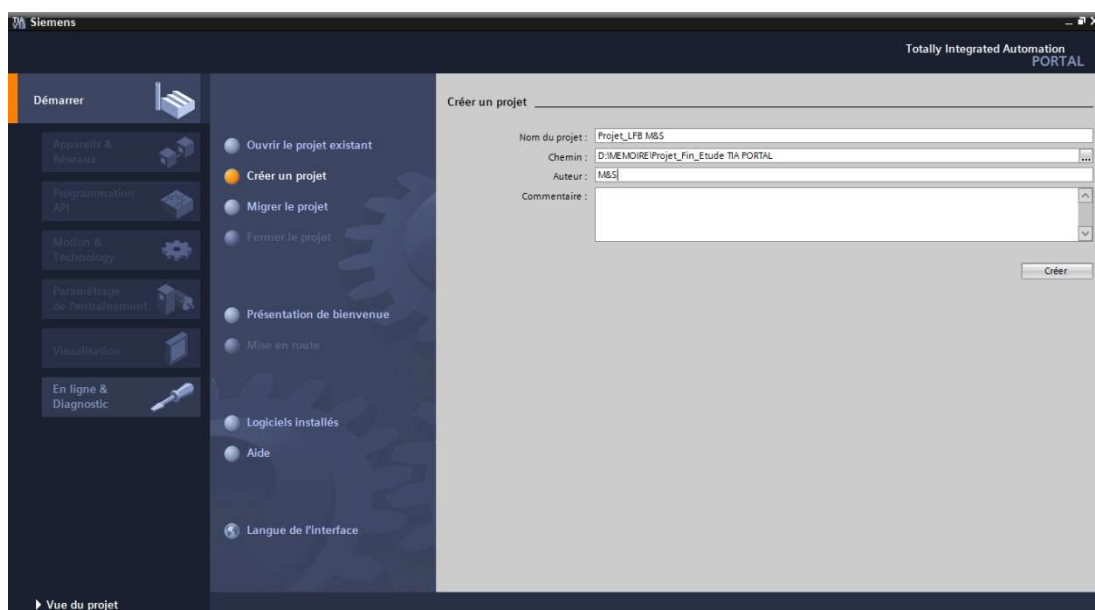


Figure V.8 : Création d'un projet

### V.7.1. Configuration matériels :

#### V.7.1.1. L'automate utilisé :

Pour la réalisation notre projet, nous avons utilisé un automate programmable industriel siemens de référence « 6ES7 315-2AG10-0AB0 » avec une CPU 315-2 DP (figure V.9). Ces principales propriétés sont :

- Mémoire de travail de 128 ko ;
- Interface MPI + DP (maître DP ou esclave DP) ;
- Configuration multi-rangée pouvant comporter jusqu'à 32 modules ;
- Possibilité d'émission et de réception pour l'échange direct de données ;
- Communication S7 (FB/FC chargeables) ;

Le choix de cet automate vient premièrement du fait de sa disponibilité à l'entreprise, et ensuite aux avantages que nous donnent les automates modulaires de siemens, puisque il supporte jusqu'à 32 modules et pour les exigences de notre projet, c'est largement suffisant.

#### VI.7.1.2. Les modules implantés :

Suite aux nombre d'entrées sorties nécessaires pour la programmation de notre nouveau système de nettoyage en place, nous avons opté pour le choix des modules suivants (figure V.9) :

- Une alimentation externe AC120/230V : DC24V/2A de référence « PS 307 2A ,6ES7 307-1BA01-0AA0 ».
- Deux modules d'entrées TOR de références « DI16 x DC24V, 6ES7 321-7BH01-0AB0 ».
- Deux modules de sorties TOR de références « DO 16x24VDC/0.5A, 6ES7 322-1BH01-0AA0 ».
- Un module de sortie TOR de références « DO 8x24VDC/2A, 6ES7 322-1BF01-0AA0 ».
- Un module d'entrées analogiques de références « AI 8x12BIT, 6ES7 331-7KF02-0AB0 ».
- Un module de sorties analogiques de références « AO 8x12BIT, 6ES7 332-5HF00-0AB0 ».

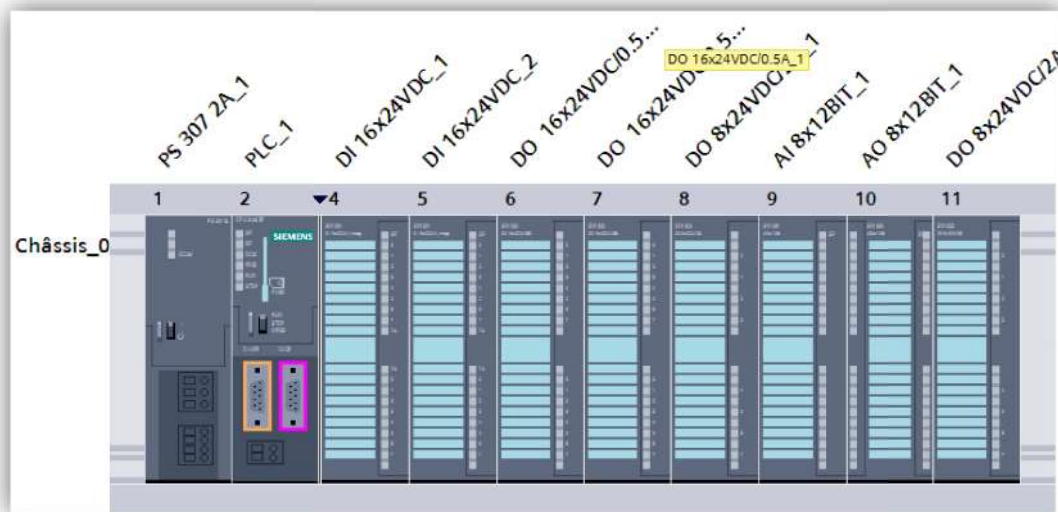


Figure V.9 : Configuration matériels

### V.7.2. Création du programme :

Vue la complication et la diversification des tâches à programmer dans notre projet, nous avons choisi d'utiliser la programmation structurée. Pour cela nous avons met toutes les tâches qui se répètent, et qui représentent les macros étapes du grafcet dans des fonctions. Les tâches programmées dans ces fonctions seront prêtes pour des appels ultérieurs dans divers programme à exécuter les mêmes tâches.

### V.7.3. Structure de notre programme :

Pour faciliter la programmation dans notre projet, nous avons structuré le programme en 4 fonctions pour les tâches qui se répètent et 15 blocs fonctionnels pour les différentes étapes du cycle de nettoyage CIP. Ces blocs fonctionnels seront tous appelés dans l'OB1 pour leurs exécutions.

#### V.7.3.1. Les fonctions :

Les fonctions utilisées dans notre programme sont : FC1, FC2, FC3 et FC4 qui représentent respectivement les 4 macro-étapes modélisées dans notre grafcet. Ces 4 fonctions contiennent des tâches qui se répètent dans plus d'une séquence de programmation.

Les fonctions sont représentées sur les figures (VI.10, VI.11 et VI.12) selon l'étape de programmation. Les données utilisées pour la programmation de ces fonction sont stockées dans le bloc de données générale DB5.

**V.7.3.2. Les blocs fonctionnels :**

La programmation du cycle de nettoyage CIP pour le système amélioré est structurée en 15 blocs fonctionnels, chacun contient un programme d'une tâche bien précise à effectuer dans le système de lavage (figures V.10, V.11 et V.12).

Les données de programmation de ces blocs fonctionnels, sont stockées dans leurs blocs de données d'instances associés :

- FB9 : Bloc Fonctionnel contenant le programme de préparation\_1 eau, son bloc de données d'instance est DB1.
- FB6 : Bloc Fonctionnel contenant le programme de préparation\_1 soude, son bloc de données d'instance est DB6.
- FB3 : Bloc Fonctionnel contenant le programme de préparation\_1 acide, son bloc de données d'instance est DB7.
- FB1 : Bloc Fonctionnel contenant le programme de pré-lavage eau, son bloc de données d'instance est DB3.
- FB10 : Bloc Fonctionnel contenant le programme de préparation\_2 eau, son bloc de données d'instance est DB2.
- FB4 : Bloc Fonctionnel contenant le programme de lavage eau, son bloc de données d'instance est DB4.
- FB5 : Bloc Fonctionnel contenant le programme de vidange eau, son bloc de données d'instance est DB9.
- FB15 : Bloc Fonctionnel contenant le programme de préparation\_2 soude, son bloc de données d'instance est DB10.
- FB2 : Bloc Fonctionnel contenant le programme de lavage soude, son bloc de données d'instance est DB8.
- FB7 : Bloc Fonctionnel contenant le programme de vidange soude, son bloc de données d'instance est DB12.
- FB8 : Bloc Fonctionnel contenant le programme de rinçage soude, son bloc de données d'instance est DB16.
- FB11 : Bloc Fonctionnel contenant le programme de préparation\_2 acide, son bloc de données d'instance est DB13.
- FB12 : Bloc Fonctionnel contenant le programme de lavage acide, son bloc de données d'instance est DB11.

- FB13 : Bloc Fonctionnel contenant le programme de rinçage acide, son bloc de données d'instance est DB14.
- FB14 : Bloc Fonctionnel contenant le programme de vidange acide, son bloc de données d'instance est DB15.

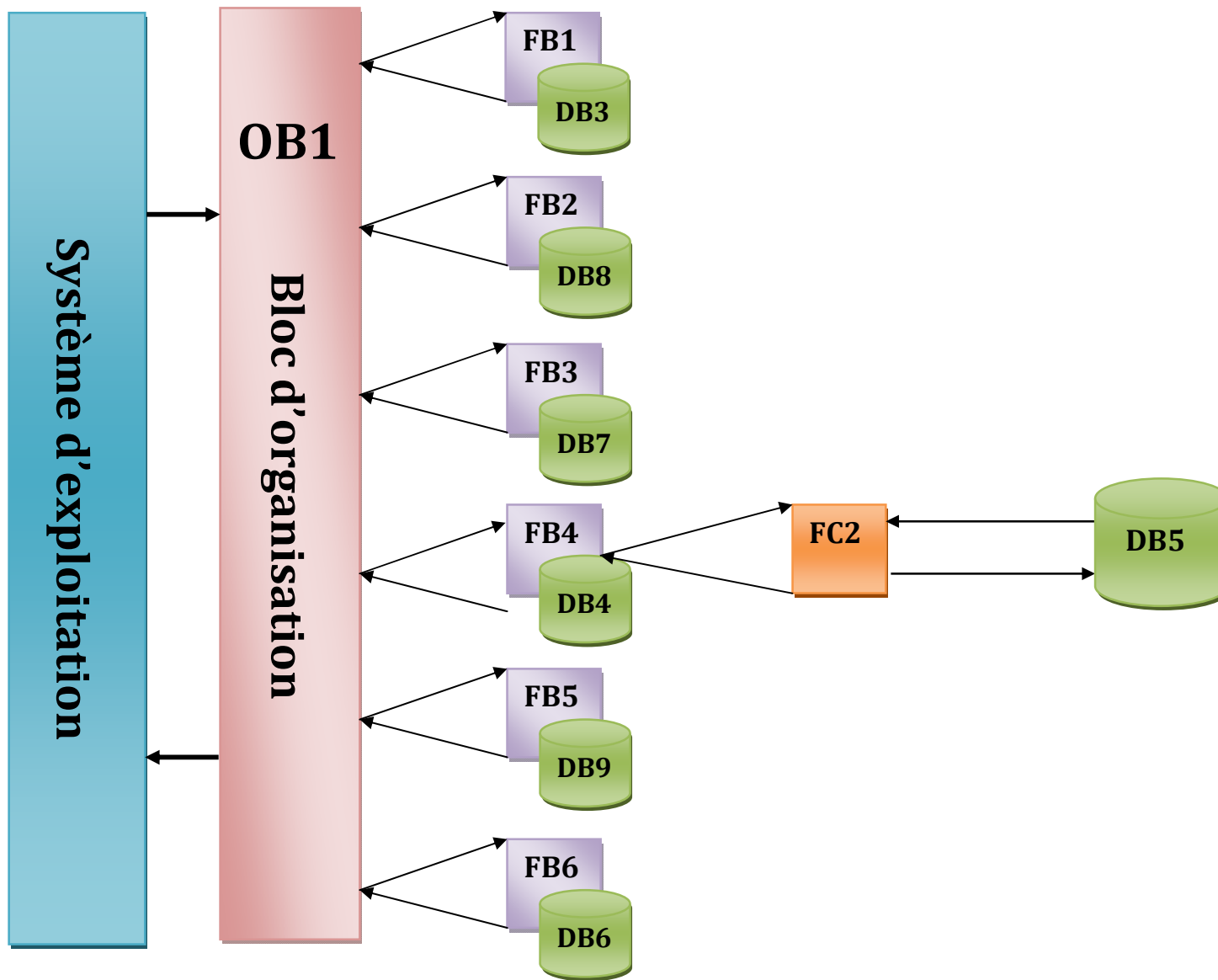
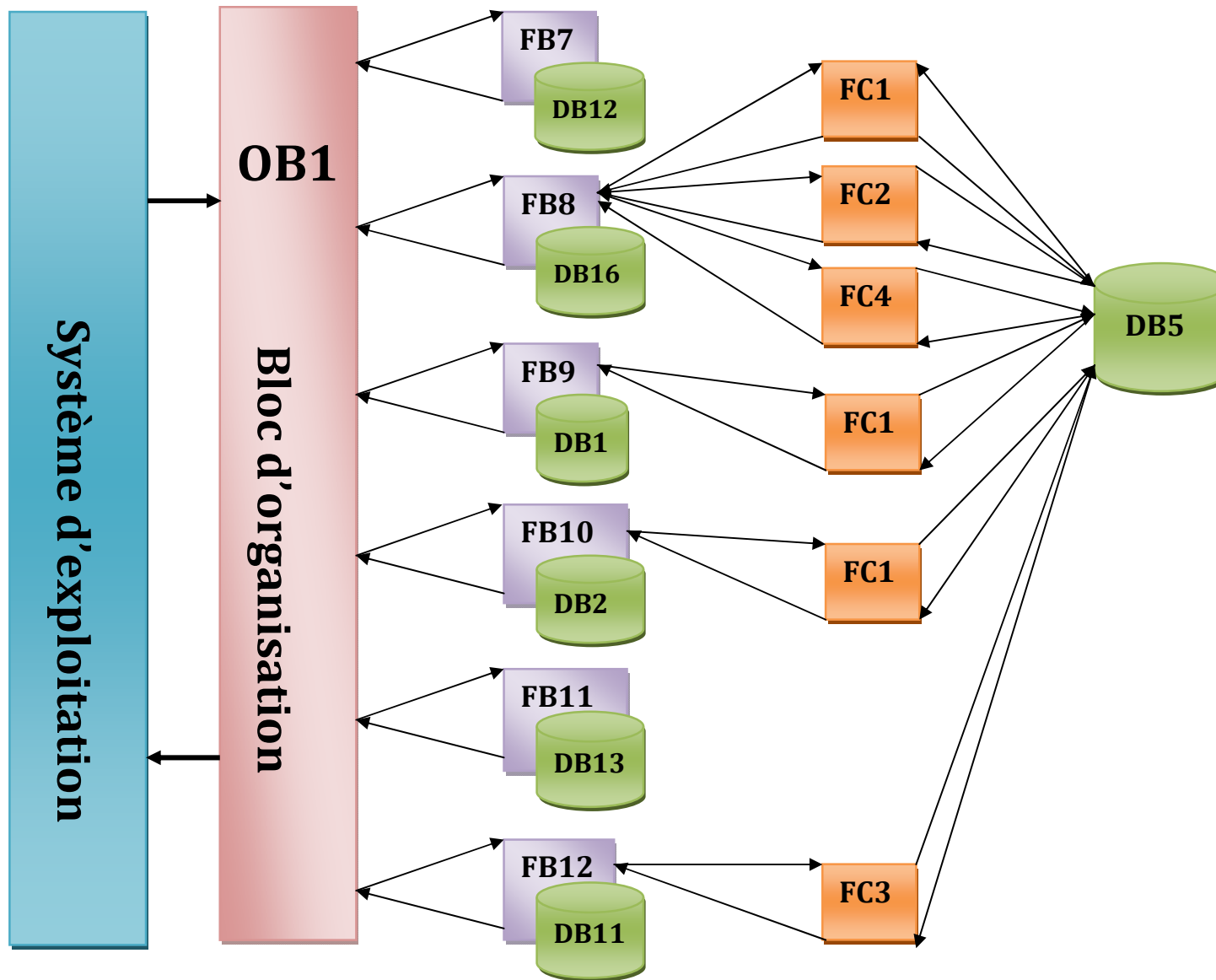


Figure VI.11 : structure du programme de nettoyage CIP

Figure VI.12 : structure du programme de nettoyage CIP



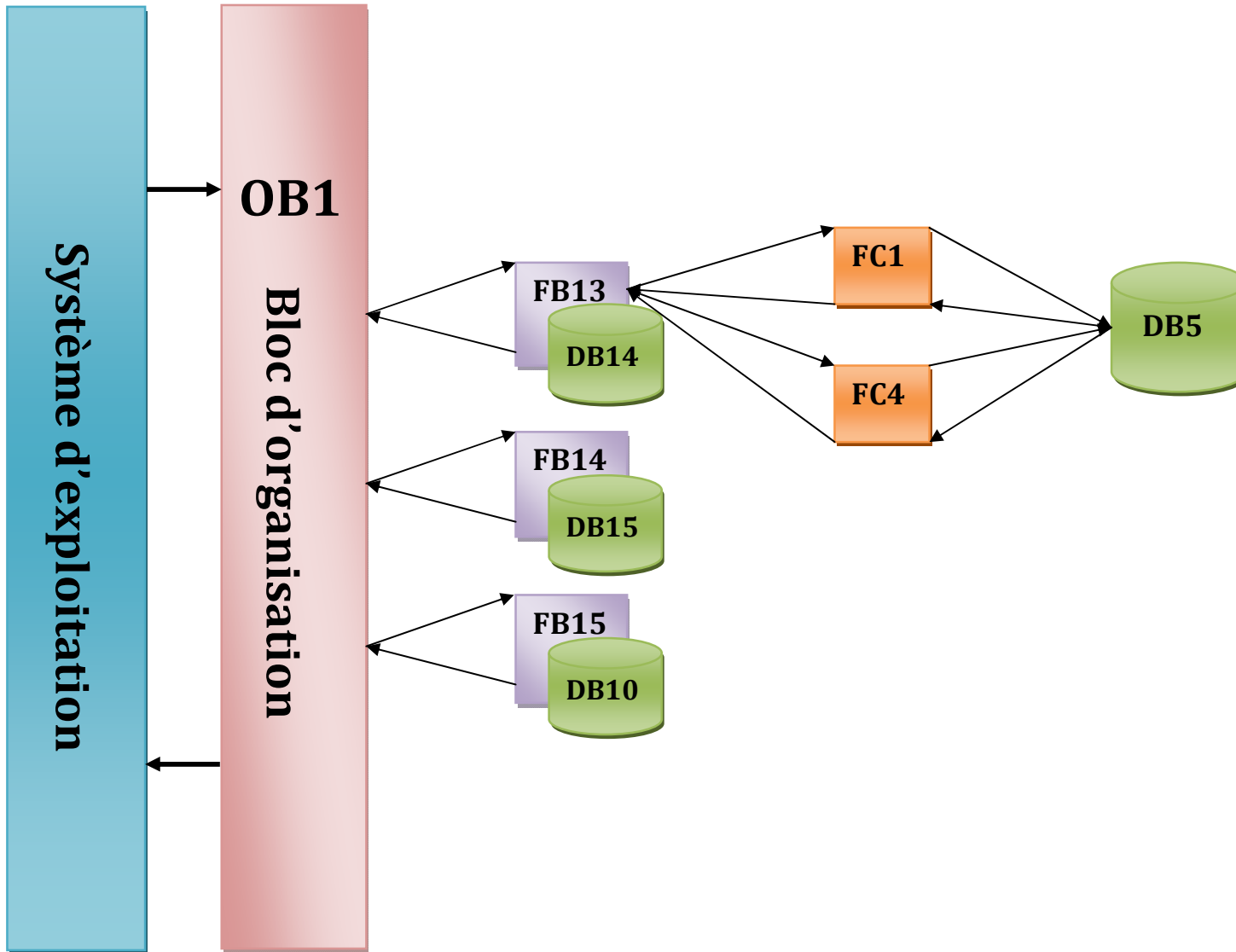


Figure VI.13 : structure du programme de nettoyage CIP

## V.7.4. Simulation du programme :

L'application de simulation de modules S7-PLCSIM (figure V.10) permet d'exécuter et de tester le programme dans l'automate programmable qu'on simule sur un ordinateur. La simulation du programme est assurée par le logiciel TIA PORTAL, il n'est pas nécessaire qu'une liaison hardware soit établie.

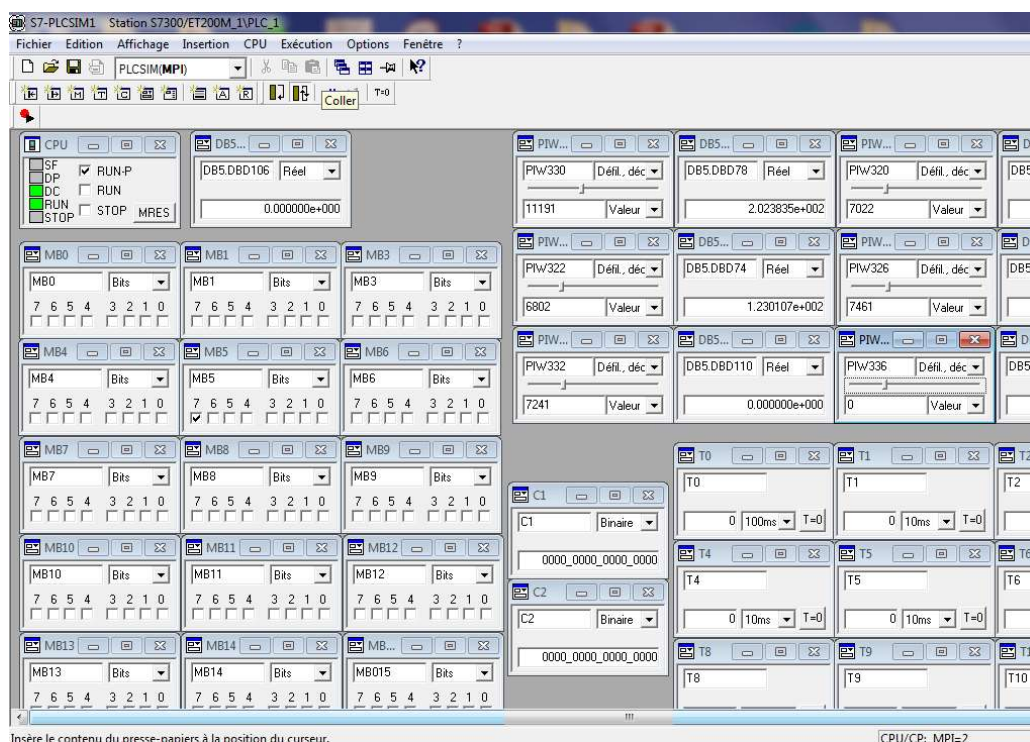


Figure V.13 : Simulation du programme avec S7 PLCSIM

## V.8. Quelques exemples de l'exécution de notre programme de commande :

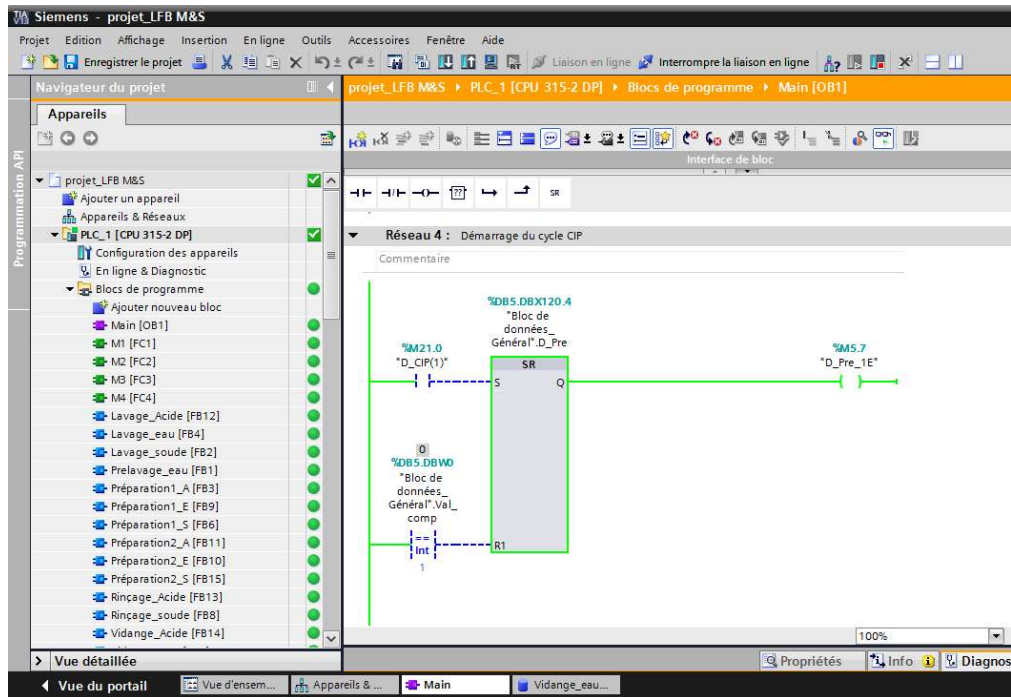


Figure V.14 : Démarrage du cycle CIP

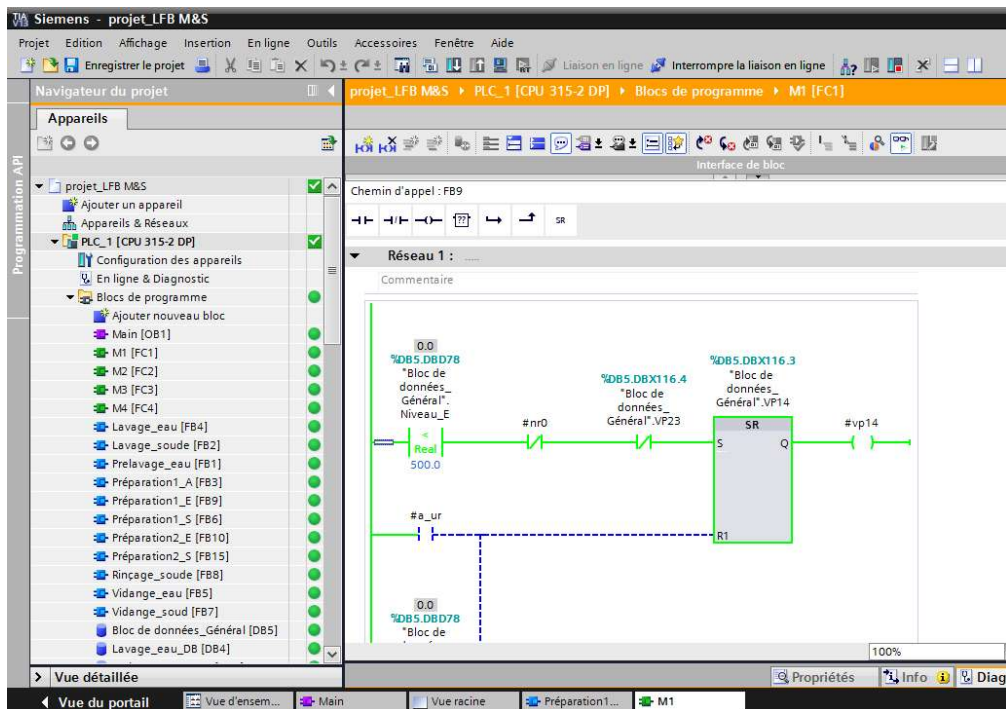


Figure V.15 : Ouverture de la vanne VP14

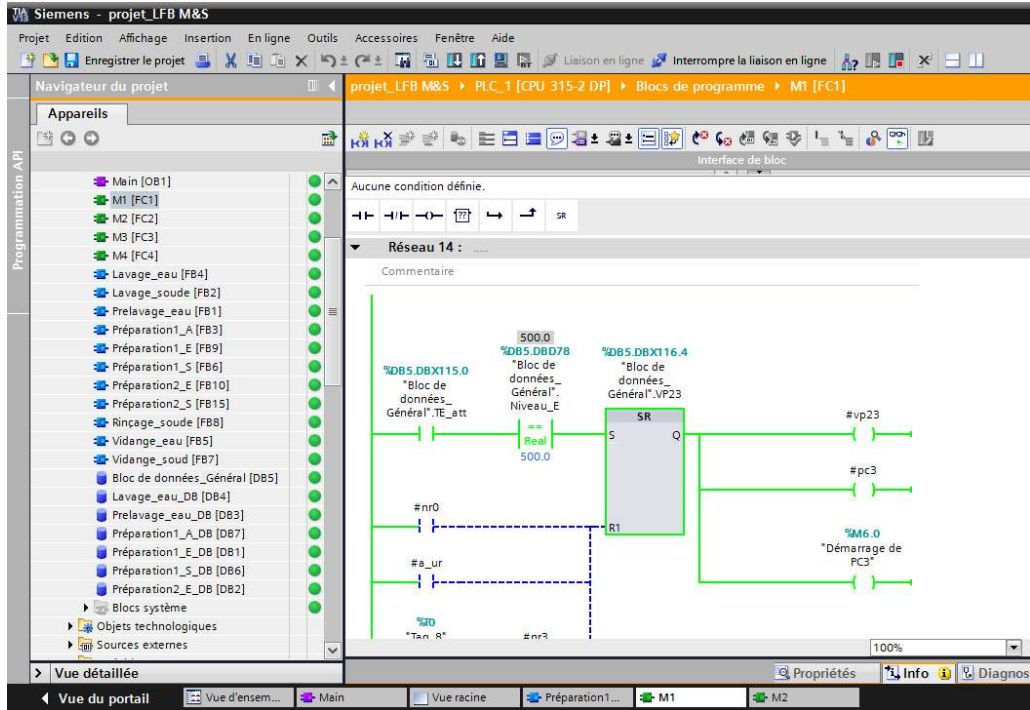


Figure V.16 : Ouverture de VP23 et démarrage de PC3

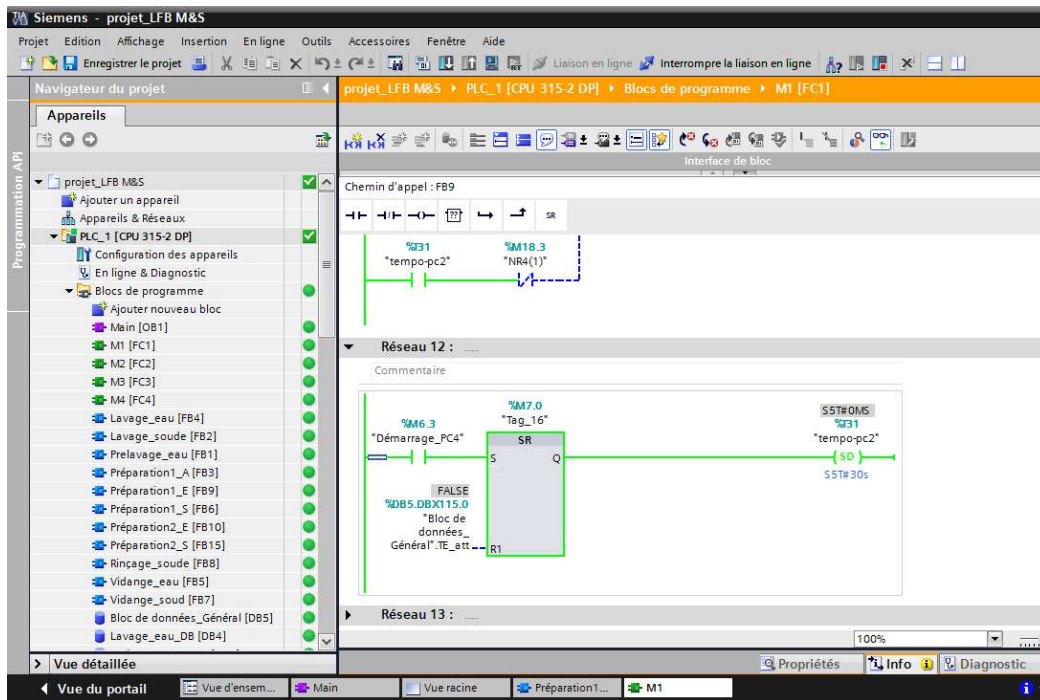


Figure V.17 : Temporisation de sécurité contre la marche à vide de PC2

## **V.9. La supervision:**

Les installations industrielles de nos jours deviennent de plus en plus complexes, et souvent le contrôle-commande, la surveillance, le diagnostic et les travaux de maintenance dans ces installations présentent d'énormes difficultés. Mais, actuellement avec l'évolution de l'informatique industrielle, l'utilisation de la supervision pourra être une solution favorable.

### **V.9.1. Définition :**

La supervision est une forme évoluée du dialogue Homme-Machine, elle présente beaucoup d'avantage pour les processus industriels. Elle facilite à l'opérateur la surveillance de l'état de fonctionnement d'un procédé ainsi que son contrôle-commande. Elle permet grâce à des vues préalablement créées et configurées à l'aide d'un logiciel de supervision, d'intégrer et de visualiser en temps réel toutes les étapes du procédé à contrôler.

### **V.9.2. Principe de fonctionnement :**

La technique de supervision industrielle consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé pour l'amener à son point de fonctionnement optimal. 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.

### **V.9.3. Logiciel de supervision :**

SIMATIC, le coeur du système Totally Integrated Automation, englobe une grande diversité de produits et de systèmes standardisés, flexibles et échelonnables, tels que la supervision de processus avec SIMATIC WinCC (figure V.18).

#### **V.9.3.1. Présentation :**

WinCC dans TIA Portal est le logiciel pour toutes les applications IHM allant des solutions les plus simples de coopération avec les panneaux de base aux applications SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) sur les systèmes multi-utilisateurs sur PC.

WinCC TIA Portal repose sur la nouvelle architecture logicielle Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) apportant une solution cohérente, efficace et intuitive à toutes les tâches d'automatisation.

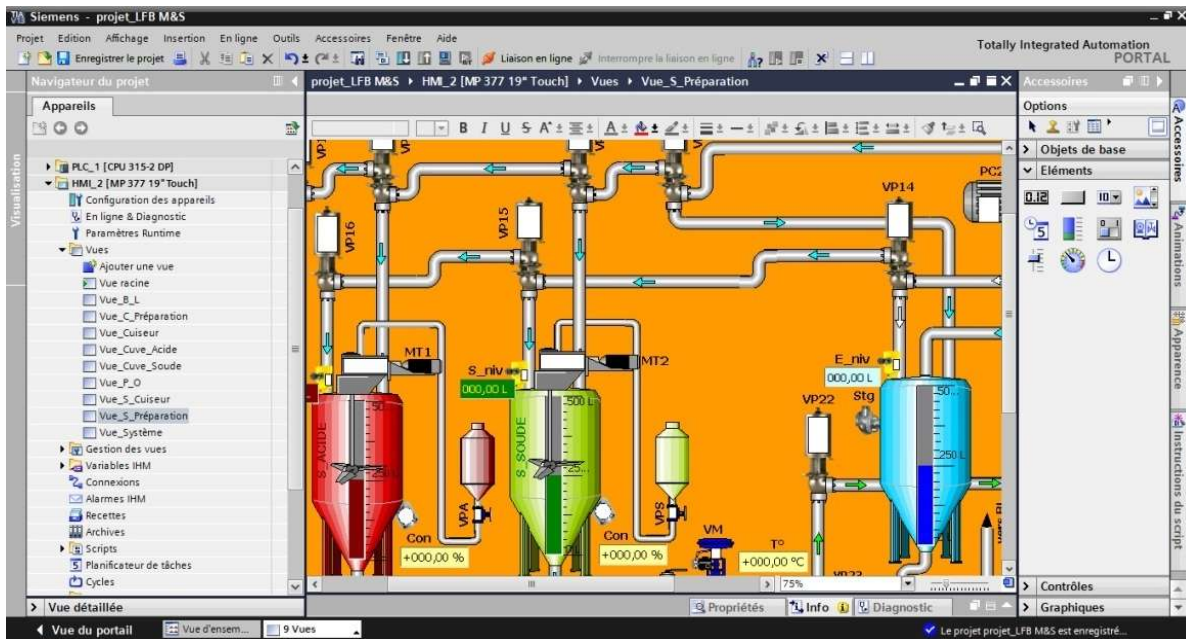


Figure V.18: WINCC TIA PORTAL

### V.9.3.2. L'Interface Homme/Machine (IHM):

L'IHM est un Ensemble de dispositifs matériels et logiciels permettant à un utilisateur de communiquer avec un système informatique. En quelques dizaines d'années, l'interface homme machine a connu une évolution très importante, en commençant par les simples boutons poussoirs et afficheurs 7 segments jusqu'aux écrans LCD avec ses différentes gammes (figure V.19).

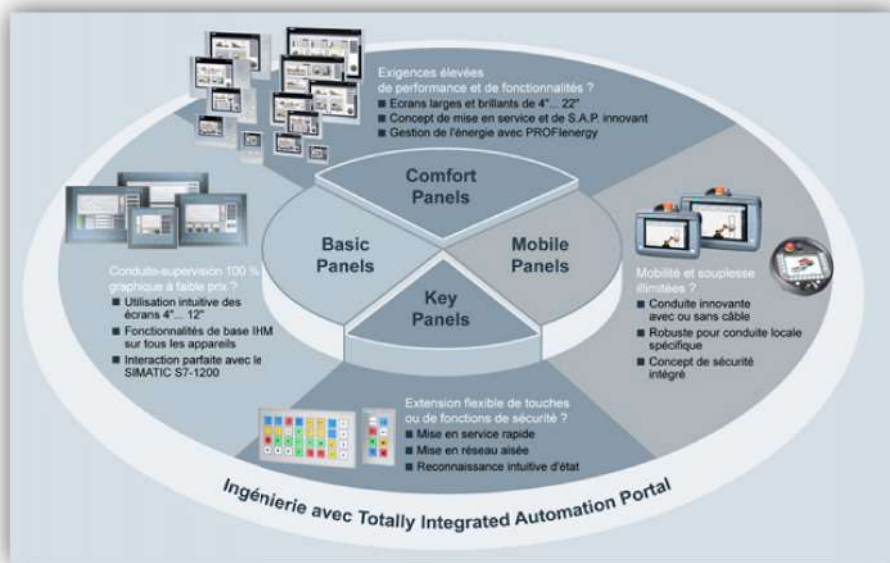


Figure V.19 : Gamme complète des pupitres opérateur

**a. Les fonctions IHM intégrées:**

Parmi les diverses fonctions IHM intégrées à vocation industrielle, on trouve :

- Visualisation entièrement graphique des processus et des états des process,
- Conduite de la machine ou de l'installation par le biais d'une interface utilisateur personnalisable avec ses propres menus et barres d'outils.
- Signalisation et acquittement d'événements.
- Archivage des valeurs de mesure et des messages dans une base de données process.
- Journalisation des données process et des données d'archive.
- Gestion des utilisateurs ainsi que de leurs droits d'accès.

**V.9.4. Développement d'un système de supervision sous WinCC TIA PORTAL:**

Pour le développement de l'IHM de supervision pour notre nouveau système de nettoyage en place (NEP) amélioré, nous avons utilisé WINCC TIA Portal V13 intégré dans le logiciel de programmation TIA Portal V13.

**V.9.4.1. L'IHM choisit :**

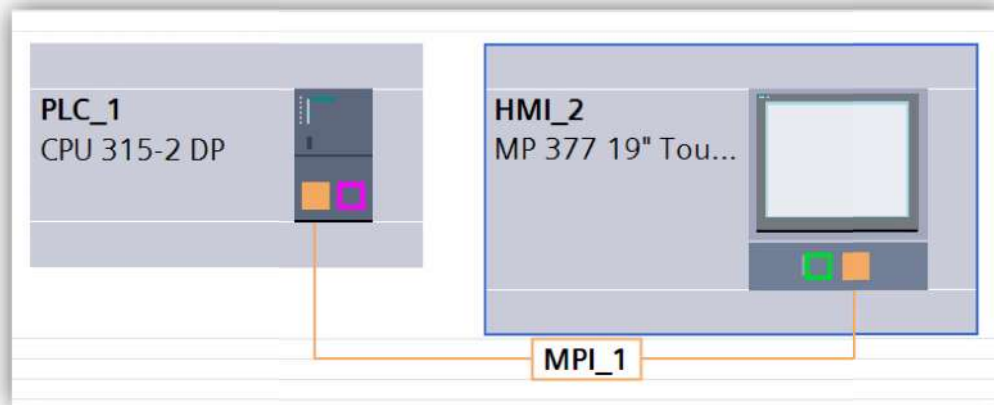
L'IHM choisit est de référence MP 377 « 6AV6 644-0AC01-2AX0 » (figure V.20) de la catégorie SIMATIC Multi Panel, il a un écran tactile de 19" TFT, sa résolution est 1280 x 1024 pixels avec 64k couleurs, un port 1 x MPI/Profibus DP, 2 ports 1 x PROFINET, 1 port 1 x série, un port 2 x USB, 1 emplacement pour carte multimédia, et 1 emplacement CF.



**Figure V.20 : IHM MP 377**

**V.9.4.2. liaison CPU – IHM :**

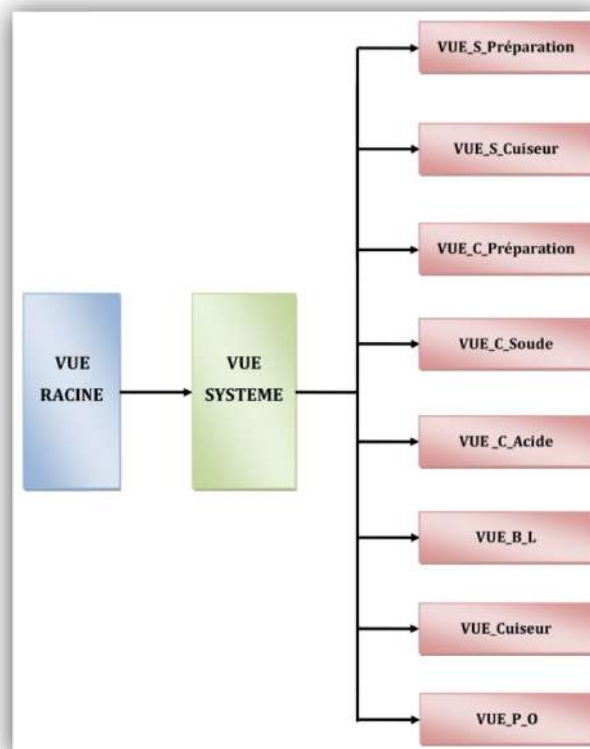
La liaison entre la CPU et l’IHM choisit est réalisé par le réseau MPI, car c’est le seul réseau commun entre les deux appareils (figure V.21).



**Figure V.21 : le réseau MPI entre la CPU et l’IHM**

**V.9.4.3. les vues programmées dans l’IHM :**

Pour la réalisation de la supervision WINCC de notre système de nettoyage, nous avons programmé l’IHM MP 377 selon la configuration montrée dans la figure V.22.



**Figure V.22 : structure de l’IHM programmé**

- **Vue\_Racine :**

La vue racine est la vue principale ou la vue d'accueil de notre IHM, elle comporte deux boutons : le bouton Démarrer qui nous ramène directement vers la vue système, et le bouton EXIT qui nous fait sortir de tout le système.



Figure V.23 : Vue racine

- **Vue\_Système :**

La vue système (Figure V.24) est la vue qui montre le système complet du nettoyage en place, elle comporte les deux parties principales du système : le système de préparation et le système cuiseur. Cette vue nous permet de suivre le fonctionnement de toute l'installation ainsi que de naviguer vers n'importe quelle autre vue de l'installation.

Le bouton D\_CIP qui apparaît sur la vue, nous permet de donner une impulsion pour le démarrage du cycle de nettoyage CIP.

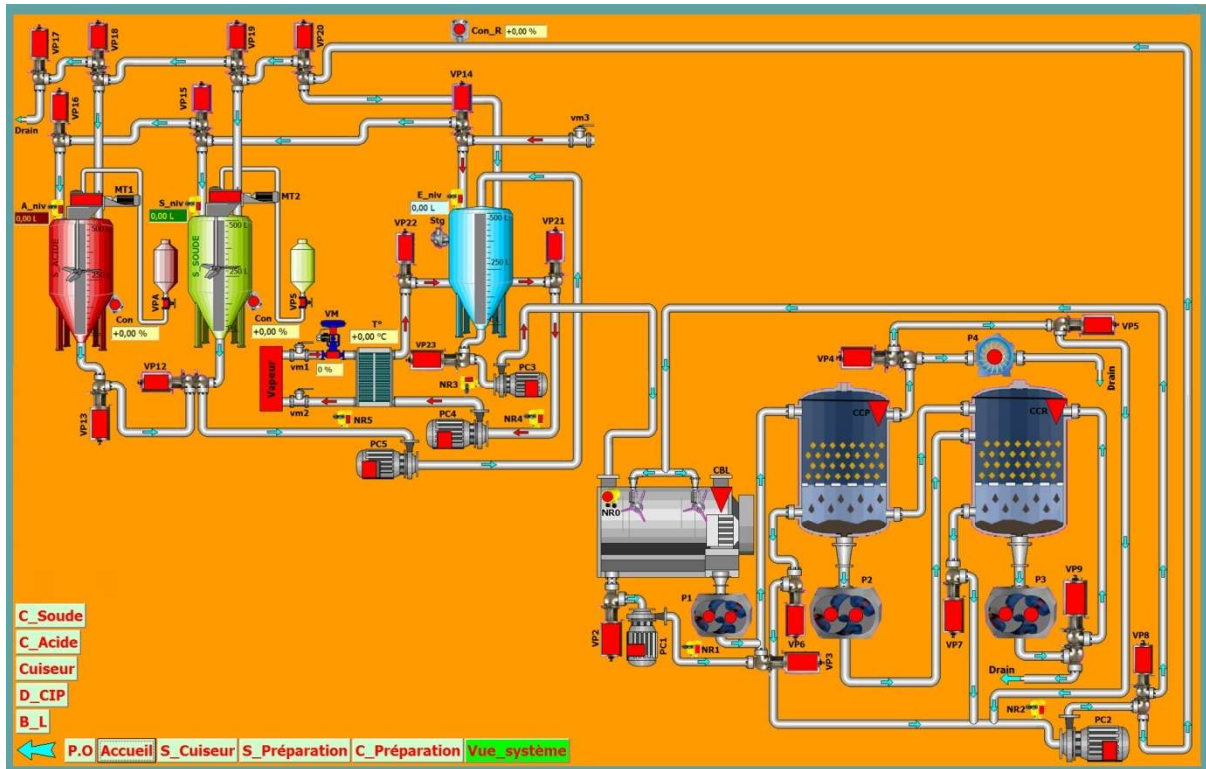


Figure V.24 : Vue système

- **Vue\_S\_Préparation :**

La vue système préparation (Figure V.25), nous donne la vue détaillée du système de préparation des fluides. Elle comporte trois cuves : la cuve soude pour la préparation de la concentration désirée de la soude, la cuve acide aussi pour la préparation de la concentration désirée de la solution d'acide.

La troisième cuve est la cuve préparation, qui est une cuve de préparation des fluides eaux, soude et acide pour atteindre les températures adéquates pour chacun d'eux, et cela en les faisant passer à travers un échangeur de chaleur.

Cette vue nous permet de contrôler le niveau des cuve, la concentration des fluides et leurs température, ainsi elle nous permet de naviguer vers toutes les autre vues existantes.

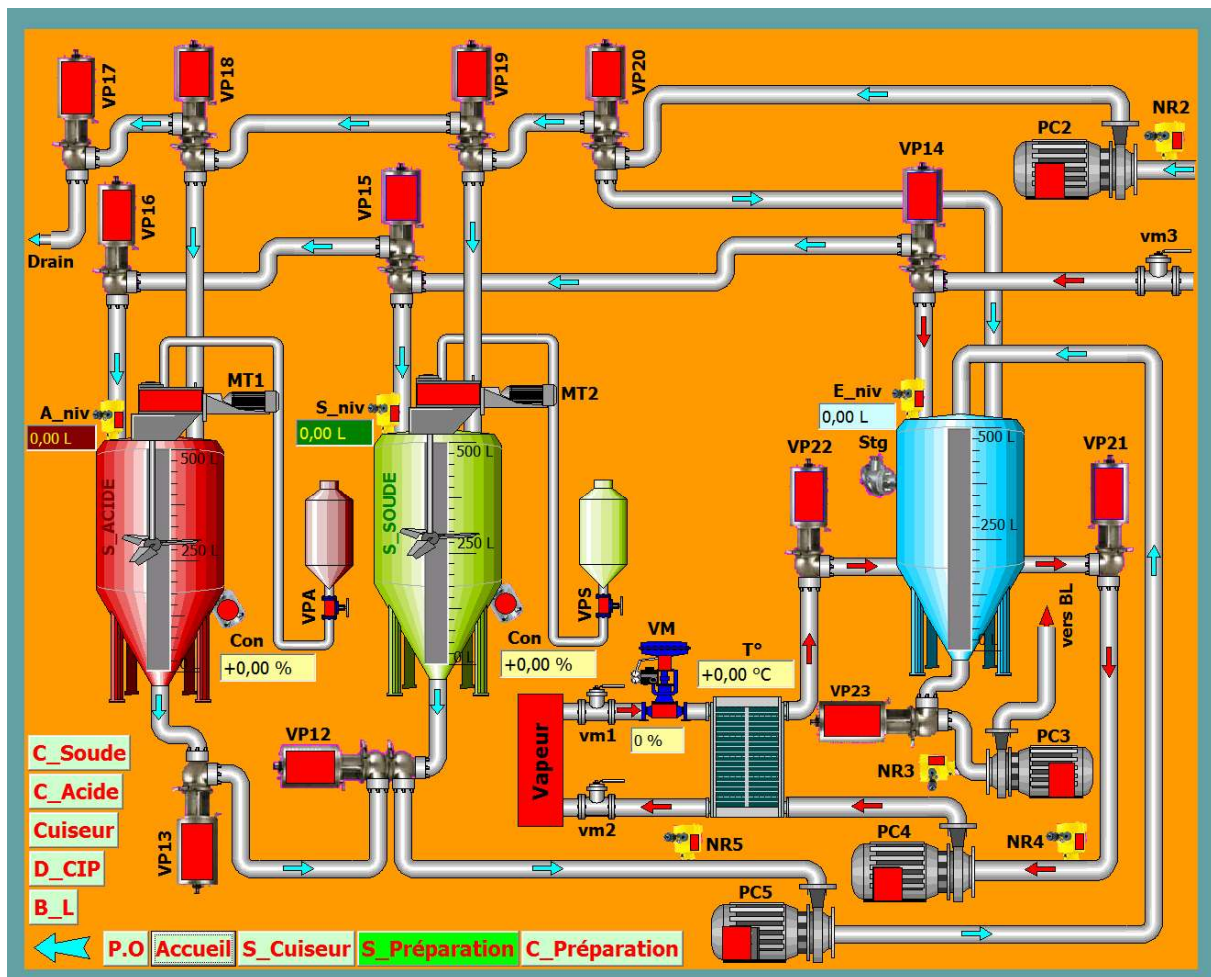


Figure V.25 : Vue système de préparation

- **Vue S\_cuiseur :**

La vue système cuiseur (figure V.26) nous montre le bac de lancement ainsi que les deux cuves de préchauffe et de refroidissement. Elle nous montre aussi toutes les vannes, pompes, moteurs et capteurs nécessaires pour le bon fonctionnement de ce système.

Des alarmes sont aussi programmées dans toutes les vues pour être déclenchées, et afficher des messages d'erreur en cas de détection de n'importe qu'elle anomalie sur le système, comme la marche à vide des différentes pompe et la non fermeture des couvercles du bac de lancement, ainsi que ceux des cuves de préchauffe et refroidissement.

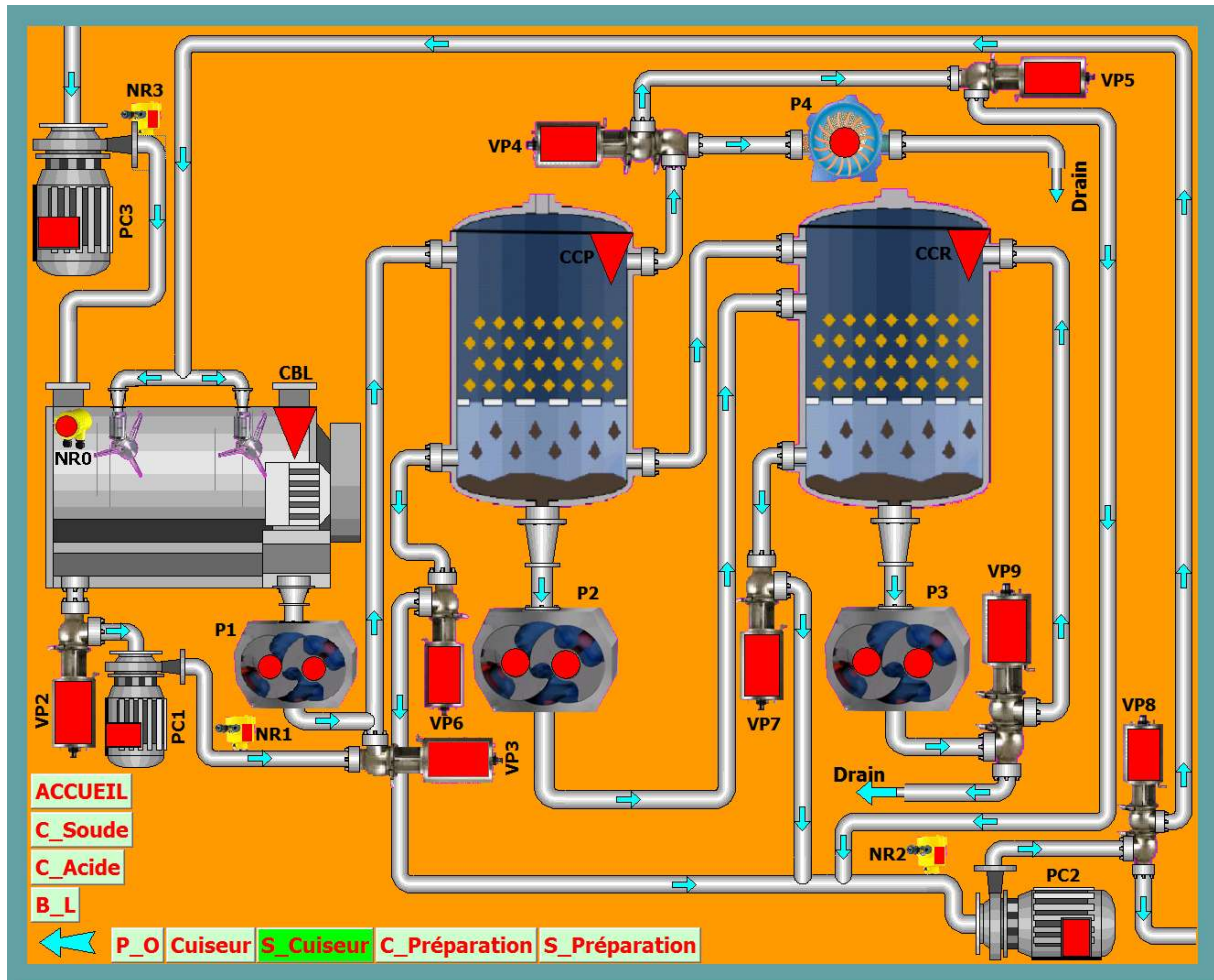


Figure V.26 : Vue système cuisueur

## V.10. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons vu la programmation des automates, et en particulier l'automate S7-300 qui est un automate de large utilisation puisqu'il répond bien à beaucoup d'applications d'automatisation. Pour la programmation de cet automate nous avons utilisé le nouveau logiciel d'ingénierie « TIA Portal » ce qui nous a permis de découvrir ses diverses applications, et de se familiariser avec son nouvelle interface de programmation.

En ajoutant la partie supervision, ça nous a permis d'approfondir dans les détails de ce logiciel en découvrant aussi le WINCC TIA Portal qui est un logiciel beaucoup plus riche en application par rapport aux versions précédentes.

# **CONCLUSION GENERALE**

## Conclusion générale :

Notre projet de fin d'études effectué au sein de la laiterie fromagerie de BOUDOUAOU a été réalisé dans le but d'améliorer et consolider nos connaissances dans le domaine de l'automatique. Pour cette raison nous avons choisis de suivre notre stage pratique à l'UFFS « Unité du Fromage Fondu Stérilisé », qui est une unité spécialisée dans la production du fromage fondu stérilisé pour les services de l'ANP (Armée Nationale Populaire).

Après une visite générale dans cette unité, nous avons pris la décision d'étudier un système cuiseur stérilisateur pour le fromage, et plus exactement le système de nettoyage de ce dernier.

Grâce aux données fournies par les techniciens de l'entreprise, et passant par plusieurs étapes de collecte d'informations, nous sommes arrivés à faire un compte rendu sur tous les manques et les anomalies observés sur le système de nettoyage en place (NEP) existant déjà sur les lieux.

Une fois les défauts du système ont été tirés, un grand travail nous a été confié. Ce travail a été de refaire toute la programmation du système de nettoyage incluant notre amélioration apportée.

Après l'accomplissement de notre travail, nous tenons à dire que ce projet sera d'abord bénéfique pour l'entreprise du fait que :

- ✓ Le système de nettoyage en place est devenu complètement automatisé ce qui permet d'éliminer les tâches pénibles et dangereuses pour les travailleurs (mélange manuel de l'acide et de la soude).
- ✓ Les fluides d'eau, d'acide et de soude préparés seront toujours à la bonne concentration et à la bonne température pour avoir un bon nettoyage.
- ✓ Le temps consacré à la préparation des solutions sera réduit au maximum, ce temps sera un temps gagné pour la production.
- ✓ La quantité d'eau et des concentrés d'acide et de soude utilisés sera aussi réduite grâce au système de récupération proposé.
- ✓ L'amélioration proposée utilisera la plupart des matériels existants déjà à l'entreprise.

Ainsi il est aussi bénéfique pour nous du fait qu'il nous a permis entre autre de :

- ✓ Mettre en pratique les notions théoriques acquises durant notre cursus d'étude.
- ✓ Découvrir la réalité du monde industriel.
- ✓ Se familiariser avec le milieu du travail.
- ✓ Acquérir une certaine expérience pour pouvoir affronter le monde professionnel.
- ✓ Maitriser certains instruments et certains outils indispensables pour un automaticien, tel que la modélisation Grafset, la programmation des automates, ainsi que le fameux logiciel de la firme siemens « TIA PORTAL ».

Pour terminer nous disons que notre travail n'est pas encore achevé, du fait que l'amélioration qu'on a voulu apporter n'est pas encore réalisée sur le terrain. Ceci nous ramène à supposer quelques contraintes lors de la concrétisation de la solution proposée.

# **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

## Références bibliographiques

- [1] Documentation technique de l'Enterprise.
- [2] Gilles Michel, Bernard Girard, « les API architecture et application des automates programmable industriels », Edition DUNOD, Paris, 1988,335p
- [3] Réne David, Hassan Alla, « Du grafcet au réseau de pétrie » Edition HERMES, Paris, 1997.493p.
- [4] F. castellazi, D. congiel, Y. Gongloff, MEMOTECH Maintenance Industrielle, Edition CASTEILLA, Paris.
- [5] Jean-Dominique Mosser, Yves Granjon, Jacques Tanoh, « science industrielle pour l'ingénieur. », Edition DUNOD, Paris.
- [6] C.T.jones, « step7 in 7 step a paractical guide to implementing S-300/S7400 programmable logic control », New York.
- [7] Patrick Prouvost, « Instrumentation et régulation en 30 fiches », Edition DUNOD, Paris
- [8] BOUSSADA Samir, BAKIR Kamel, automatisation et supervision d'un processus pasteurisation du lait, mémoire de Master, département automatique, FGEI, UMMTO, 2014.
- [9] MEZAIR Linda, MOUCER Sabrina, conception et automatisation du CIP (clean in place) d'une station de traitement d'eau minéral Lala Khedidja, mémoire de Master, département automatique ,FGEI,UMMTO, 2014.
- [10] DJELLOUT Massinissa, GUENFOUD Yassine, Développement de commande décentralisée et supervision de l'unité traitement brut (Séparateur et Manifold) du centre production de Gassi Touil SONATRACH, mémoire de Master, département automatique, FGEI, UMMTO, 2009.
- [11] <http://www.lenntech.fr/cip-nettoyage.htm> (consulté en Avril 2016).
- [12] [www.tia-portal.weebly.com](http://www.tia-portal.weebly.com) (consulté en Juin 2016).
- [13] [http://www.engineered-to-work.com/web/informaterialien/pompes\\_a\\_lobes\\_rotatif\\_Web.pdf](http://www.engineered-to-work.com/web/informaterialien/pompes_a_lobes_rotatif_Web.pdf) (consulté en Avril 2016).
- [14] [http://gte.univ-littoral.fr/sections/documents-pdagogiques/chapitre-8-mesure/download File/ file/Les\\_capteurs.pdf?](http://gte.univ-littoral.fr/sections/documents-pdagogiques/chapitre-8-mesure/download/File/file/Les_capteurs.pdf?) (consulté en Avril 2016).
- [15] <http://www.inoxpa.fr/produits/produit/vanne-a-clapet-de-regulation-nlr>. (Consulté en avril 2014).
- [16] <https://www.vega.com/en/Products/Product-catalog> (consulté en Mars 2016)
- [17] <http://www.siemens.com/hmi-panels> (consulté en Juin 2016)

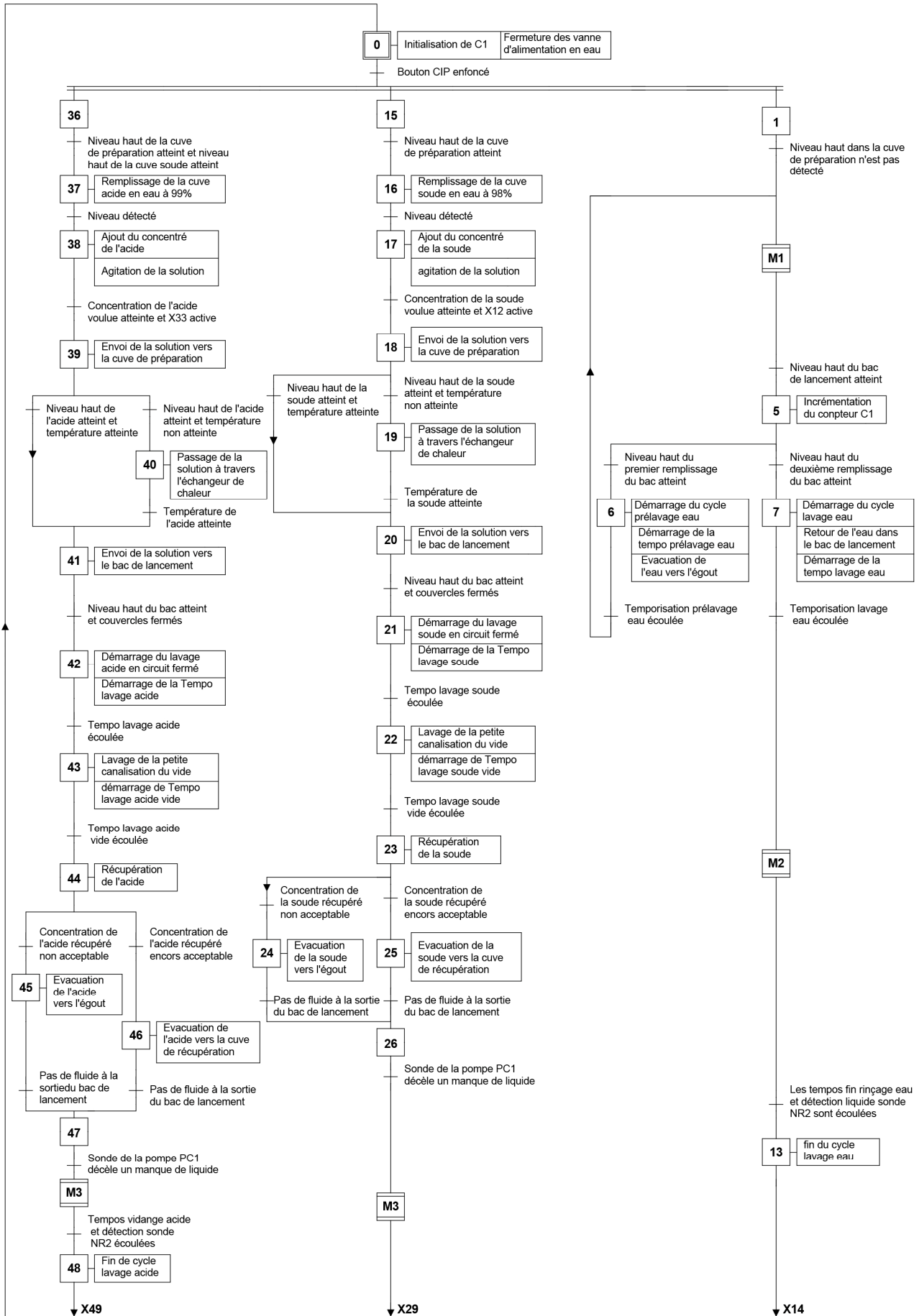
# Liste des figures

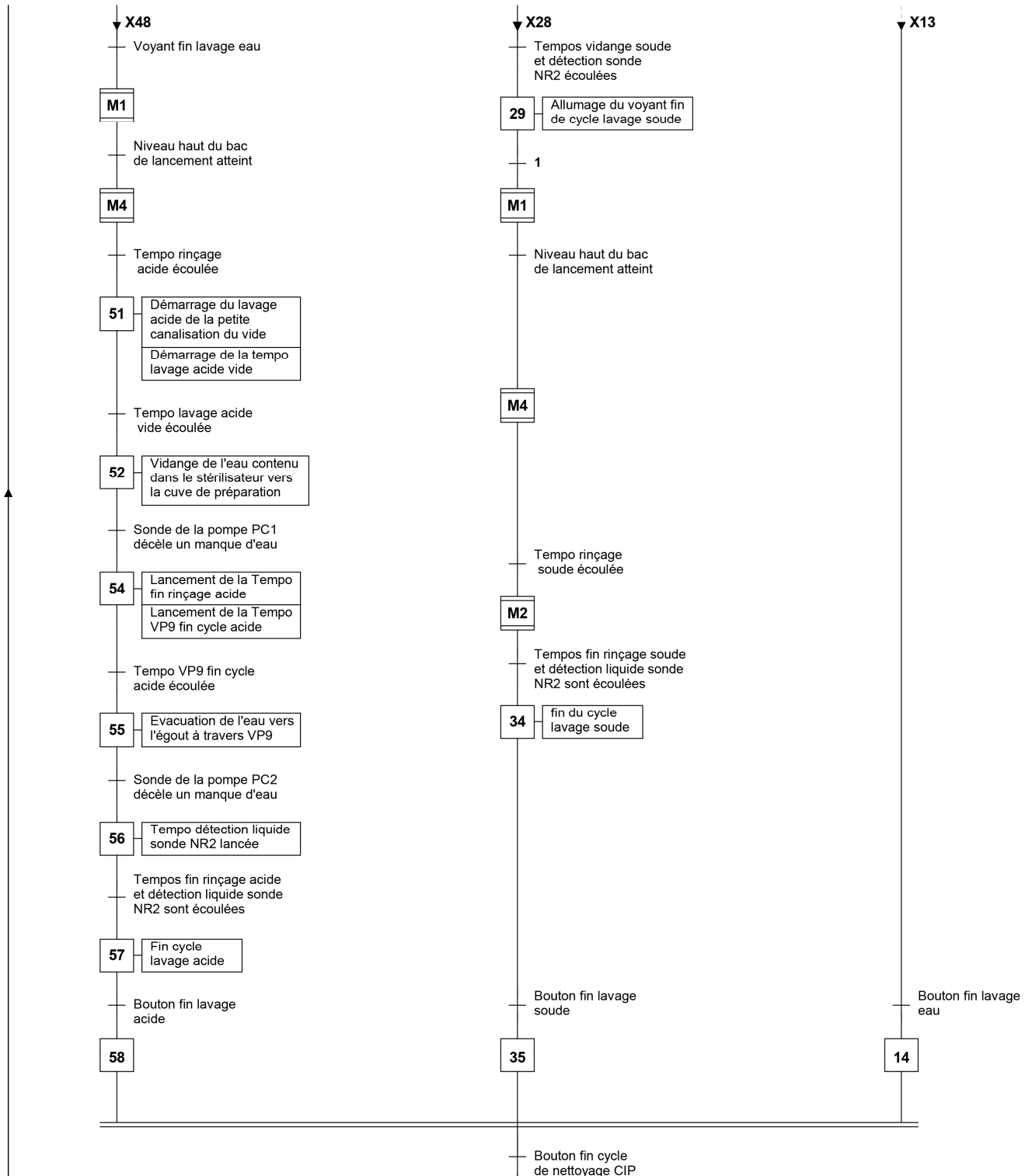
Figure I.1 : les différentes unités de l'usine .....	7
Figure I.2 : Organigramme de la laiterie fromagerie de Boudouaou.....	10
Figure II.1 : Système de stérilisation.....	12
Figure II.2 : Bac de lancement .....	14
Figure II.3 : Principaux constituants du bac de lancement .....	14
Figure II.4 : Cuiseur stérilisateur FP 3000 : .....	15
Figure II.5 : Principaux constituants du cuiseur stérilisateur FP 3000.....	16
Figure II.6 : constituants du contacteur .....	17
Figure II.7 : Constituant du distributeur 3/2 à commande électropneumatique.....	18
Figure II.8 : Principe de fonctionnement des distributeurs à clapets .....	19
Figure II.9 : Principe de fonctionnement des distributeurs à tiroirs.....	20
Figure II.10 : Variateur de fréquence DANFOSS VLT 5000 .....	21
Figure II.11 : Constitution du variateur de fréquence .....	22
Figure II.12 : Pompe volumétrique rotative à deux lobes .....	23
Figure II.13 : Principe de fonctionnement des pompes à lobes .....	24
Figure II.14 : Pompe centrifuge .....	24
Figure II.15 : Constituants des pompes centrifuges .....	25
Figure II.16 : Vannes pneumatiques automatiques .....	26
Figure II.17: Constituants des vannes pneumatiques .....	27
Figure II.18 : Vanne de régulation 2 voies à clapet.....	27
Figure II.19 : Constituants de la vanne de régulation .....	28
Figure II.20 : Pompe à vide à anneau liquide.....	29
Figure II.21 : Constituants de la pompe à vide .....	29
Figure II.22 : Echangeur à plaques.....	30
Figure II.23 : Constituants de l'échangeur à plaques .....	31
Figure II.24 : détecteur de niveau à lames vibrantes VEGASWING 61.....	32
Figure II.25 : Constituants du détecteur de niveau VEGASWING 61 .....	33
Figure II.26 : Capteur continu de niveau VEGAPLUS 64.....	33
Figure II.27 : Constituant du VEGAPLUS 64 .....	34
Figure II.28 : Capteur de conductivité ILM-2 (Conductivimètre) .....	35
Figure II.29 : constituant du conductivimètre ILM-2.....	36

Figure II.30 : Sonde de température PT 100 .....	36
Figure II.31 : Principe de fonctionnement de la sonde PT100.....	37
Figure III.1 : Système CIP sans récupération.....	40
Figure III.2 : Système CIP avec récupération .....	41
Figure III.3 : Système de nettoyage CIP sans récupération pour le cuiseur FP 3000 .....	42
Figure III.4 : Table de commande et voyants d'affichage pour le cycle de lavage.....	43
Figure III.5 : Système cuiseur .....	49
Figure III.6 : Système de préparation des solutions de lavage.....	53
Figure IV.1 : Structure d'un GRAFCET .....	58
Figure IV.2 : Différentes présentation d'une étape .....	59
Figure IV.3 : Etape initiale .....	59
Figure IV.4 : La transition et sa réceptivité.....	60
Figure IV.5 : Actions associées à une étape.....	60
Figure IV.6 : Macro-étape .....	61
Figure IV.7 : Franchissement d'une transition.....	62
Figure IV.8 : Evolution des étapes actives .....	62
Figure IV.9: Evolutions simultanées .....	63
Figure IV.10 : Activation et désactivation simultanées .....	63
Figure IV.11 : Séquence unique .....	64
Figure IV.12 : Divergence en OU .....	64
Figure IV.13 : Convergence en OU .....	64
Figure IV.14 : Saut d'étape .....	65
Figure IV.15 : Reprise d'étape .....	65
Figure IV.16 : Divergence en ET .....	66
Figure IV.17 : Convergence en ET .....	66
Figure IV.18 : Grafcet niveau 2 .....	68
Figure IV.19 : Macro-étapes M1, M2 .....	70
Figure IV.17 : Macro-étapes M3, M4 .....	71
Figure V.1 : Automates programmables industriels (API) .....	72

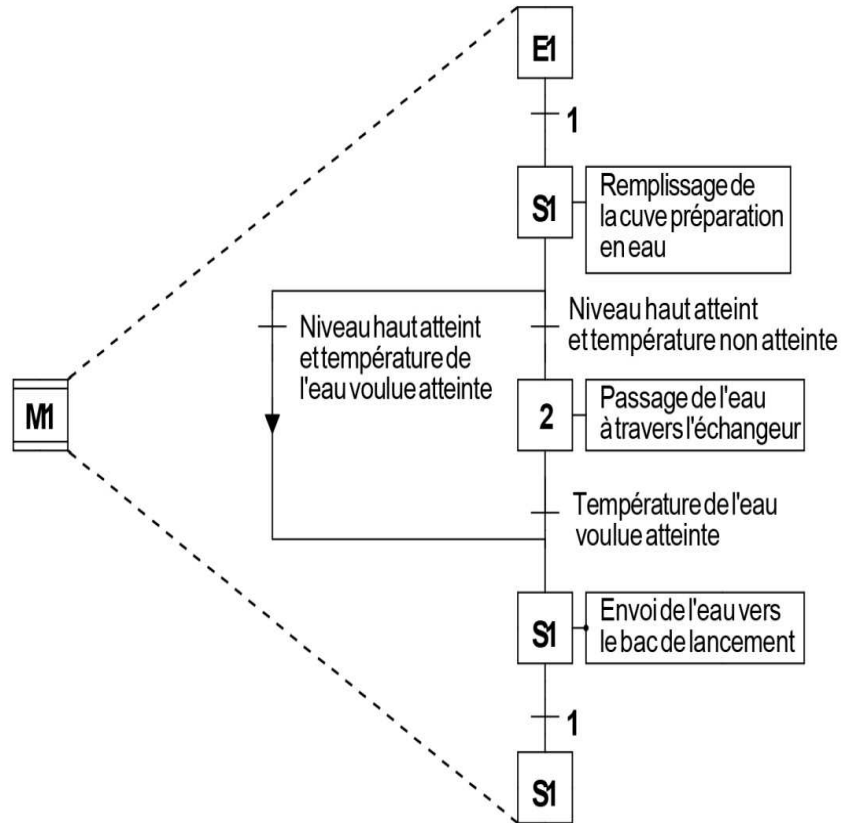
Figure V.2: API S7-300 .....	73
Figure V.3 : Constituants de l'API S7-300 .....	74
Figure V.4 : Logiciel de programmation TIA PORTAL .....	76
Figure V.5 : Exemple de schéma à contact .....	77
Figure V.6 : Structure d'un programme linéaire .....	78
Figure V.7 : Présentation d'un programme structuré .....	78
Figure V.8 : Création d'un projet .....	80
Figure V.9 : Configuration matériels .....	82
Figure V.10 : Structure du programme de nettoyage CIP .....	85
Figure V.13 : Simulation du programme avec S7 PLCSIM .....	88
Figure V.14 : Démarrage du cycle CIP .....	89
Figure V.15 : Ouverture de la vanne VP14 .....	89
Figure V.16 : Ouverture de VP23 et démarrage de PC3 .....	90
Figure V.17 : Temporisation de sécurité contre la marche à vide de PC2 .....	90
Figure V.18: WINCC TIA PORTAL .....	92
Figure V.19 : Gamme complète des pupitres opérateur .....	92
Figure V.20 : IHM MP 377 .....	93
Figure V.21 : le réseau MPI entre la CPU et l'IHM .....	94
Figure V.22 : structure de l'IHM programmé .....	94
Figure V.23 : Vue racine .....	95
Figure V.24 : Vue système .....	96
Figure V.25 : Vue système de préparation .....	97
Figure V.26 : Vue système de cuiseur .....	98

# **ANNEXES**

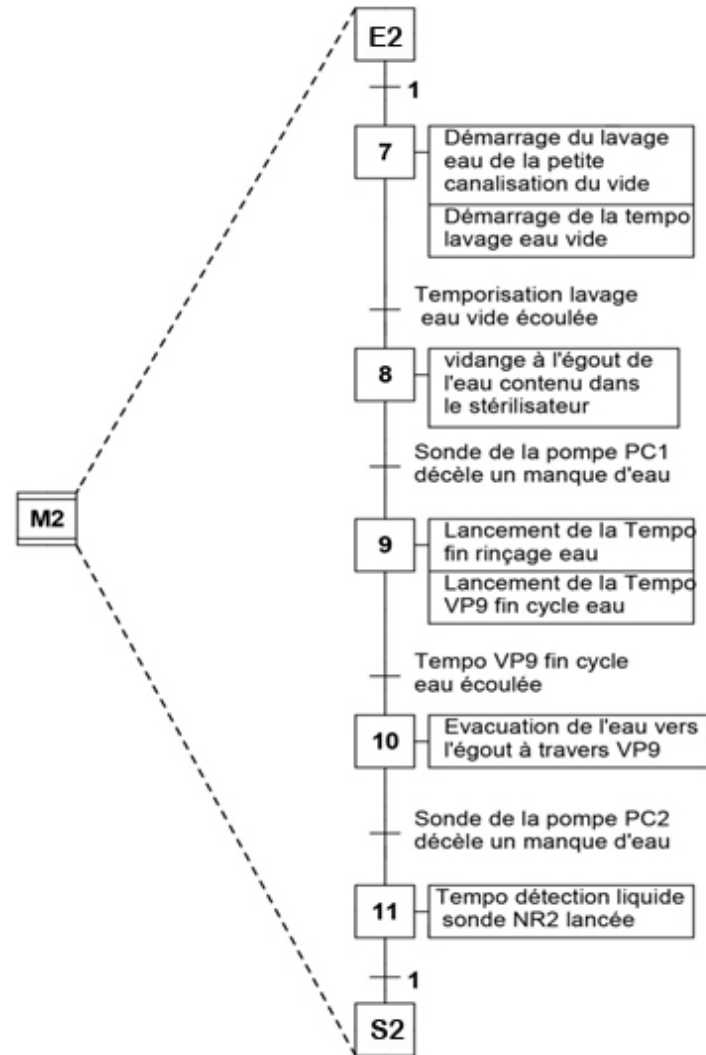




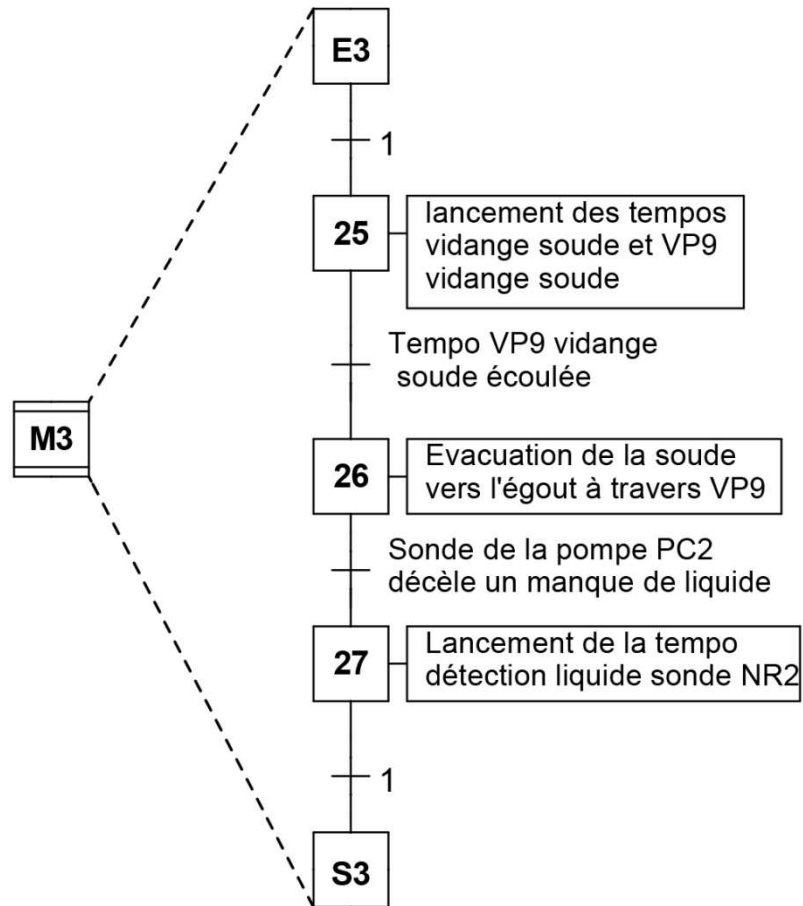
La macro-étape M1



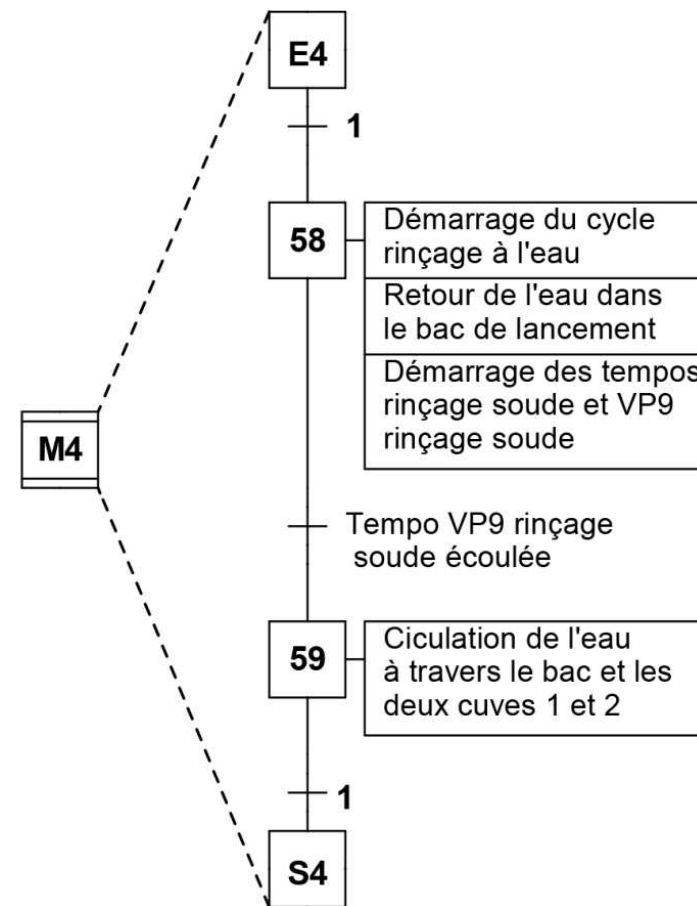
La macro-étape M2



La macro-étape M3 :



La macro-étape M4 :



Quelques blocs du programme principal Main [OB1] :

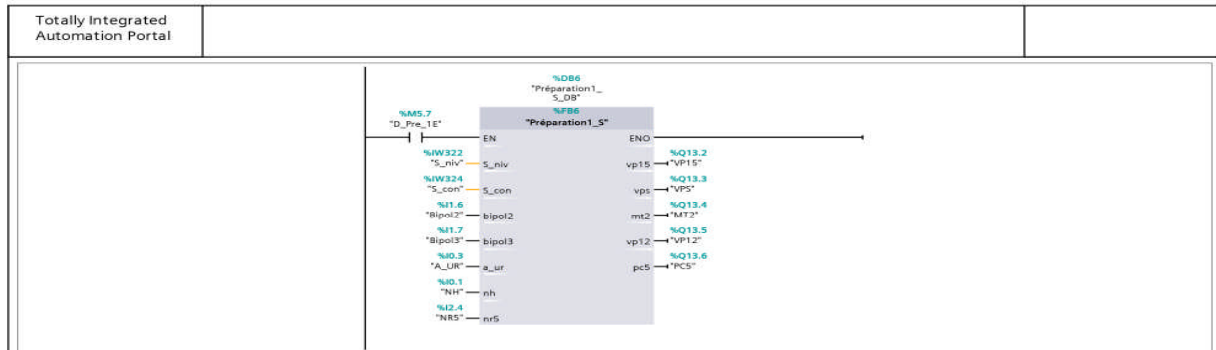
Le bloc fonctionnel FB9 :

Il représente la préparation de l'eau de prélavage à la température voulue : 60°C

Totally Integrated Automation Portal																																																																													
<b>projet_LFB M&amp;S / PLC_1 [CPU 315-2 DP] / Blocs de programme</b> <b>Main [OB1]</b>																																																																													
<b>Main Propriétés</b>																																																																													
<b>Général</b>																																																																													
Nom	Main	Numéro	1	Type	OB																																																																								
Numérotation	Automatique																																																																												
<b>Information</b>																																																																													
Titre	"Main Program Sweep (Cycle)"	Auteur	M&S	Commentaire	Famille																																																																								
Version	0.1	ID utilisateur																																																																											
<b>Main</b>																																																																													
Nom	Type de données	Décalage	Valeur par déf.	Commentaire																																																																									
▼ Temp																																																																													
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0		Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)																																																																									
OB1_SCAN_1	Byte	1.0		1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)																																																																									
OB1_PRIORITY	Byte	2.0		Priority of OB Execution																																																																									
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0		1 (Organization block 1, OB1)																																																																									
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0		Reserved for system																																																																									
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0		Reserved for system																																																																									
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0		Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)																																																																									
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0		Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)																																																																									
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0		Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)																																																																									
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0		Date and time OB1 started																																																																									
Constant																																																																													
<b>Réseau 1 :</b>																																																																													
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Mnémonique</th> <th>Adresse</th> <th>Type</th> <th>Commentaire</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>"A_UR"</td><td>%I0.3</td><td>Bool</td><td></td></tr> <tr><td>"Bipol1"</td><td>%I0.6</td><td>Bool</td><td></td></tr> <tr><td>"Bipol5"</td><td>%I2.0</td><td>Bool</td><td></td></tr> <tr><td>"D_Pre_1E"</td><td>%M5.7</td><td>Bool</td><td></td></tr> <tr><td>"E_niv"</td><td>%IW330</td><td>Int</td><td></td></tr> <tr><td>"NB"</td><td>%I0.2</td><td>Bool</td><td></td></tr> <tr><td>"NH"</td><td>%I0.1</td><td>Bool</td><td></td></tr> <tr><td>"NRO"</td><td>%I0.4</td><td>Bool</td><td></td></tr> <tr><td>"NR3"</td><td>%I0.5</td><td>Bool</td><td></td></tr> <tr><td>"NR4"</td><td>%I4.0</td><td>Bool</td><td></td></tr> <tr><td>"PC3"</td><td>%Q8.4</td><td>Bool</td><td></td></tr> <tr><td>"PC4"</td><td>%Q8.5</td><td>Bool</td><td></td></tr> <tr><td>"STg"</td><td>%IW320</td><td>Int</td><td></td></tr> <tr><td>"VP14"</td><td>%Q8.0</td><td>Bool</td><td></td></tr> <tr><td>"VP21"</td><td>%Q8.1</td><td>Bool</td><td></td></tr> <tr><td>"VP22"</td><td>%Q8.2</td><td>Bool</td><td></td></tr> <tr><td>"VP23"</td><td>%Q8.3</td><td>Bool</td><td></td></tr> </tbody> </table>						Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire	"A_UR"	%I0.3	Bool		"Bipol1"	%I0.6	Bool		"Bipol5"	%I2.0	Bool		"D_Pre_1E"	%M5.7	Bool		"E_niv"	%IW330	Int		"NB"	%I0.2	Bool		"NH"	%I0.1	Bool		"NRO"	%I0.4	Bool		"NR3"	%I0.5	Bool		"NR4"	%I4.0	Bool		"PC3"	%Q8.4	Bool		"PC4"	%Q8.5	Bool		"STg"	%IW320	Int		"VP14"	%Q8.0	Bool		"VP21"	%Q8.1	Bool		"VP22"	%Q8.2	Bool		"VP23"	%Q8.3	Bool	
Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire																																																																										
"A_UR"	%I0.3	Bool																																																																											
"Bipol1"	%I0.6	Bool																																																																											
"Bipol5"	%I2.0	Bool																																																																											
"D_Pre_1E"	%M5.7	Bool																																																																											
"E_niv"	%IW330	Int																																																																											
"NB"	%I0.2	Bool																																																																											
"NH"	%I0.1	Bool																																																																											
"NRO"	%I0.4	Bool																																																																											
"NR3"	%I0.5	Bool																																																																											
"NR4"	%I4.0	Bool																																																																											
"PC3"	%Q8.4	Bool																																																																											
"PC4"	%Q8.5	Bool																																																																											
"STg"	%IW320	Int																																																																											
"VP14"	%Q8.0	Bool																																																																											
"VP21"	%Q8.1	Bool																																																																											
"VP22"	%Q8.2	Bool																																																																											
"VP23"	%Q8.3	Bool																																																																											
<b>Réseau 2 :</b>																																																																													

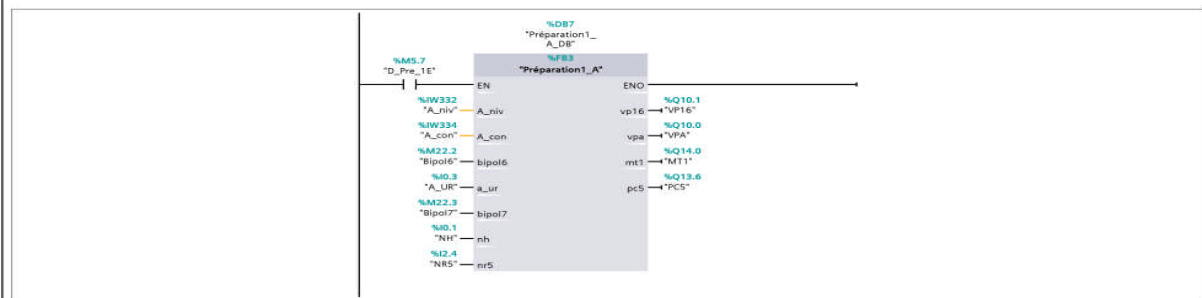
**Les blocs fonctionnels FB6 (préparation 1 soude) et FB3 (préparation 1 acide) :**

Ils représentent la préparation des deux solutions soude et acide, en ce qui concerne les concentrations désirées qui sont respectivement 2% et 1%.



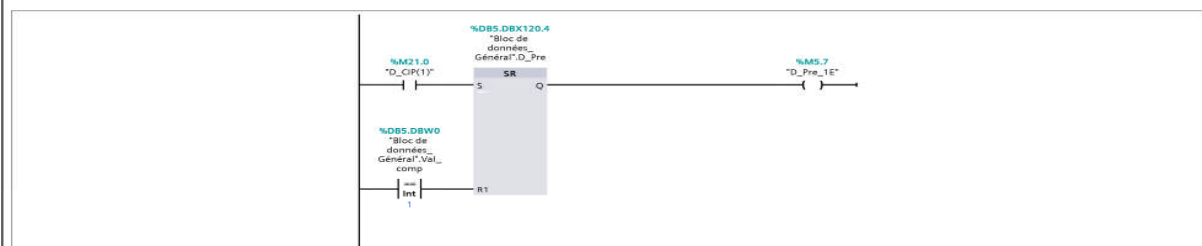
Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"A_UR"	%Q0.3	Bool	
"Bipol2"	%M1.6	Bool	
"Bipol3"	%M1.7	Bool	
"D_Pre_1E"	%M5.7	Bool	
"MT2"	%Q13.4	Bool	
"NH"	%Q0.1	Bool	
"NRS"	%I2.4	Bool	
"PC5"	%Q13.6	Bool	
"S_con"	%IW324	Int	
"S_niv"	%IW322	Int	
"VP12"	%Q13.5	Bool	
"VP15"	%Q13.2	Bool	
"VPS"	%Q13.3	Bool	

Réseau 3 :



Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"A_con"	%IW334	Int	
"A_niv"	%IW332	Int	
"A_UR"	%Q0.3	Bool	
"Bipol6"	%M22.2	Bool	
"Bipol7"	%M22.3	Bool	
"D_Pre_1E"	%M5.7	Bool	
"MT1"	%Q14.0	Bool	
"NH"	%Q0.1	Bool	
"NRS"	%I2.4	Bool	
"PC5"	%Q13.6	Bool	
"VP16"	%Q10.1	Bool	
"VPA"	%Q10.0	Bool	

Réseau 4 :

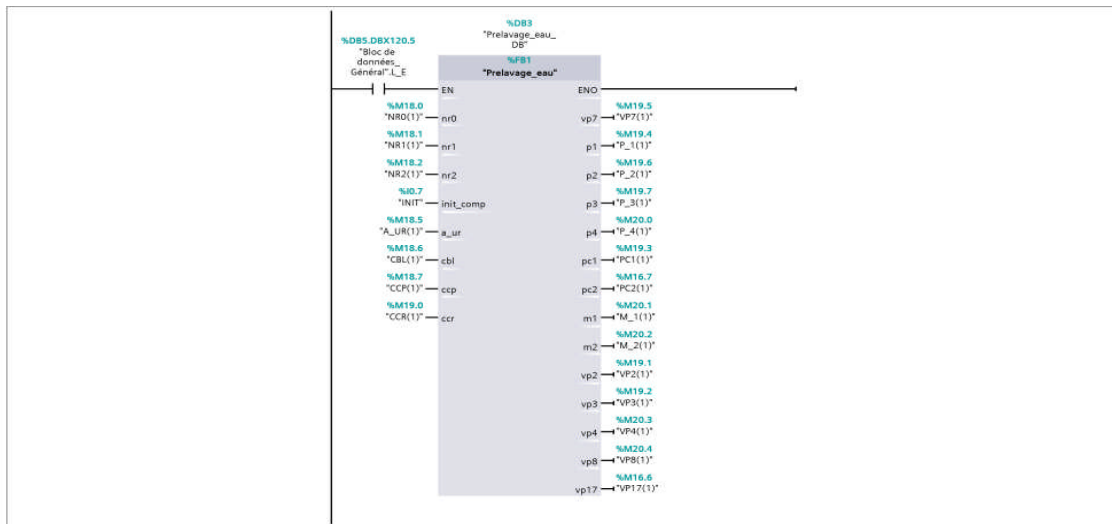


**Le bloc fonctionnel FB1 (prélavage eau) :**

Il représente le programme de prélavage (le débouillage) du système cuiseur.

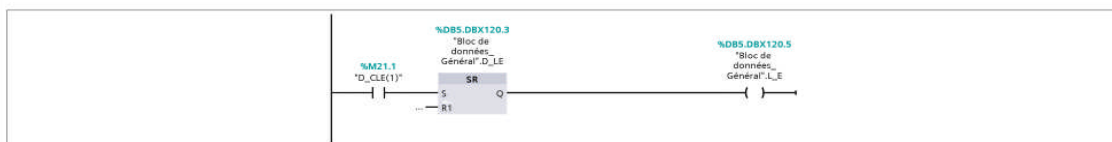
Totally Integrated Automation Portal			
Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"Bloc de données_Général".D_Pre	%DB5.DBX120.4	Bool	
"Bloc de données_Général".Val_comp	%DB5.DBW0	Int	
"D_CIP(1)"	%M21.0	Bool	
"D_Pre_1E"	%M5.7	Bool	

**Réseau 5 :**



Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"A_UR(1)"	%M18.5	Bool	
"Bloc de données_Général".L_E	%DB5.DBX120.5	Bool	
"CBL(1)"	%M18.6	Bool	
"CCP(1)"	%M18.7	Bool	
"CCR(1)"	%M19.0	Bool	
"INIT"	%I0.7	Bool	
"M_1(1)"	%M20.1	Bool	
"M_2(1)"	%M20.2	Bool	
"NR0(1)"	%M18.0	Bool	
"NR1(1)"	%M18.1	Bool	
"NR2(1)"	%M18.2	Bool	
"P_1(1)"	%M19.4	Bool	
"P_2(1)"	%M19.6	Bool	
"P_3(1)"	%M19.7	Bool	
"P_4(1)"	%M20.0	Bool	
"PC(1)"	%M19.3	Bool	
"PC2(1)"	%M16.7	Bool	
"VP2(1)"	%M19.1	Bool	
"VP3(1)"	%M19.2	Bool	
"VP4(1)"	%M20.3	Bool	
"VP7(1)"	%M19.5	Bool	
"VP8(1)"	%M20.4	Bool	
"VP17(1)"	%M16.6	Bool	

**Réseau 6 :**



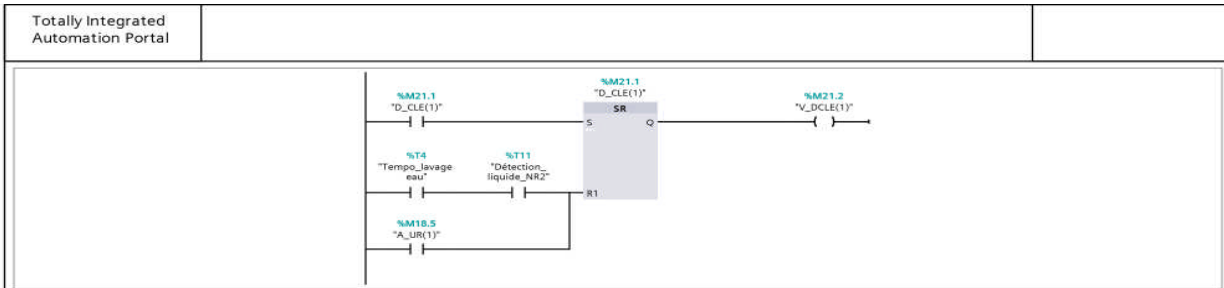
Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"Bloc de données_Général".D_LE	%DB5.DBX120.3	Bool	
"Bloc de données_Général".L_E	%DB5.DBX120.5	Bool	
"D_CLE(1)"	%M21.1	Bool	

**Réseau 7 :**

Totally Integrated Automation Portal			
--------------------------------------	--	--	--

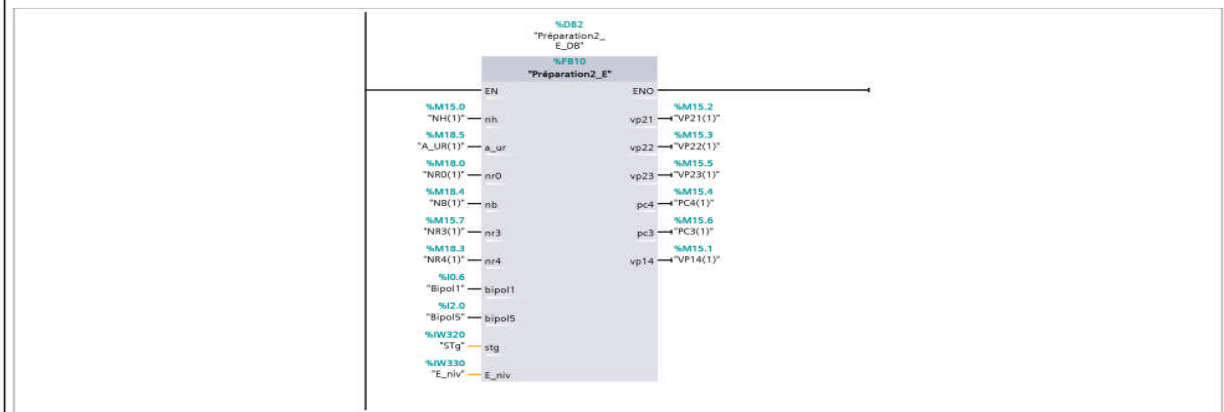
**Le bloc FB10 (préparation2 eau) :**

Il représente le programme la deuxième préparation de l'eau chaude à la température de 60°C pour commencer le lavage eau en circuit fermé.



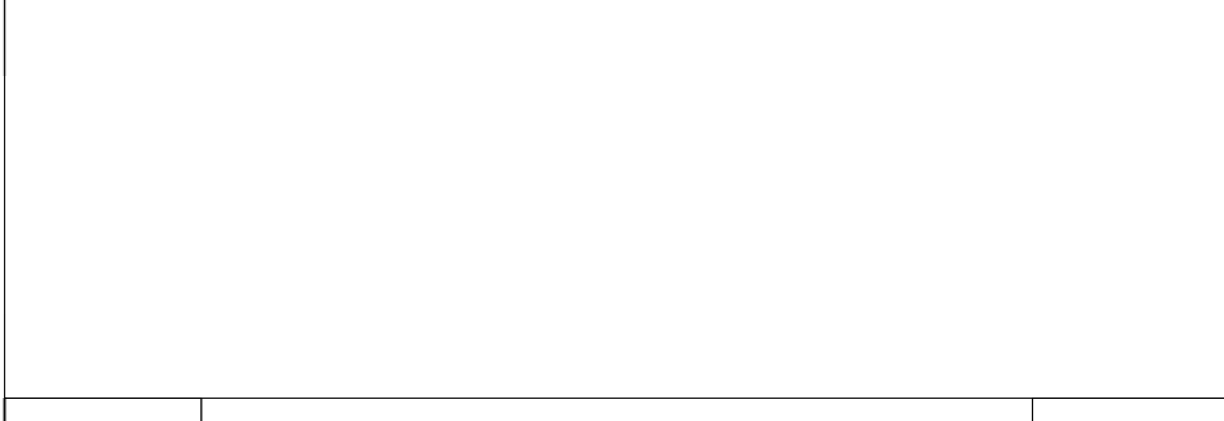
Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"A_UR(1)"	%M18.5	Bool	
"D_CLE(1)"	%M21.1	Bool	
"Détection_liquide_NR2"	%T11	Timer	
"Tempo_lavage eau"	%T4	Timer	
"V_DCLE(1)"	%M21.2	Bool	

**Réseau 8 :**



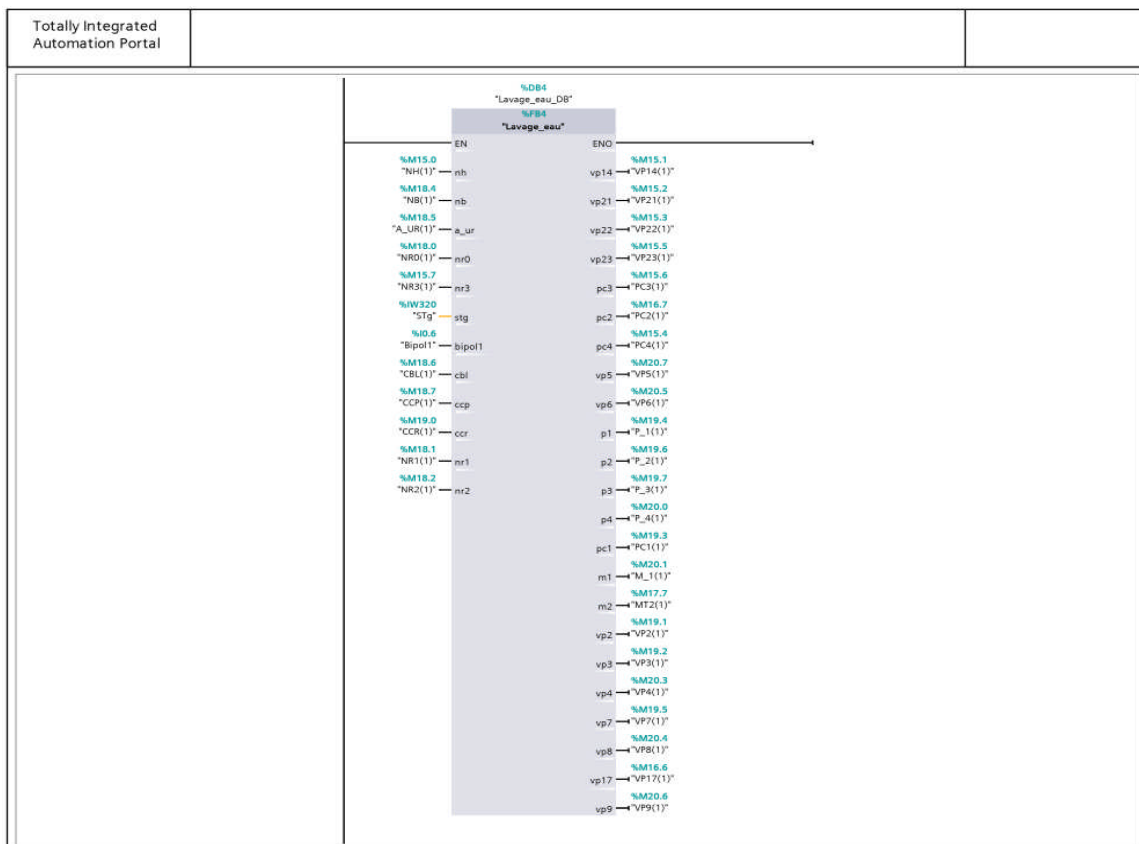
Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"A_UR(1)"	%M18.5	Bool	
"Bipol1"	%I0.6	Bool	
"Bipol5"	%I2.0	Bool	
"E_niv"	%IW330	Int	
"NB(1)"	%M18.4	Bool	
"NH(1)"	%M15.0	Bool	
"NR0(1)"	%M18.0	Bool	
"NR3(1)"	%M15.7	Bool	
"NR4(1)"	%M18.3	Bool	
"PC3(1)"	%M15.6	Bool	
"PC4(1)"	%M15.4	Bool	
"STg"	%IW320	Int	
"VP14(1)"	%M15.1	Bool	
"VP21(1)"	%M15.2	Bool	
"VP22(1)"	%M15.3	Bool	
"VP23(1)"	%M15.5	Bool	

**Réseau 9 :**



**Le bloc FB4 (lavage eau) :**

Il contient le programme du lavage eau en circuit fermé du système cuiseur.



Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"A_UR(1)"	%M18.5	Bool	
"Bipo1"	%I0.6	Bool	
"CBL(1)"	%M18.6	Bool	
"CCP(1)"	%M18.7	Bool	
"CCR(1)"	%M19.0	Bool	
"M_1(1)"	%M20.1	Bool	
"MT2(1)"	%M17.7	Bool	
"NB(1)"	%M18.4	Bool	
"NH(1)"	%M15.0	Bool	
"NR0(1)"	%M18.0	Bool	
"NR1(1)"	%M18.1	Bool	
"NR2(1)"	%M18.2	Bool	
"NR3(1)"	%M15.7	Bool	
"P_1(1)"	%M19.4	Bool	
"P_2(1)"	%M19.6	Bool	
"P_3(1)"	%M19.7	Bool	
"P_4(1)"	%M20.0	Bool	
"PC1(1)"	%M19.3	Bool	
"PC2(1)"	%M16.7	Bool	
"PC3(1)"	%M15.6	Bool	
"PC4(1)"	%M15.4	Bool	
"STg"	%IW320	Int	
"VP2(1)"	%M19.1	Bool	
"VP3(1)"	%M19.2	Bool	
"VP4(1)"	%M20.3	Bool	
"VP5(1)"	%M20.7	Bool	
"VP6(1)"	%M20.5	Bool	
"VP7(1)"	%M19.5	Bool	
"VP8(1)"	%M20.4	Bool	
"VP9(1)"	%M20.6	Bool	
"VP14(1)"	%M15.1	Bool	
"VP17(1)"	%M16.6	Bool	
"VP21(1)"	%M15.2	Bool	
"VP22(1)"	%M15.3	Bool	
"VP23(1)"	%M15.5	Bool	

Réseau 10 :

### Les blocs FB5 (vidange eau) et FB15 (préparation 2 soude)

Le bloc FB5 contient le programme qui permet la vidange à l'égout de l'eau après l'écoulement de la temporisation lavage eau. Le bloc FB15 contient le programme de préparation de la solution de soude à la température désirée (80°C)

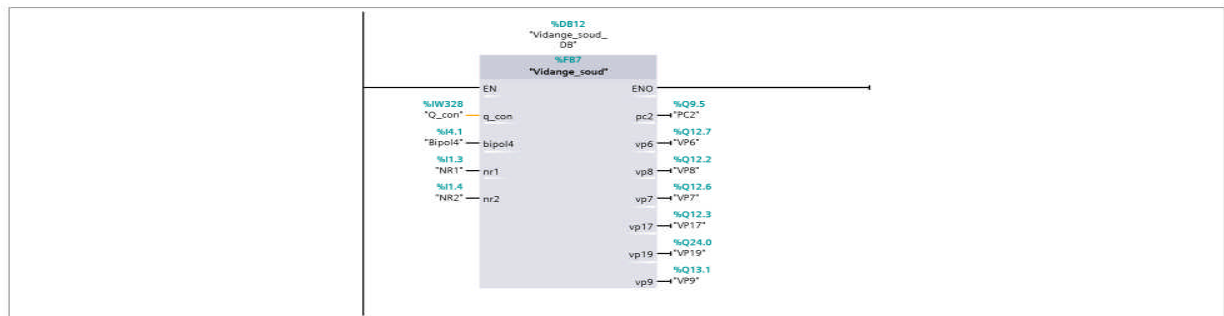
Totally Integrated Automation Portal			
Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"A_UR"	%I0.3	Bool	
"NR1"	%I1.3	Bool	
"NR2"	%I1.4	Bool	
"VFC_CIP"	%Q14.1	Bool	
"VFCE"	%Q8.6	Bool	
"VP7"	%Q12.6	Bool	
"VP8"	%Q12.2	Bool	
"VP9"	%Q13.1	Bool	
"VP17"	%Q12.3	Bool	
<b>Réseau 11 :</b>			
Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"A_UR"	%I0.3	Bool	
"Bipol5"	%I2.0	Bool	
"NB"	%I0.2	Bool	
"NH"	%I0.1	Bool	
"NR0"	%I0.4	Bool	
"NR3"	%I0.5	Bool	
"PC3"	%Q8.4	Bool	
"PC4"	%Q8.5	Bool	
"STg_s"	%IW326	Int	
"VP21"	%Q8.1	Bool	
"VP22"	%Q8.2	Bool	
"VP23"	%Q8.3	Bool	
<b>Réseau 12 :</b>			



**Le bloc FB7 (vidange soude) :**

Il contient le programme de vidange de la solution de soude après l'écoulement de la temporisation lavage soude, soit à l'égout ou dans une cuve de récupération selon sa concentration.

Totally Integrated Automation Portal			
Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"S_con"	%IW324	Int	
"S_niv"	%IW322	Int	
"STg"	%IW320	Int	
"VFCS"	%Q8.7	Bool	
"VM"	%QW336	Int	
"VP2"	%Q12.0	Bool	
"VP3"	%Q12.1	Bool	
"VP4"	%Q12.5	Bool	
"VP5"	%Q13.0	Bool	
"VP6"	%Q12.7	Bool	
"VP7"	%Q12.6	Bool	
"VP8"	%Q12.2	Bool	
"VP9"	%Q13.1	Bool	
"VP12"	%Q13.5	Bool	
"VP14"	%Q8.0	Bool	
"VP15"	%Q13.2	Bool	
"VP17"	%Q12.3	Bool	
"VP19"	%Q24.0	Bool	
"VP21"	%Q8.1	Bool	
"VP22"	%Q8.2	Bool	
"VP23"	%Q8.3	Bool	
"VPS"	%Q13.3	Bool	

**Réseau 13 :**

Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"Bipol4"	%I4.1	Bool	
"NR1"	%I1.3	Bool	
"NR2"	%I1.4	Bool	
"PC2"	%Q9.5	Bool	
"Q_con"	%IW328	Int	
"VP6"	%Q12.7	Bool	
"VP7"	%Q12.6	Bool	
"VP8"	%Q12.2	Bool	
"VP9"	%Q13.1	Bool	
"VP17"	%Q12.3	Bool	
"VP19"	%Q24.0	Bool	



Le contenu du bloc fonctionnel FB6 :

Totally Integrated Automation Portal					
--------------------------------------	--	--	--	--	--

projet\_LFB M&S / PLC\_1 [CPU 315-2 DP] / Blocs de programme

Préparation1\_S [FB6]

Préparation1_S Propriétés							
Général							
Nom	Préparation1_S	Numéro	6	Type	FB	Langage	CONT
Numérotation	Automatique						
Information							
Titre		Auteur	M&S	Commentaire		Famille	
Version	0.1	ID utilisateur					

Préparation1_S							
Nom	Type de données	Décalage	Valeur par déf.	Accessible depuis IHM	Visible dans IHM	Valeur de réglage	Commentaire
▼ Input							
S_niv	Int	0.0	0	True	True	False	
S_con	Int	2.0	0	True	True	False	
bipol2	Bool	4.0	false	True	True	False	
bipol3	Bool	4.1	false	True	True	False	
a_ur	Bool	4.2	false	True	True	False	
nh	Bool	4.3	false	True	True	False	
nr5	Bool	4.4	false	True	True	False	
▼ Output							
vp15	Bool	6.0	false	True	True	False	
vps	Bool	6.1	false	True	True	False	
mt2	Bool	6.2	false	True	True	False	
vp12	Bool	6.3	false	True	True	False	
pc5	Bool	6.4	false	True	True	False	
InOut							
Static							
Temp							
Constant							

Réseau 1 :

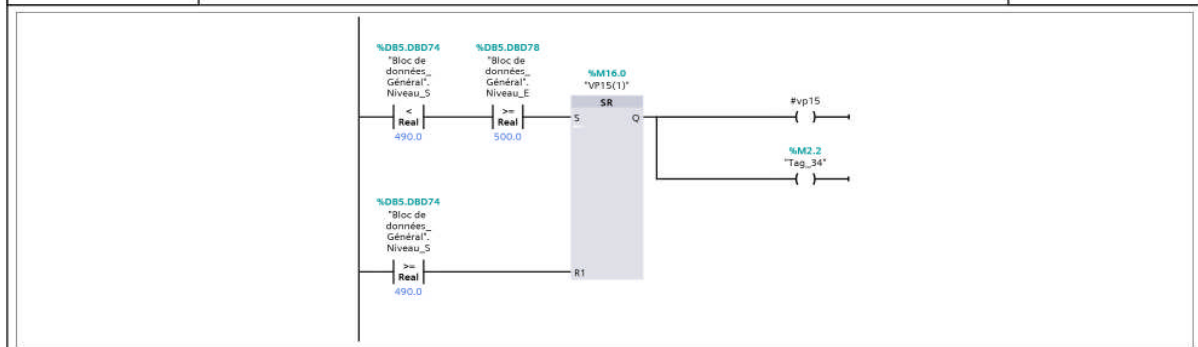
Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"Bloc de données_Général".Niveau_5	%DB5.DB74	Real	
"Tag_26"	%MW3	Word	
#bipol2		Bool	
#S_niv		Int	

Réseau 2 :

Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"Bloc de données_Général".Concentration_5	%DB5.DB82	Real	
"Tag_27"	%MW5	Word	
#bipol3		Bool	
#S_con		Int	

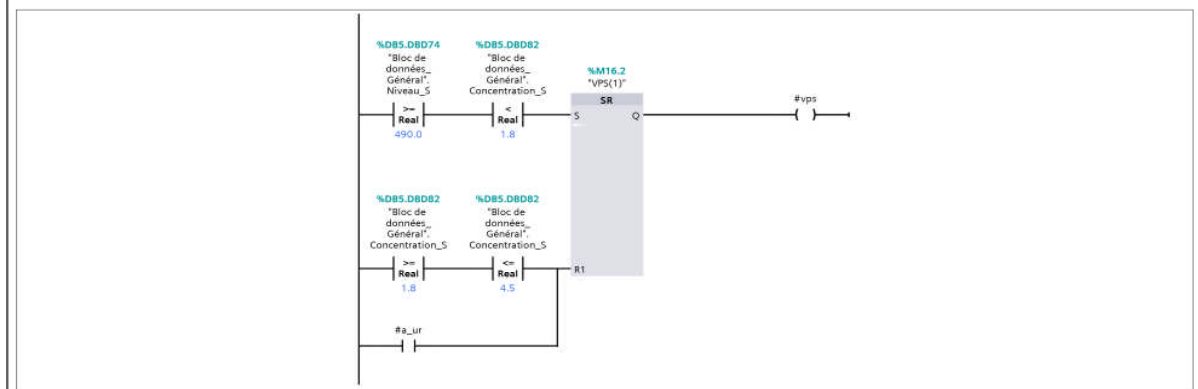
Réseau 3 :

Totally Integrated Automation Portal



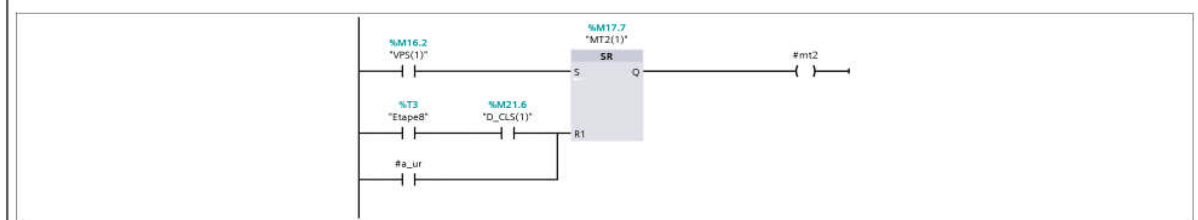
Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"Bloc de données_Général".Niveau_E	%DB5.DBD78	Real	
"Bloc de données_Général".Niveau_S	%DB5.DBD74	Real	
"Tag_34"	%M2.2	Bool	
"VP15(1)"	%M16.0	Bool	
#vp15		Bool	

Réseau 4 :



Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"Bloc de données_Général".Concentration_S	%DB5.DBD82	Real	
"Bloc de données_Général".Niveau_S	%DB5.DBD74	Real	
"VPS(1)"	%M16.2	Bool	
#a_ur		Bool	
#vps		Bool	

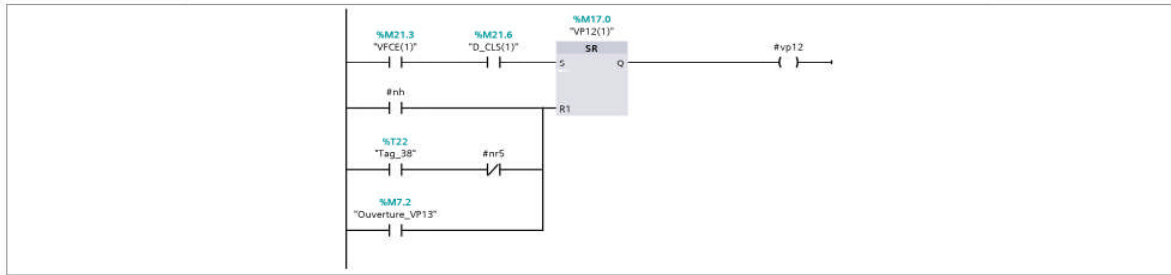
Réseau 5 :



Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"D_CLS(1)"	%M21.6	Bool	
"Etape8"	%T3	Timer	
"MT2(1)"	%M17.7	Bool	
"VPS(1)"	%M16.2	Bool	
#a_ur		Bool	
#mt2		Bool	

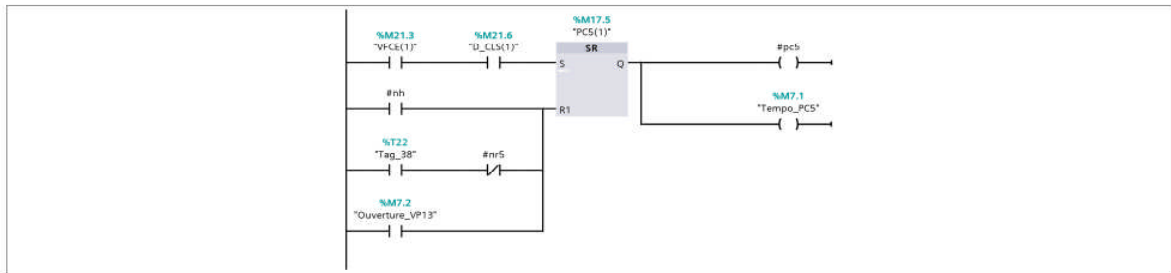
Réseau 6 :

Totally Integrated Automation Portal



Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"D_CLS(1)"	%M21.6	Bool	
"Ouverture_VP13"	%M7.2	Bool	
"Tag_38"	%T22	Timer	
"VFCE(1)"	%M21.3	Bool	
"VP12(1)"	%M17.0	Bool	
#nh		Bool	
#nr5		Bool	
#vp12		Bool	

Réseau 7 :



Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"D_CLS(1)"	%M21.6	Bool	
"Ouverture_VP13"	%M7.2	Bool	
"PCS(1)"	%M17.5	Bool	
"Tag_38"	%T22	Timer	
"Tempo_PCS"	%M7.1	Bool	
"VFCE(1)"	%M21.3	Bool	
#nh		Bool	
#nr5		Bool	
#pc5		Bool	

Réseau 8 :

mémento pour le démarrage de la tempo de PCS

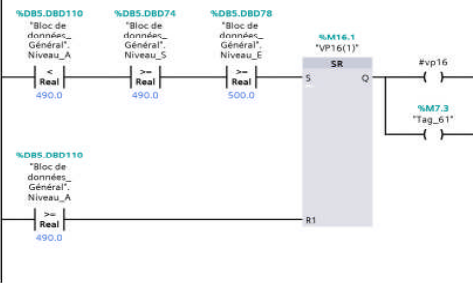


Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"Tag_38"	%T22	Timer	
"Tempo_PCS"	%M7.1	Bool	

Le contenu du bloc fonctionnel FB3 :

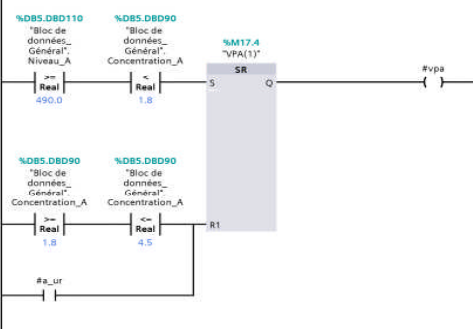
Totally Integrated Automation Portal			
<b>projet_LFB M&amp;S / PLC_1 [CPU 315-2 DP] / Blocs de programme</b>			
<b>Préparation1_A [FB3]</b>			
<b>Préparation1_A Propriétés</b>			
<b>Général</b>			
Nom	Préparation1_A	Numéro	3
Type	FB	Langage	CONT
Numérotation	Automatique		
<b>Information</b>			
Titre		Auteur	M&S
Version	0.1	ID utilisateur	
<b>Préparation1_A</b>			
Nom		Type de données	
Délai		Valeur par déf.	
Accessible depuis IHM		Visible dans IHM	
Valeur de réglage		Commentaire	
<b>Input</b>			
A_niv	Int	0.0	0
A_con	Int	2.0	0
bipol6	Bool	4.0	false
a_ur	Bool	4.1	false
bipol7	Bool	4.2	false
nh	Bool	4.3	false
nr5	Bool	4.4	false
<b>Output</b>			
vp16	Bool	6.0	false
vpa	Bool	6.1	false
mt1	Bool	6.2	false
pc5	Bool	6.3	false
InOut			
Static			
Temp			
Constant			
<b>Réseau 1 :</b>			
<b>Mnémonique</b>	<b>Adresse</b>	<b>Type</b>	<b>Commentaire</b>
"Bloc de données_Général".Niveau_A	%DB5.DBD110	Real	
"Tag_18"	%MW13	Word	
#A_niv		Int	
#bipol6		Bool	
<b>Réseau 2 :</b>			
<b>Mnémonique</b>	<b>Adresse</b>	<b>Type</b>	<b>Commentaire</b>
"Bloc de données_Général".Concentration_A	%DB5.DBD90	Real	
"Tag_31"	%MW15	Word	
#A_con		Int	
#bipol7		Bool	
<b>Réseau 3 :</b>			

Totally Integrated Automation Portal



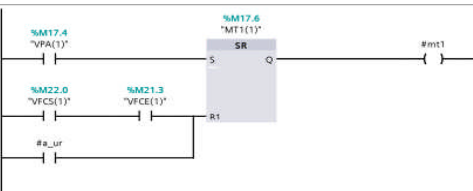
Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"Bloc de données_Général".Niveau_A	%DB5.DBD110	Real	
"Bloc de données_Général".Niveau_E	%DB5.DBD78	Real	
"Bloc de données_Général".Niveau_S	%DB5.DBD74	Real	
"Tag_61"	%M7.3	Bool	
"VP16(1)"	%M16.1	Bool	
#vp16		Bool	

Réseau 4 :



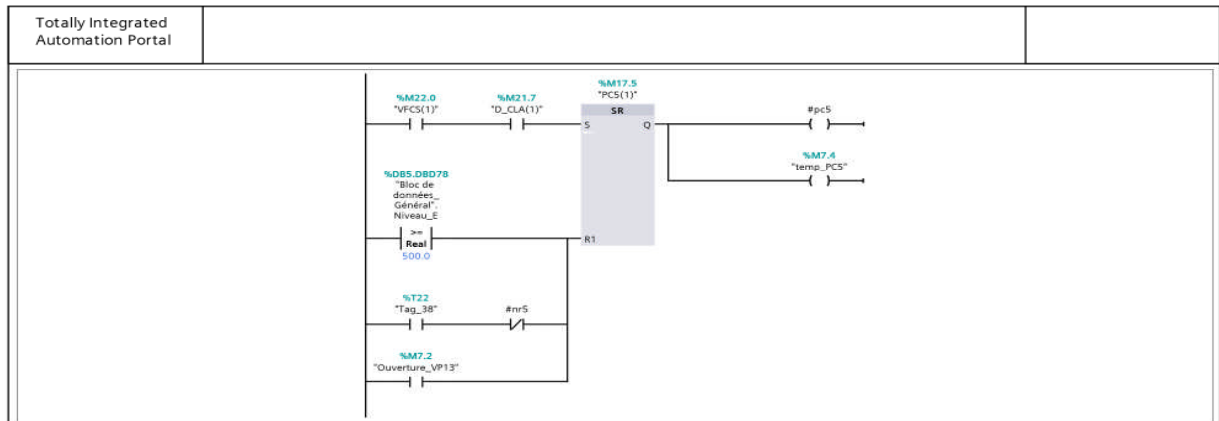
Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"Bloc de données_Général".Concentration_A	%DB5.DBD90	Real	
"Bloc de données_Général".Niveau_A	%DB5.DBD110	Real	
"VPA(1)"	%M17.4	Bool	
#a_ur		Bool	
#vpa		Bool	

Réseau 5 :



Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"MT1(1)"	%M17.6	Bool	
"VFCE(1)"	%M21.3	Bool	
"VFCS(1)"	%M22.0	Bool	
"VPA(1)"	%M17.4	Bool	
#a_ur		Bool	
#mt1		Bool	

Réseau 6 :



Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"Bloc de données_Général".Niveau_E	%DB5.DB078	Real	
"D_CLA(1)"	%M21.7	Bool	
"Ouverture_VP13"	%M7.2	Bool	
"PCS(1)"	%M17.5	Bool	
"Tag_38"	%T22	Timer	
"temp_PCS"	%M7.4	Bool	
"VFC5(1)"	%M22.0	Bool	
#nr5		Bool	
#pc5		Bool	

Réseau 7 :

mémento pour le démarrage de la tempo de PC5



Mnémonique	Adresse	Type	Commentaire
"Tag_38"	%T22	Timer	
"temp_PCS"	%M7.4	Bool	