

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou



Faculté De Génie Electrique Et D'informatique
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

Mémoire de Fin d'Etude de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et Technologies
Filière :Génie électrique

Spécialité : ELECTRONIQUE INDUSTRIELLE

Thème :
***Etude d'automatisation de la partie d'injection de
soude à la station de la laveuse bouteilles***

Présenté par : KOURICHE AGHILAS.

Promoteur : LAZRI.

Mémoire soutenu publiquement le 09 /07/ 2017 devant le jury composé de :

Mr OUALOUCHE.F

Mr ALOUACHE.Y

Année 2016/2017

Remerciements

Je remercie tout d'abord le dieu le tous puissant, pour la santé, la volonté et pour sa clémence qu'il ma donné afin d'achever ce travail et durant toutes ces longues années d'études.

Je m'exprime ma profonde gratitude à ce qui sans lui ce projet n'aurait pas lieu, mon promoteur Mr.LAZRI, ainsi qu'à l'ensemble du personnel de l'usine PEPSI-COLA de RUIBA, pour toute l'aide qu'ils ma apporté tout au long du projet.

Je souhaite aussi remercier tous les enseignants de la faculté de génie électrique et informatique, en particulier les enseignants de notre formation.

Je profite aussi l'occasion pour remercier mes camarades de la section, et toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet de fin d'études.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A **mon père**, et **ma mère** qui sont mes premiers encadreurs depuis ma naissance.

A mes frères **BOUSSAD**, **YACINE**, **OUIZA**, à qui je souhaite beaucoup de réussite et de bonheur dans leurs vies.

A mes amis et mes camarades de ma promotion.

@ghilas

SOMMAIRE

Introduction générale	1
Chapitre I : Fonctionnement de la laveuse	
I. Introduction.....	3
I.1 Description de la laveuse	3
I.2 Le principe de fonctionnement de la laveuse.....	4
I.3 Passage de l'eau	10
I.4 La Soude	10
I.5 Anti mousse	10
I.6 Processus actuel de la laveuse	11
I.7 Conclusion	12
Chapitre II : Instrumentation de la laveuse	
II. Introduction	13
II.1 Solution proposée	13
II.2 Présentation de l'instrumentation actuelle de la laveuse	14
II.3 Présentation de l'instrumentation de la solution proposée	19
II.4 Présentation de l'instrumentation en 3D	24
II.5 Conclusion	26

Chapitre III : Automatisation du système

III Historique	27
III.1 Définition d'un automate programmable	28
III.2 Architecture d'un automate programmable	28
III.3 Système de périphérie décentralisée	38
III.4 Réseau profibus	40
III.5 Matériels utilisé pour l'automatisation de la laveuse	40
III.6 Description de STEP7	41
III.7 Création d'un nouveau projet sous STEP7	42
III.8 Conclusion	

Table des Figures

I.1 La laveuse Bouteille KRONES LAVATEC KD	3
I.2 Les bains de la laveuse	4
I.3 Schéma synoptique du processus de lavage des bouteilles en verre	5
I.4 La table d'accumulation et chargement	5
I.5 Poste de chargement des bouteilles	6
I.6 L'arrosage intérieure	7
I.7 L'arrosage extérieure	7
I.8 Séparateur d'étiquettes et système de chauffage	8
I.9 Station de déchargement	9
II.1 Moteur-réducteurs d'entraînement de la chaîne	15
II.2 le système d'extraction vue extérieure	16
II.3 Débitmètre électromagnétique	17
II.4 circulation de liquide au niveau de la laveuse	18
II.5 Capteur de niveau magnétostrictif	20
II.6 conductimètre endress & hauser CLD18 et ces caractéristiques	21
II.7 Sonde Pt 100	21
II.8 Capteur de niveau lame vibrante FTL31 et ces caractéristiques	22
II.9 pompes doseuse GAMMA/X	23
II.10 détendeur de pression est ces caractéristiques	23
II.11 schéma de notre processus en 3D	25

III.1	La structure interne d'un automate programmable	28
III.2	Architecture réelle d'un API S7-300	29
III.3	Principe de fonctionnement de l'interface d'entrée	31
III.4	Principe de fonctionnement de l'interface d'entrée	32
III.5	fonctionnement des interfaces de sorties	33
III.6	schéma de principe d'une alimentation d'un API	34
III.7	Symboles des composants d'un langage ladder	35
III.8	ET 200 M configurée avec 4 modules	38
III.9	représentation de la station décentralisée ET 200 L	49
III.10	La CPU 315-2DP	41
III.11	Création d'un nouveau projet	42
III.12	les d'efférentes parties lors de création d'un projet	42
III.13	Configuration matérielle	43
III.14	organigramme de fonctionnement	45
III.15	Organigramme anti mousse des deux bains	46
III.16	Organigramme de dosage des deux bains	47
III.17	Organigramme de chauffage des deux bains	48
III.18	Organigramme de dosage des deux bains	49
III.19	Tables des mnémoniques	50
III.20	Structure de programme	51
III.21	Test des conditions initiales	53
III.22	Signalisation des alarmes	54
III.23	Fonction SCALE FC 105	54
III.24	Test de remplissage des bains	55
III.25	Test de température	55

Symboles et abréviation

ADU	<i>Analogue digital unit</i>
AG	<i>Groupe allemand</i>
AI	<i>Entrée analogique</i>
AO	<i>Sortie analogique</i>
CAN	<i>Convertisseur analogique/ numérique</i>
DB	<i>bloc de donnée globaux</i>
DI	<i>Entrée TOR</i>
DO	<i>Sortie TOR</i>
FC	<i>Fonction</i>
HMI	<i>Human Machine interface</i>
LOG	<i>Le langage a base de logigramme</i>
LIST	<i>Le langage de liste d'instruction</i>
MPI	<i>Multi point interface</i>
OB	<i>Bloc d'organisation</i>
PCMIA	<i>Personnal computer Memory Card International Association</i>
PLC	<i>Programme logic contrôle</i>
PROFIBUS	<i>Process Field Only Memory</i>
PS	<i>Gamme des alimentations stabilisées siemens</i>

<i>PG</i>	<i>La consol de programmation sur le terrain</i>
<i>RAM</i>	<i>Randon Acces Memory</i>
<i>ROM</i>	<i>read Only memory</i>
<i>SIMATIC</i>	<i>Siemens automatic</i>
<i>S7</i>	<i>Step 7</i>
<i>SM</i>	<i>Gamme des modules d'entrée/sortie des automates de Siemens</i>
<i>TOR</i>	<i>Tous Ou Rien</i>
<i>API</i>	<i>Automate programmable industriel</i>
<i>AS</i>	<i>Automation system (système automatisé)</i>
<i>CPU</i>	<i>Central Processing Unit</i>
<i>CONT</i>	<i>Le langage à base de schéma de contacts</i>

La compétitivité dans le secteur industriel devient plus vive du fait de la mondialisation et la globalisation des marchés. L'entreprise est désormais plongée dans un milieu fortement concurrentiel dans lequel la seule arme qu'elle possède est sa capacité à réagir efficacement et surtout rapidement à une demande de plus en plus exponentielle.

Afin de pouvoir répondre à cette contrainte de rapidité, l'entreprise industrielle est appelée à raccourcir les délais de l'ensemble des étapes de sa chaîne de production. La robotisation et plus explicitement l'automatisation sont devenues aujourd'hui les parfaites solutions pour remédier à ces contraintes.

L'automatisme est une discipline importante et nécessaire dans tous les secteurs industriels. Elle facilite la tâche des opérateurs intervenants dans toute installation industrielle. Elle permet de développer des systèmes automatisés qui assurent des tâches pénibles, répétitives et dans des milieux hostiles pour l'homme. L'automatisation de toute unité de production augmente la productivité et améliore la qualité du produit. Les automates programmables industriels représentent l'élément important de la chaîne automatisée, car ils gèrent des bonnes performances, meilleure flexibilité et facilite la maintenance. Une automatisation performante assure en plus d'un fonctionnement fiable de l'installation industrielle, la détection de toute anomalie éventuelle. La diversité des processus industriels nécessite des connaissances sur l'aspect processus et les différentes technologies du domaine de l'automatisme. C'est la raison qui nous a menés à porter notre réflexion lors de notre stage au sein de l'entreprise Pepsi de Rouïba sur l'automatisation de la partie de la laveuse bouteilles en verre KRONES KD.

L'objectif de ce projet est l'élaboration d'une solution à base d'API afin de minimiser les temps d'arrêt de la machine et les interventions de l'opérateur et du laboratoire, améliorer les conditions de travail du personnel et minimiser les risques sur l'être humain. Ceci en ayant une concentration de soude stable durant la production sans intervention humaine.

A cet effet, l'entreprise nous a remis un cahier des charges spécifique dont il fallait respecter les exigences, afin de valider notre travail.

Notre mémoire est organisé comme suit :

- Le premier chapitre donne une vue générale sur le fonctionnement de la laveuse. Dans ce chapitre nous allons présenter l'étude détaillée de fonctionnement générale de la laveuse de bouteilles en verre KRONES KD.
- Le deuxième chapitre : nous allons étudier l'instrumentation de la machine, donner la solution proposée pour l'automatisation d'injection soude au niveau des deux bains de lavage, ainsi que l'instrumentation proposée pour remédier a cette problématique.
- Le troisième chapitre : nous allons étudier l'automate programmables, donner les généralités sur ce dernier, ainsi que l'automatisation de système avec la nouvelle solution proposée.

1. Introduction :

Pour le secteur des boissons, il est essentiel que les produits finis soient contenus dans des conditionnements adaptés, tout en proposant une qualité et un gout constants, une conservation satisfaisante et un aspect attractif. Dans ce chapitre nous allons donner la description et le fonctionnement détaillé de la laveuse de bouteilles en verre qui de l'usine **Pepsi de Rouïba**

1.1 Description de la laveuse

La laveuse bouteilles KRONNES type LAVETEC KD « KRONNES à Double extrémités » (**Figure 1.1**) est conçue pour le nettoyage de tous types de bouteilles en verre réutilisables, employées pour le conditionnement des boissons, ces dernières doivent être parfaitement nettoyées et proposer un aspect irréprochable.



Figure 1.1 : La laveuse Bouteille KRONES LAVATEC KD

La laveuse bouteille KRONES fonctionne selon le cercle de SINNER, qui énonce qu'un nettoyage réussi provient de l'action de quatre sources d'énergie : électrique, mécanique, calorifique et chimique.

Les bouteilles sont transportées par une chaîne d'alvéoles, cette dernière les prend, de la zone de chargement jusqu'à la zone de déchargement, en passant les différentes étapes de lavage « **Figure 1.3** ».

La laveuse comporte plusieurs bains de trempage de bouteilles « un bain de pré lavage, deux bains de soude, un bain de rinçage et le rinçage final ». Et en cours de leurs passages entre les différents bains de trempage, les bouteilles sont arrosées pour garantir un lavage efficace. « **Voir la figure 1.2** » [1].

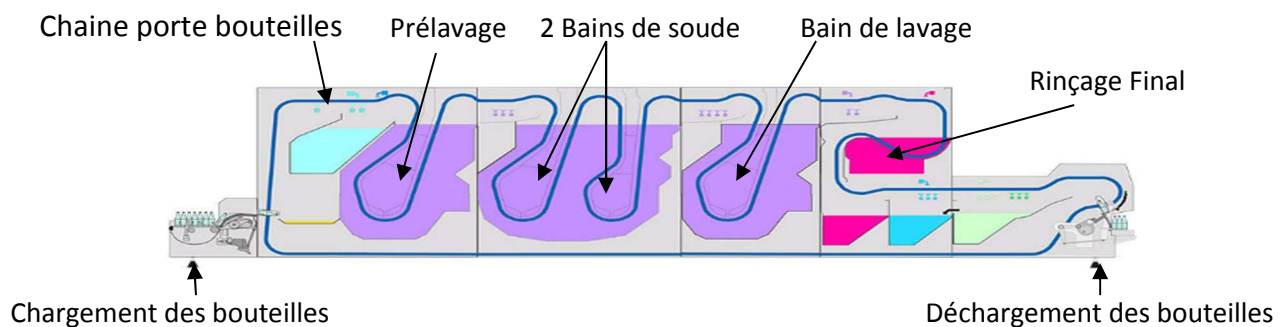


Figure 1.2 : Les bains de la laveuse

1.2 Principe de fonctionnement de la laveuse KRONES

Les bouteilles consignées sont récupérées dans un état tel qu'un lavage intense est nécessaire. Il faut éliminer les résidus de natures diverses (organique et minérale) : les colles, les étiquettes, les restes du contenu, les contaminations externes, les poussières...etc. En plus, il faut également désinfecter totalement les bouteilles avant soutirage.

Afin de garantir le meilleur lavage, les bouteilles passent par plusieurs étapes : le pré rinçage, le lavage dans le 1ere bain de soude, le 2eme bain de soude, le rinçage et enfin le rinçage final.

On se basant sur le principe de fonctionnement de la laveuse KRONES, on peut distinguer plusieurs zones (**Figure 1.3**) [1].

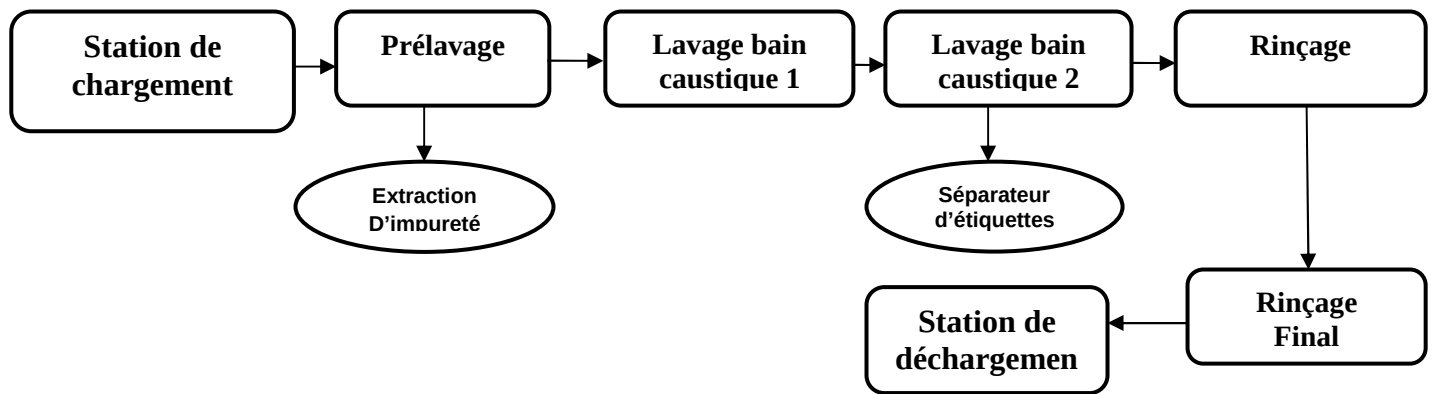


Figure I.3 : Schéma synoptique du processus de lavage des bouteilles en verre

I.2.1 la station d'accumulation et de chargement

Les bouteilles alimentées par le transporteur sont réparties en voies sur la station d'accumulateur et de chargement. L'entraînement de la table fonctionne au pas de la machine, il s'arrête avant qu'une rangée de bouteilles soit soulevées de 150 mm.

Les cloisons séparateurs des voies guident les bouteilles jusqu'à la zone d'introduction « **Figure 1.4** ». Les bouteilles alimentées par la station d'alimentation et chargement sont décompactées par les dispositifs séparateurs mus par l'arbre excentrique, afin qu'elles puissent entrer sans problème dans la voie. Les bouteilles tombées ne peuvent pas être poussées vers le chargement, le système bloque la machine car il y a une augmentation d'effort « **Voir Figure 1.5** ».

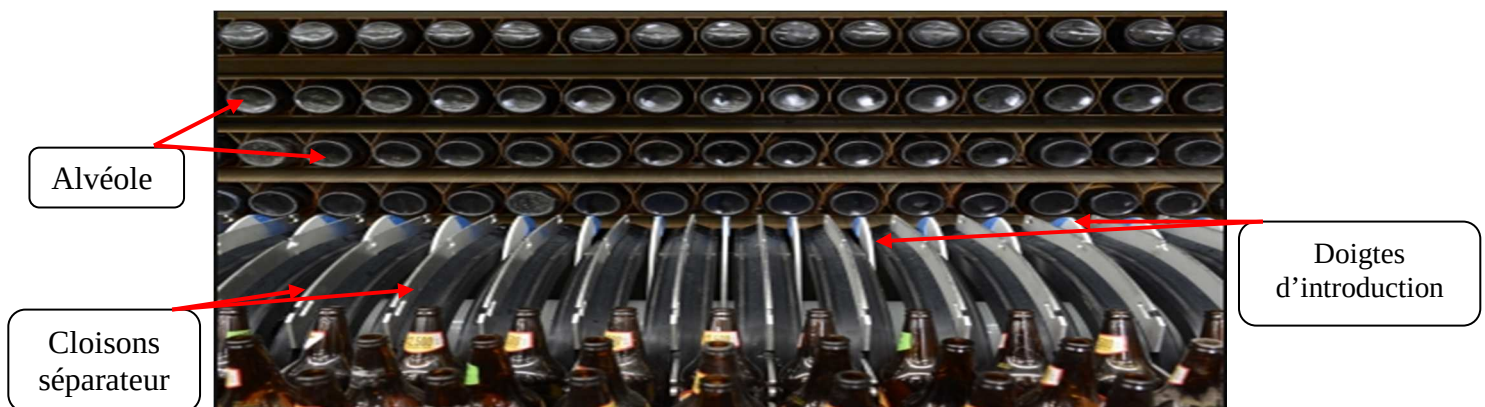


Figure1.4 : La table d'accumulation et chargement

Le doigt d'introduction de rouleau porte spirale passe sous le fond de la bouteille et pousse dans le panier la bouteille couchée sur les profilés de glissement jusqu'à ce que la bouteille soit introduite dans l'alvéole (**Figure 1.4**) [1].

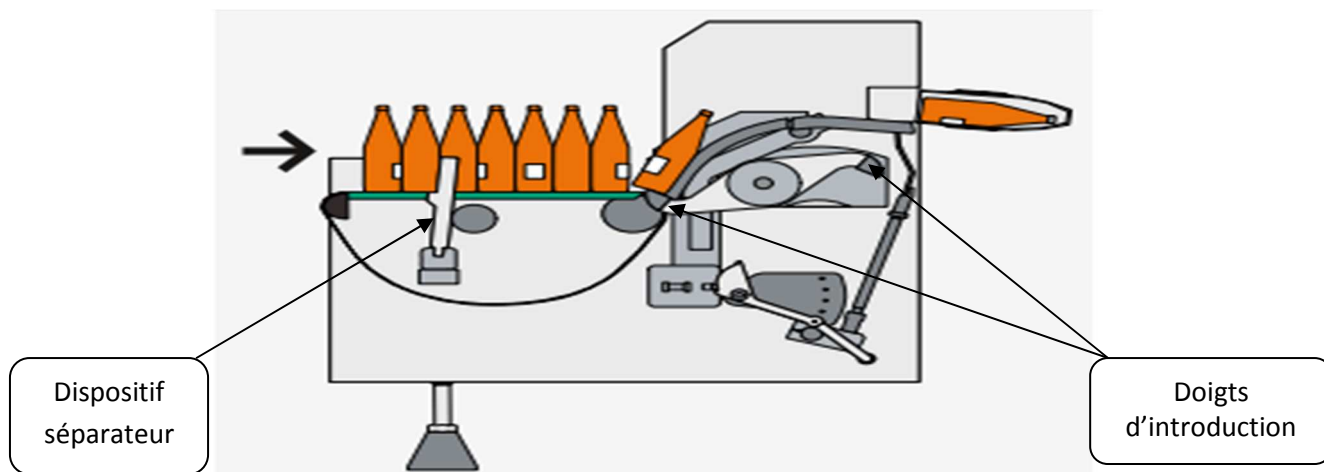


Figure 1.5 : Poste de chargement des bouteilles

I.2.2 Pré trempage :

Les bouteilles sont arrosées par l'eau qui provient du bain de rinçage, cette eau peu chaude et contient une quantité de soude. L'arrosage se fait de l'intérieure comme de l'extérieure cela est assuré par des buses de pulvérisation supérieure à la chaîne d'entraînement des bouteilles.

Le pré trempage a une double mission, le pré-nettoyage et le préchauffage des bouteilles « pour éviter tout choc thermique lors du lavage ». Il s'effectue par circulation d'eau chaude (40° à 50° C). Seules les plus grosses impuretés (résidus d'étiquettes, cartons d'emballage, moisissures facilement détachables, etc..) sont éliminées à ce stade.

I.2.2.1 Arrosage des bouteilles :

L'arrosage des bouteilles se fait de l'intérieure comme de l'extérieure, les bouteilles se présentent à l'envers avec le fond dirigé vers le haut.

- **Injection intérieure :**

Le système d'arrosage est équipé de tubes d'injection autonettoyants. Ils sont intégrés dans le carter de la machine raccordée de façon fixe avec le système de canalisation. Chaque tube d'injection est composé d'un tube carré conducteur de liquide, et d'un embout de tube d'injection comportant l'arbre à buses rotatif dans son palier.

Comme l'arbre à buses tourne, la direction de jet de liquide passant dans les alésages des buses change sans arrêt, de cette manière les impuretés ne peuvent pas se fixer dans les alésages (**Figure : 1.6**).

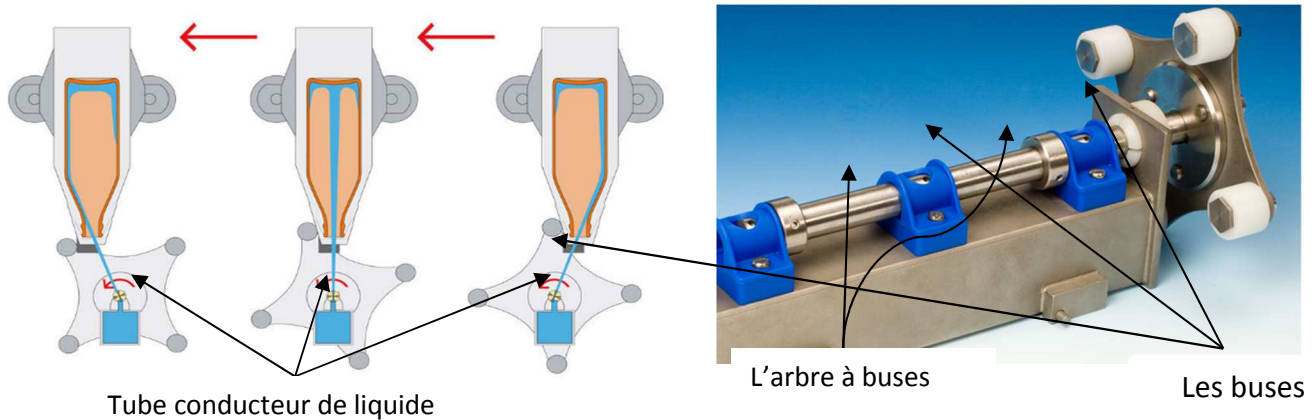


Figure : 1.6 L'arrosage intérieure

- **Injection extérieure :**

L'arrosage des bouteilles de l'extérieur est réalisé par des tubes d'injection carrés à buses trouées. Les tubes ne requièrent aucun entraînement (**Voir Figure 1.7**) [1].

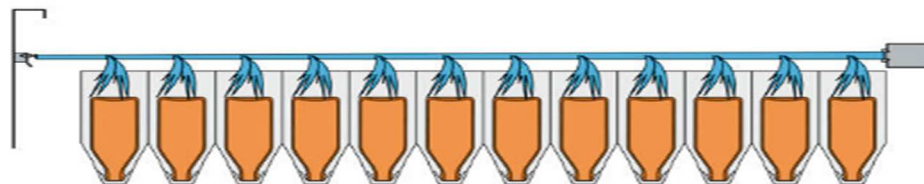


Figure 1.7 : L'arrosage extérieure

I.2.3 Lavage :

A cette étape les bouteilles subissent plusieurs trempages dans des bains chauffés entre 65° C et 72° C, avec de la soude caustique qui utilisée comme détergent et désinfectant (de 1 à 2%). On ajoute en outre aux bains des additifs (de 0.1 à 0.25%) qui visent à augmenter propriétés détergentes. Ces additifs contiennent également des séquestrants empêchent le dépôt des sels de calcium et de magnésium. On ajoute aussi un anti-mousse qui élimine la formation de la mousse (à 10% de l'additif de solution caustique). Il faut noter que chaque bain de soude a une capacité de 56m³. Chaque bain est équipé d'un extracteur d'étiquettes et un échangeur de chaleur pour vider les bains des impuretés et maintenir la température des bains [1].

I.2.3.1 Extraction d'étiquettes et le chauffage des bains :

Dans chaque bain, les étiquettes sont enlevées des bouteilles et aspirées à travers des fentes d'aspiration, dont une pompe de circulation fournit dans les fentes d'aspiration la différence de pression nécessaire (**figure 1.8**). Les étiquettes détachées traversent le flux pour arriver à la bande-tamis du séparateur d'étiquettes à travers des filtres, des brosses tournant rapidement retirent les étiquettes adhérant à la bande tamis qu'elles puissent tomber dans un réservoir collecteur.

Après la séparation d'étiquettes, l'eau nettoyée dans le bain de soude caustique par deux passages différents, une partie de l'eau passe directement par le fond du bain et une autre partie passe par un échangeur de chaleur en serpentin chauffé par la vapeur, ce dernier est pulvériser à la sortie de chaque bain, ce passage assure le maintien de la température des bains [1].

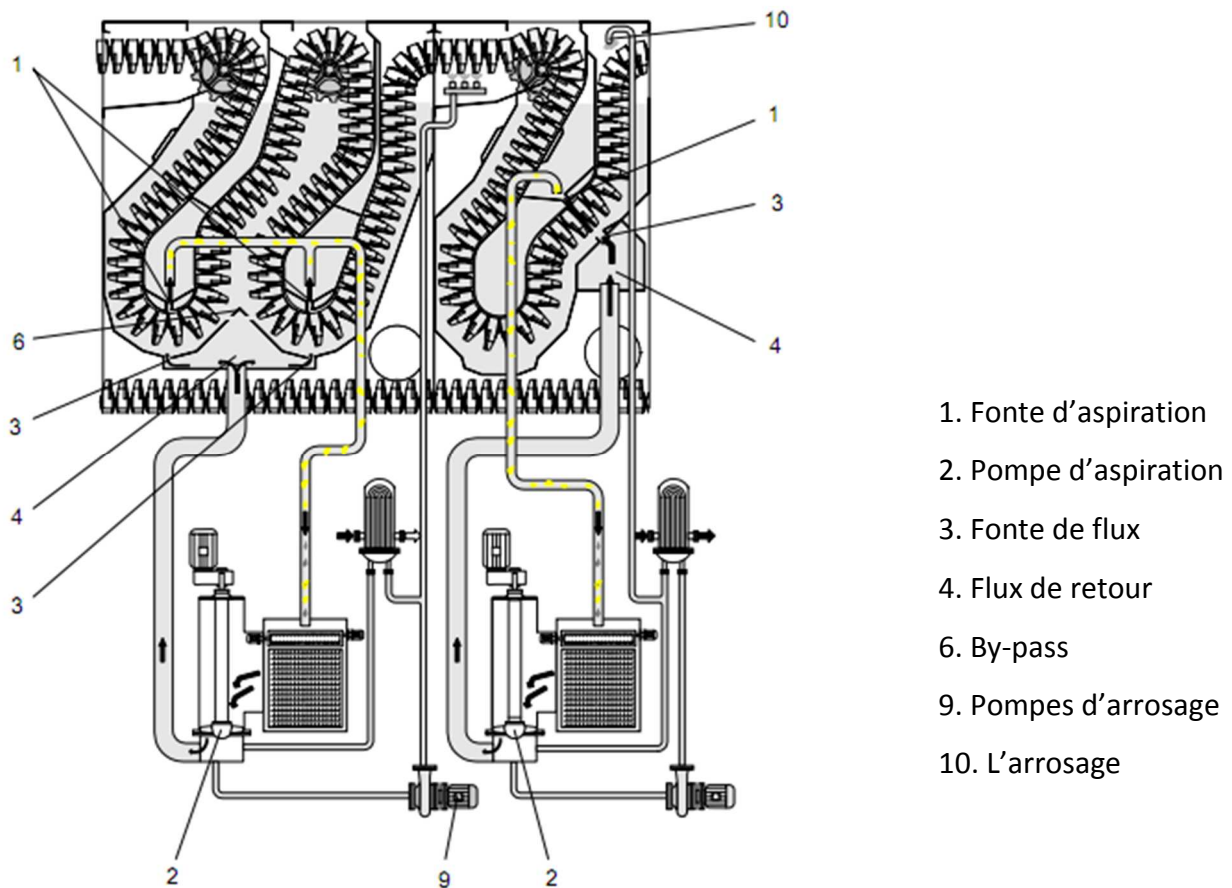


Figure 1.8 : Séparateur d'étiquettes et système de chauffage

I.2.4 Le rinçage :

Il s'agit maintenant des différents rinçages pour éliminer toute trace d'agent nettoyant (Soude et autres) qui peuvent influencer sur la qualité de la boisson. Le processus de rinçage se fait par un trempage exactement de la même manière que le pré trempage.

Le rinçage se fait en deux parties : le premier rinçage qui se fait par de l'eau à différentes températures et différents additifs et de rinçage final par de l'eau fraîche qui provient directement de la station de l'eau [1].

I2.4.1 Le premier rinçage :

Après avoir été trempées dans les deux bains de soude, les bouteilles passent par deux types d'arrosages : le premier arrosage est assuré par deux buses supérieures et trois buses inférieures qui pulvérisent l'eau chaude contenant de la soude « post-solution caustique ». Le deuxième arrosage se fait par deux buses supérieures et deux buses inférieures qui pulvérisent l'eau chaude 1, ensuite les bouteilles sont trempées dans un bain contenant de l'eau récupéré à partir du rinçage final et celui récupéré des buses.

I.2.4.2 Le rinçage final :

Enfin les bouteilles sont pulvérisées par l'eau industriel provenant directement de la station de traitement des eaux, cela se fait par des buses supérieures et six buses inférieures. Ils ont le même fonctionnement cité dans le pré trempage [1].

I.2.5 Station de déchargement :

Les doigts saisissent la bouteille par le fond, la soulève légèrement et la conduisent le long des profilés de glissement, le mouvement de déchargement se déroule sur une voie en forme de huit, ce déroulement spécial permet à la machine de recevoir de la glissière des bouteilles des différents diamètres sans qu'elles ne tombent (**figure I.9**) .

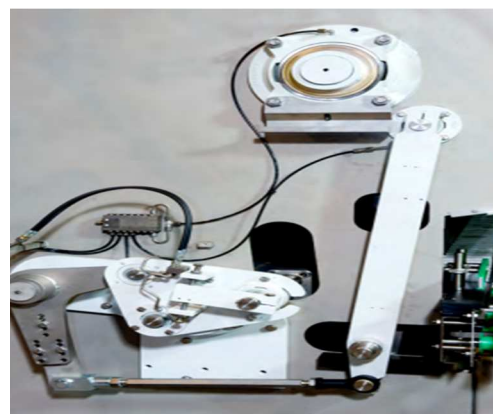
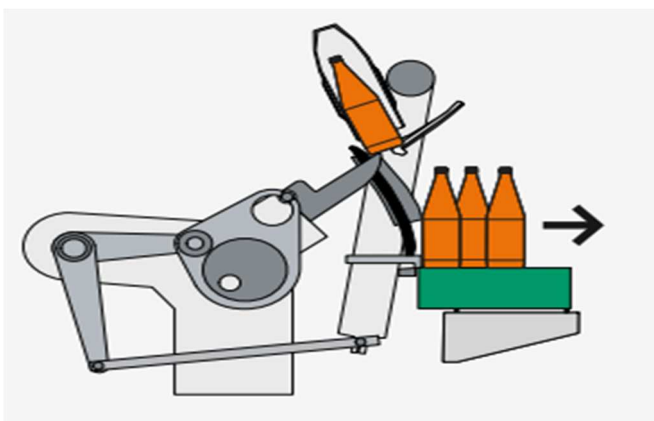


Figure 1.9 : Station de déchargement

Si l'avance des bouteilles sur le transporteur de déchargement est empêchée par des bouteilles coincées ou pour une autre raison, le détecteur de proximité arrête la machine dès que la pression de retenue réglée est dépassée [1].

I.3 Passage de l'eau

L'eau fraîche est alimentée de telle sorte qu'elle s'écoule en cascade à travers la machine dans le sens opposé au transport des bouteilles. Ainsi les contenus des baignoires sont renouvelés en permanence, l'alcalinité est réduite continuellement et l'échelonnement de la température des zones de refroidissement est optimal.

I.3.1 Elimination de l'alcalinité :

Les bouteilles qui ont traversées auparavant les baignoires de solution caustique sont arrosées de la post solution caustique et l'eau chaude 1. L'alcalinité dans la zone d'eau argumente ainsi en permanence.

La propagation de la solution caustique influence la valeur PH et l'effet de rinçage ce qui influence l'acidité de la boisson, donc si la valeur de $PH > 8$ le laboratoire exige l'arrêt de la machine.

Pour y remédier Pepsi-Cola exige d'injecter le Divo LE directement dans l'eau de pré rinçage final avant la phase d'aspiration de la pompe de circulation.

I.3.1.1 Divo LE

Le Divo LE est additif liquide hautement concentré, qui améliore l'efficacité du rinçage des bouteilles élimine les traces de souillures, de détergent et autres composées résiduelles [1].

I.4 La Soude

L'hydroxyde de sodium « NaOH » est l'une des substances chimique les plus utilisées en laboratoire et en milieu industriel, c'est une base forte, car elle se dissocie totalement au milieu aqueux, libérant ainsi l'ion OH^- elle possède plusieurs dénominations tel que : Hydroxyde de sodium, Soude caustique, Lessive de soude (en sodium) [1].

La soude est utilisée pour le lavage des bouteilles en verre, est la soude caustique perlée présentée en sachets de 25Kg, utilisée dans des baignoires de lavage de 1 % à 2 %.

I.5 Anti mousse

La température élevée des bains et l'augmentation du degré d'impuretés de la solution caustique, engendrent la formation de mousse au niveau des deux bains, pour remédier à ce problème le laboratoire qualité exige l'utilisation de l'anti mousse à 10% [1].

I.6 Processus actuel de la laveuse :

Actuellement le versement de la soude caustique perlée se fait manuellement par l'opérateur machine, ce qui présente un danger pour ce dernier car la réaction chimique de la soude caustique perlée est instantanée lors du contact avec l'eau ou de l'humidité.

Avant le démarrage de la machine, l'opérateur verse la quantité fixée par le laboratoire dans chaque bain. Après cela, un opérateur laboratoire prend un échantillon dans chaque bain pour contrôler la concentration, si cette dernière est en dehors de la marge de tolérance, il ordonne l'ajout de l'eau ou de la soude caustique. Et il contrôle la deuxième fois jusqu'à l'obtention de la concentration adéquate dans chaque bain.

La concentration dans le premier bain diminue par le fait des impuretés ; étant donné que le premier bain est plus concentré que le deuxième et que les bouteilles sont trempées en premier lieu dans le bain 1, les bouteilles prennent une quantité de solution du bain 1 et la verse dans le bain 2, ce qui fait augmenter sa concentration.

La concentration est surveillée régulièrement par le laboratoire et exige les interventions pour rectifier la concentration à chaque diminution ou augmentation de cette dernière, ce qui engendre des arrêts successifs de la machine.

I.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons donné la description de la laveuse de bouteille en verre KRONES LAVETC KD que dispose l'usine Pepsi de Rouïba. Nous avons ainsi expliqué le principe de fonctionnement détaillé des différentes parties de cette dernière, et donné quelques détails important pour son bon fonctionnement. Dans le prochain chapitre nous allons détailler l'instrumentation de la machine et donner une solution pour la problématique posée précédemment, et l'instrumentation adéquate qui va avec cette solution.

II. Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter la solution pour automatiser l'injection de soude au niveau des deux bains de lavage, les différents types d'instrumentation inclus dans la laveuse de bouteilles LAVETEC KRONES KD, ainsi que la solution proposée pour résoudre la problématique.

II.1 Solution proposée

Pour avoir une concentration stable et améliorer le rendement de la machine et de la production en général. Cela se fait grâce à une solution complète qui regroupe tous les éléments nécessaires pour réaliser les tâches d'une manière fiable et optimale.

Le système d'injection soude et de la stabilisation de la concentration se base sur le principe suivant :

a) Lors de remplissage initial

Le remplissage de l'eau traitée jusqu'à obtenir le niveau adéquat, la concentration dans cette étape égale à zéro, le système injecte la quantité de soude liquide calculée par le programme pour avoir la concentration fixée par le laboratoire pour chaque bain, le système démarre si seulement la température est supérieure ou égale à 40 °C.

b) En cours de fonctionnement

Si la concentration est hors de la marge de tolérance de laboratoire (augmente ou diminue), le programme calcule la quantité de soude caustique ou de l'eau pour y être ajoutée afin d'avoir un lavage efficace [1].

Pour cela, nous proposons d'installer un réservoir de 1 m^3 contenant de la soude caustique liquide à 30 % et un réservoir contenant le liquide de l'anti mousse de 100 litres, étant donné que la marge de la concentration de la solution caustique ainsi que l'anti mousse sont fixés par le laboratoire de qualité et cités dans le chapitre précédant **I.3.3**. En prenant compte que les deux bains de la solution caustique sont des bains 56 000 litres, nous proposons d'installer un conductimètre dans chaque bain pour contrôler la concentration de la soude caustique. Le remplissage ou la rectification de cette concentration est calculée par le programme.

Nous proposons aussi l'installation d'un capteur de niveau dans chaque bain pour avoir la mesure de niveau en permanence. Nous proposons d'installer des pompes doseuses qui servent à injecter de façon précise et répétable la quantité de soude et anti mousse à ajouter. Pour éviter la marche à vide des pompes, on propose d'installer un capteur de niveau à lame vibrante (TOR) pour indiquer le niveau très bas des bains. Des électrovannes pour la circulation des liquides, et des capteurs de températures PT100 dans chaque bain pour mesurer la température.

II.2 Présentation de l'instrumentation actuelle de la laveuse

II.2.1 Actionneurs

La laveuse bouteilles en verre KRONES possède plusieurs types d'actionneurs. Dans cette partie nous allons présenter les actionneurs essentiels comme :

-  Moteurs
-  Vannes
-  Pompes

II.2.1.1 Moteurs

La laveuse bouteilles KRONES possède plusieurs moteurs, dans cette étude nous allons les présenter selon leurs fonctions dans cette dernière, « entrainement chaine, table d'accumulation, vannes...etc. »

- **L'entrainement de la chaine porte alvéoles**

La chaine porte alvéoles est entraînée par neuf moteurs asynchrone triphasé placés dans les différents coins de la machine. Les entrainements synchrones tournent en synchronisation avec le réducteur de fréquence qui tourne entre la vitesse zéro et une vitesse nominale « rapport de transmission inférieur à 1 », chacun de ces moteurs et aussi équipé d'un encodeur pour calculer et contrôler la vitesse de chaque moteur [1].

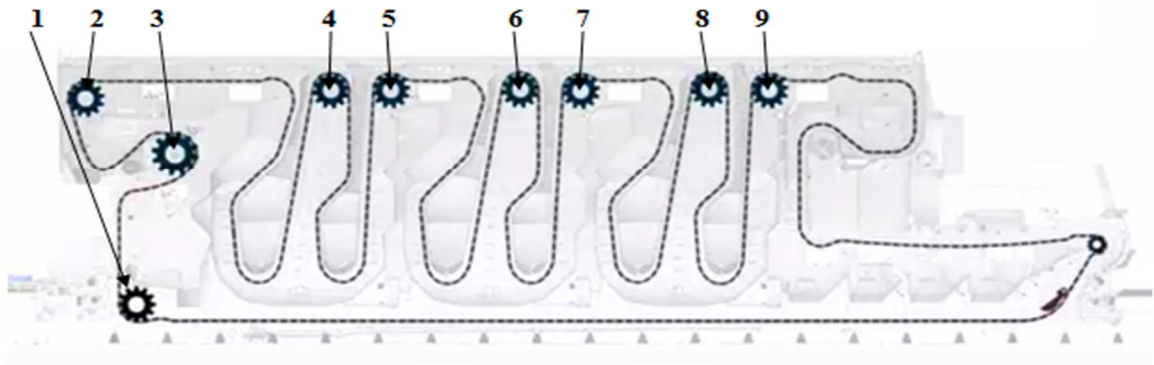


Figure II.1 : Moteur-réducteurs d'entraînement de la chaîne

- **Moteur des tables d'accumulation**

Chaque table d'accumulation « chargement et déchargement » est équipée de trois moteurs asynchrone triphasés, l'entraînement de l'arbre excentrique de chargement et de déchargement, et l'entraînement du transport d'entrée et de sortie. Ces moteurs sont équipés de variateurs de vitesse qui permettent le réglage en continu de la vitesse de rotation des moteurs à courant alternatif.

Les variateurs de vitesse utilisés sont de la marque Danfoss Série VLT 5003 et VLT 5004.

- **Autres moteurs**

La laveuse de bouteilles en verre possède plusieurs moteurs de tâches différentes.

Les pompes de circulation et d'injection des différents types d'eau sont équipées de moteurs différents selon la quantité d'eau à déplacer.

Les extracteurs des « étiquettes ou verres » possède une variété de moteurs « triphasé, monophasé » on cite par exemple un moteur pour chaque bande de trémies, un moteur pour chaque brosse extractrice d'étiquettes ...etc [1].

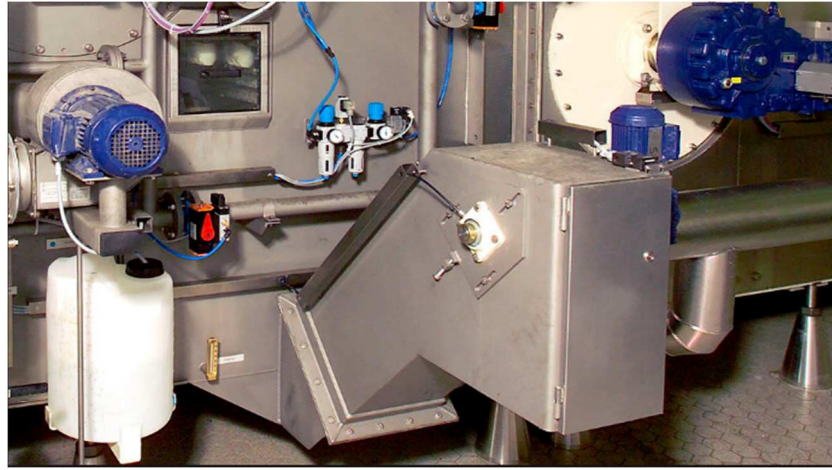


Figure II.2 : le système d'extraction vue extérieure

II.2.1.2 Vannes

L'accès des eaux dans les différents bains de la laveuse et commandé par différentes vannes selon sont utilisation.

Vanne modulante

Le chauffage des deux bains se fait par la vapeur qui vienne à partir des chaudières, pour commander la vapeur qui pénètre dans le système de chauffage on utilise des vannes modulantes.

Les vannes utilisées sont de la marque SAMSON.

Vannes manuelles

La présence des vannes manuelles dans cette machine et considérablement plus élevée que les vannes modulantes, elles sont placées dans toutes les conduites de différentes type d'eau.

II.2.1.3 Echangeur de chaleur

Pour maintenir la température des bains dans la marge de tolérance. Des échangeurs de chaleur à vapeur sont installés au niveau des deux bains. Les serpentins de ce dernier offrent plus de surface de contact avec la vapeur prévenante des chaudières pour chauffage effaçasse pour la solution caustique. Pour mesure de sécurité les conduites sont équipées de purgeurs en cas de pression ou une température trop élevée [1].

II.2.2 Capteurs

II.2.2.1 indicateur de niveau solution caustique

Les niveaux de remplissage sont indiqués par des rouleaux magnétiques. Dans la canalisation montante de l'indicateur de niveau se trouve un flotteur magnétique. Lorsque le niveau dans le bain monte, le flotteur monte également. Les rouleaux magnétiques disposés sur la canalisation montante tournent vers le flotteur et modifient ainsi leurs couleurs. Le niveau de remplissage des baignoires est ainsi visible.

II.2.2.2 Manomètre de pression

Pour le contrôle de pression on utilise des manomètres, ils sont installés dans les différentes conduites d'eau, de vapeur et après chaque pompe d'injection de solution.

II.2.3 débitmètre :

Pour le contrôle de la quantité de solution caustique et de l'anti mousse, on utilise un débitmètre volumétrique.

Lors des essais au niveau de la siroperie de Pepsi cola, le débitmètre le plus robuste pour l'installation et qui offre une marge variable avec une précision d'un litre (1 L) seulement c'est un débitmètre électromagnétique d'Endress & Hauser.

Le débitmètre choisi est le débitmètre 40mm, qui donne deux impulsions par secondes [2]

Caractéristiques technique :

- + Température : 50 +150°C .
- + Pression processeurs : -1...64 bars.
- + Sortie signal : Sortie relais, transistor.
- + interrupteur sans contacte.



Figure II.3 : Débitmètre électromagnétique

II.2.3 Circulation de liquide

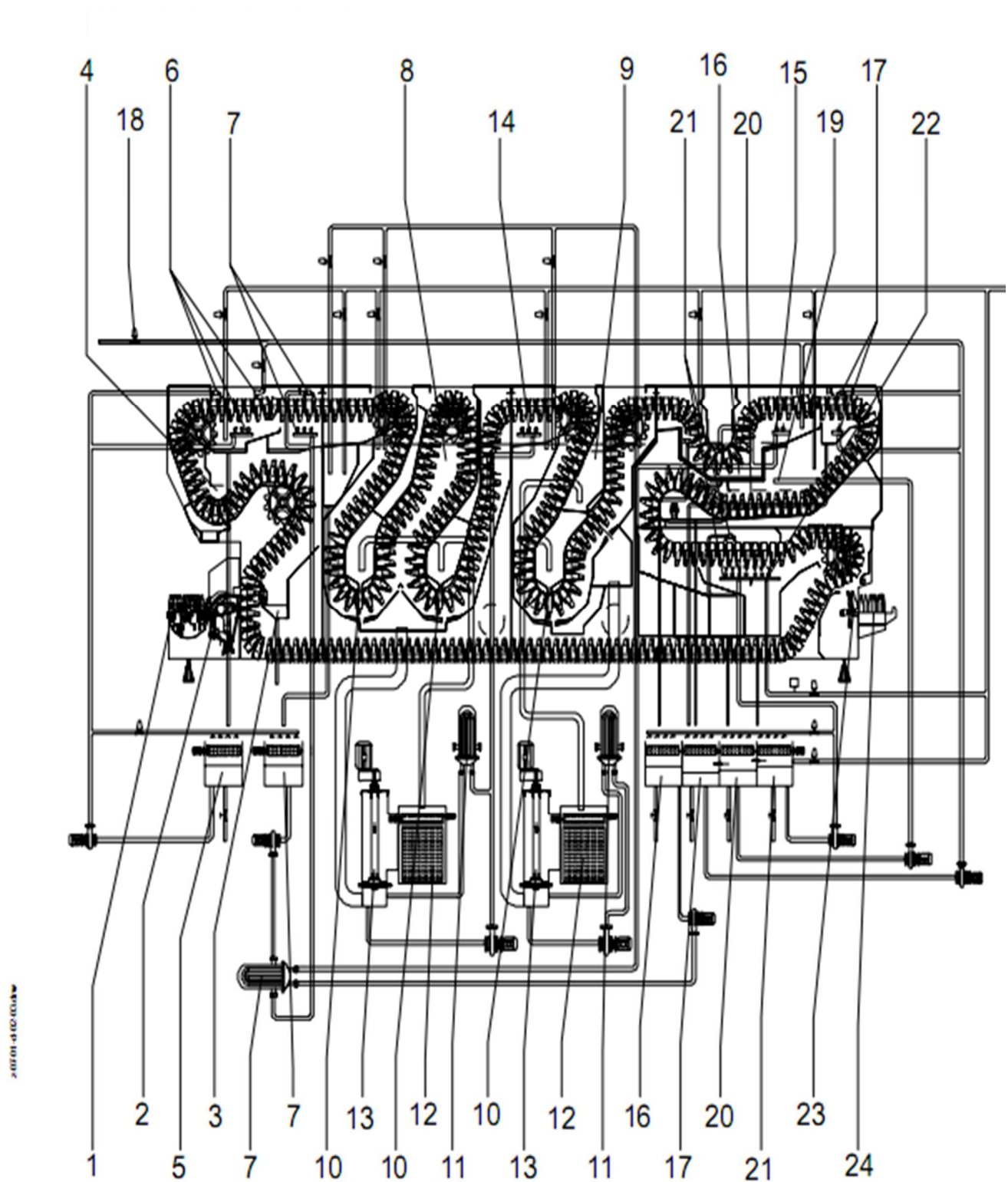


Figure II.4 : circulation de liquide au niveau de la laveuse

1. Station d'accumulation et de chargement
2. Introduction des bouteilles
3. Vidange des résidus
4. Prétrempage
5. Extraction d'impuretés prétrempage
6. Injection préliminaire
7. Récupérations
8. Bain de solution caustique 1 , version 8
9. Bain de solution caustique 1 , version 4
10. Fente de drainage
11. Echange de chaleur solution caustique
12. Séparateur d'étiquettes.
13. Pompe hélice de circulation
14. Aspersions caustique solution 1
15. Aspersions postsolution caustique
16. Bains d'immersion de postsolution caustique
17. Aspersions eau chaude 1
18. Raccord pour laveuse de caisse
19. Tube d'aspersion supérieur eau chaude 2
20. Bain d'immersion eau chaude 2
21. Aspersions eau froide
22. Aspersions eau fraîche
23. Chargement des bouteilles
24. Transporteur de déchargement des bouteilles [1].

II.3 Présentation de l'instrumentation de la solution proposée

Le système de l'injection soude et la rectification de la concentration dans les bains de la laveuse est réalisé en utilisant plusieurs capteurs et actionneurs de différents types.

Dans cette partie nous allons présenter l'instrumentation utilisée pour réaliser cette tâche.

II.3.1 Capteurs

Pour notre installation on propose une variété de capteurs de différents types « logiques, analogiques ». Dans cette partie nous allons les détailler et donner leurs caractéristiques.

II.3.1.1 Capteur de niveau magnétostrictif

Le capteur fonctionne d'après la méthode de mesure magnétostrictive. Un fil en matériau magnétostrictif est intégré au tube de capteur. L'électronique du capteur commandé par un microcontrôleur émet des impulsions de courant générant un champ magnétique circulaire.

L'aimant monté dans le flotteur magnétise le fil au niveau de la position de ce dernier. La superposition des deux champs magnétique génère une impulsion de tension qui se répond le long de fil jusqu'à la tête de capteur, la durée de parcours est enregistrée et interprété par l'électronique

Ces principaux avantages sont : sa grande résistance aux produits corrosifs et abrasifs et sa

Caractéristiques technique :

- ✚ Raccordement : technique 2 fils
- ✚ Alimentation : 10...30 V DC
- ✚ Signal électrique : 4 ... 20 mA
- ✚ Précision : $< \pm 0.25$ mm



Figure II.5 : Capteur de niveau magnétostrictif

II.3.1.2 : Capteur de conductivité « conductimètre »

L'intensité de la solution caustique « NaOH » est déterminée par le degré dégrassement des bouteilles, du type et la qualité de la colle des étiquettes, il est nécessaire d'ajuster la quantité de la soude dès que celle ci est diminuée. La mesure de la conductivité permet de reconnaître la concentration de la soude au niveau des deux baignoires. La mesure de conductivité est directement proportionnelle à la concentration de soude caustique.

La conductivité est mesurée en siemens/mètre ($S.m^{-1}$), et la concentration de NaOH est mesurée en pourcentage. Donc on propose d'installer un capteur de conductivité pour mesurer la concentration de soude en permanence dans les deux baignoires.

Le conductimètre utilisé est de la marque endress & hauser CLD18 voir figure II.6 [2].

Caractéristiques technique :

- + Vitesse d'écoulement 10 m/S
- + Température : -10 à 130 °C
- + Tension d'alimentation 24 V DC
- + Signal d'entrée : 9 à 12 V
- + Signal de sortie : 4 ... 20 mA



Figure II.6 : conductimètre endress & hauser CLD18 et ces caractéristiques

II.3.1.3 Sonde Pt 100

La mesure de température est prise dans chaque bain par une sonde PT100, les valeurs consigne dans le premier et le deuxième bain respectivement $68 < T_1 < 72$, $65 < T_2 < 70$.

Les quatre bains de solution d'arrosage sont aussi équipés de sonde de température pour contrôler la température de l'eau d'arrosage pour éviter le choc thermique, étant donné que ces bains sont placés à coté des bains de soude, ils sont chauffés par les parois de ces dernières [2].

Caractéristiques technique :

- + Plage de mesure : -200°C à 850°C.
- + Bonne stabilité chimique.
- + Diamètre : 6mm.
- + Longueur : 175 mm.



Figure II.7 Sonde Pt 100

II.3.1.4 : Capteur de niveau à lames vibrantes :

Le liquifant FTL31 est un capteur de niveau à lame vibrante, il est conçu pour les applications industrielles, il est utilisé comme protection contre la marche à vide des pompes. Pour notre application on va l'utiliser dans des conduites des réservoirs de soude caustique et anti mousse. Le liquifant utilisé de la marque d'Endress & ausser [2].

Caractéristiques technique :

- + Température : $-40^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$
- + Pression processus : 40 bars
- + Alimentation : 20....253V, AC/DC
- + Communication 10....30V.



Figure II.8 : Capteur de niveau lame vibrante FTL31 et ces caractéristiques

II.3.2 Actionneurs

Notre installation possède une variété d'actionneurs de différent type « logiques et analogiques » dans cette partie on va les détailler et donner leurs caractéristiques.

II.3.2.1 Electrovanne

Pour permettre l'accès des fluides dans les différentes conduites on utilise des électrovannes à paillions D40 de la marque BURKERT.

II.3.2.2 Pompe Doseuse

Afin d'acheminer les liquides vers leurs poste d'utilisation, l'usage des pompes doseuses GAMMA/X est approprié, elles sont placées dans les deux réservoirs de soude liquide et de l'anti mousse, les pompes doseuse pompent le liquide en le forçant à travers une hélice appelée impulser.

Pour l'effet de la rotation de l'impulseur, le fluide pompé et aspiré axialement dans la pompe, puis accélérer radialement, et enfin refoulé. Les pompes doseuses proposées sont des pompes de la marque GAMMA/X Voir figure II.9 [3].



Figure II.9 : pompes doseuse GAMMA/X

II.3.2.3 Détendeur de pression

Un détendeur de pression est un appareil de type normalement ouvert, Il permet de délivrer une pression réduite sur un circuit secondaire à partir de circuit primaire haute pression « conduite d'eau provenant de la station de traitement des eaux »

Le capteur utilisé est de la marque d'Endress & ausser cerabar m [2].

Caractéristiques technique :

- ✚ Température : -20C°....100C°
- ✚ Précision : 0.5%
- ✚ Alimentation 11....30V.
- ✚ Communication 4....20ma, analogique



Figure II.10 : détendeur de pression est ces caractéristiques

II.3.3 Bilan des capteurs / actionneurs proposer

Le tableau suivant liste les différents d'entrées / sorties proposer pour le système d'injection soude pour les bains de lavage, avec leurs type et nombres.

	Nom de l'élément	Nombre	Signal	Type
Capteurs	<i>Conductimètres</i>	2	4-20mA	Analogique
	<i>Capteurs de niveau</i>	2	4-20mA	Analogique
	<i>Capteur de pression</i>	1	4-20mA	Analogique
	<i>Capteur à lame vibrante</i>	2	24 V/0.5Am	T O R
	<i>Capteur de température PT100</i>	2	4-20mA	Analogique
Actionneur	<i>Pompes</i>	2	24 V/0.5Am	T O R
	<i>Electrovannes</i>	12	24 V/0.5Am	T O R

Tableau II.2 : Bilan des capteurs / actionneurs de l'instrumentation proposée

II.4 Présentation de la solution proposée en 3D :

La **figure II.11**, montre le schéma de notre installation proposée en 3D, faite avec le logiciel EDRAW MAX.

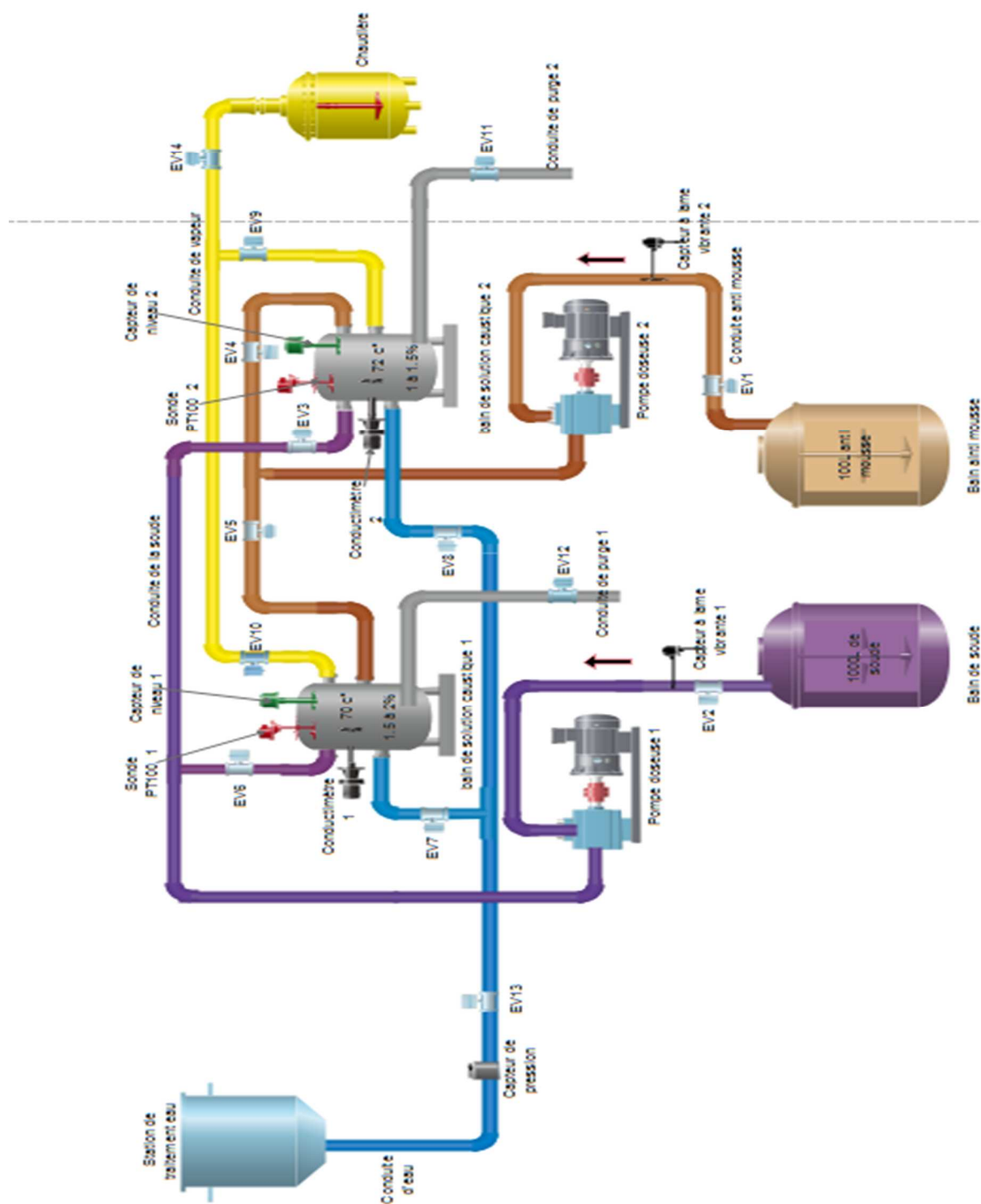


Figure II.11 : schéma de notre processus en 3D

II.5 Conclusion

Après avoir présenté la solution proposée pour régler le problème d'injection de soude au niveau des deux bains de la laveuse de bouteilles, et pour maintenir la concentration stable, nous avons donné l'instrumentation utilisée dans cette dernière, et l'instrumentation que nous avons proposée pour résoudre la problématique.

Dans le prochain chapitre nous allons détailler la solution d'automatisation en décrivant notre programme élaboré.

Introduction :

Dans ce chapitre nous intéressons à la partie automate, avec présentation de la gamme SIEMENS et spécialement l'automate S7-300 ainsi que son logiciel de programmation. Nous allons élaborer l'organigramme du fonctionnement du processus de la solution proposée et son programme en se basant sur l'étude faite dans le chapitre précédent.

III. Définition d'un système automatisé :

Un système est dit automatisé s'il exécute toujours le même cycle de travail pour lequel il a été programmé, dans le but de réaliser des tâches complexes pour l'homme, effectuer des tâches pénibles ou répétitives ou encore gagner en efficacité et en précision.

Le système automatisé est composé de deux parties :

1. Partie commande :

Elle reçoit des consignes de l'opérateur et les transmet aux actionneurs de la partie opérative à partir :

- Du programme qu'elle contient.
- Des informations reçues par les capteurs.
- Des consignes données par l'utilisateur ou par l'opérateur.

2. Partie opérative :

Elle consomme de l'énergie électrique, pneumatique ou hydraulique pour exécuter les ordres de la partie commande. Elle comporte aussi des capteurs pour envoyer des comptes rendus à la partie commande.

- Les actionneurs (transforment l'énergie reçue en énergie utile : moteur, vérin, lampe).
- Les capteurs (transforment la variation des grandeurs physiques liée au fonctionnement de l'automatisme en signaux électriques : capteur de position, de température, bouton poussoir).

III.1 Définition d'un automate programmable

Un automate programmable industriel ou (API), est un dispositif électronique, destiné à automatiser des processus tel que la commande de machine au sien d'une usine et piloter des robots industriels par exemple.

Trois caractéristiques distinguent l'automate programmable des outils informatique tel que les ordinateurs (PC industriels ou autres) :

- Il peut être connecté directement aux capteurs ou pré-actionneurs grâce à ces entrées/sortie industriels.
- Il est conçu pour fonctionner dans des conditions industrielles sévères (température, vibration, parasites ...etc.).
- En fin sa programmation à partir d'un logiciel spécialement développés pour le traitement de fonctions d'automatisme fait en sorte que sa mise en ouvre et son exploitation ne nécessite aucune connaissance en informatique. [4].

III.2 Architecture d'un automate programmable

La structure interne d'un automate est représentée généralement comme suite : (figure III.1)

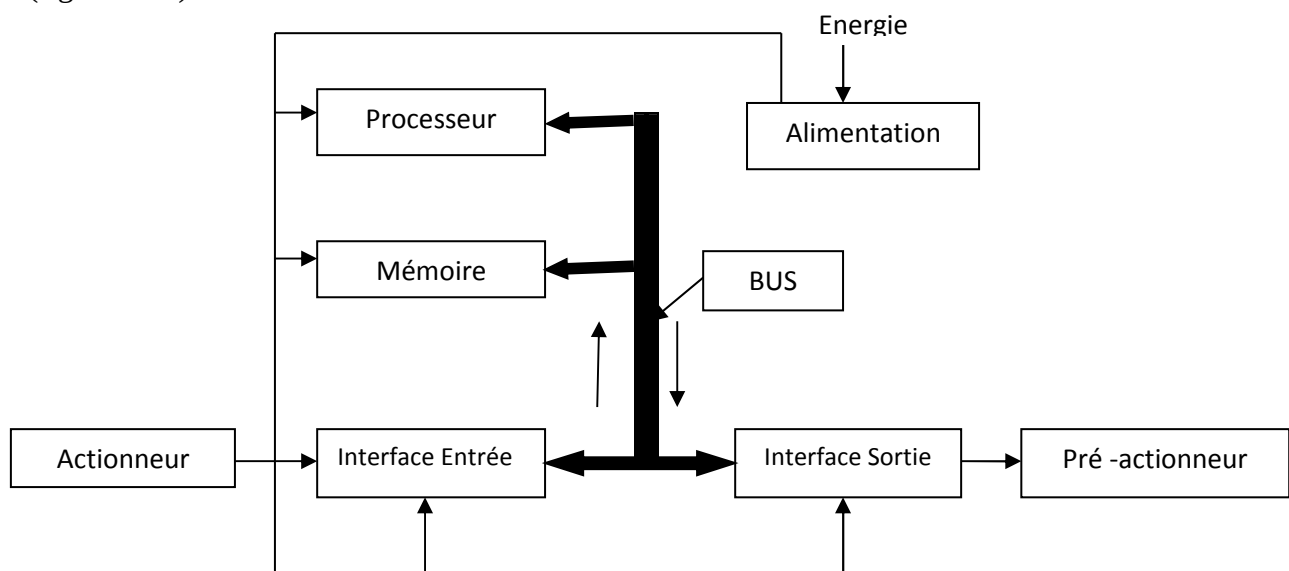


Figure III.1 : La structure interne d'un automate programmable

L'automate traite les informations reçu par les actionneurs selon le programme inscrit dans la mémoire, puis commande les pré-actionneurs.

Un automate programmable est donc composé de trois grandes parties :

- Le processeur
- La mémoire
- Les interfaces Entrées/Sorties

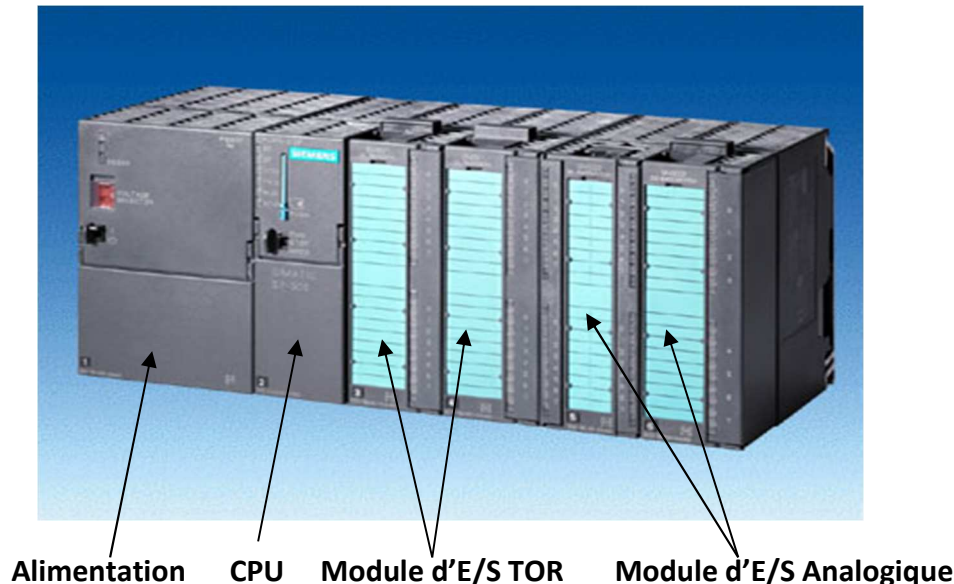


Figure III.2 : Architecture réelle d'un API S7-300

III.2.1 Le processeur :

Le rôle principale de processeur ou l'unité centrale (u c), est le traitement des instructions qui constituent le programme de fonctionnement de l'application (les fonctions logiques, de temporisation, comptage et de régulation PID ...etc.). En dehors de cette tâche de base il réalise d'autres fonctions :

- Gestion des Entrées/Sorties
- Surveillance et diagnostic de l'automate par une série de tests en cours de fonctionnement.
- Dialogue avec le terminal de programmation, aussi bien pour l'écriture et la mise au point du programme qu'en cours d'exploitation pour des réglages ou des vérifications des données.

Un ou plusieurs processeurs exécutent ces fonctions grâce à un micro logiciel programmé dans une mémoire de commande, ou mémoire système. Cette mémoire morte définit les fonctionnalités de l'automate, elle n'est pas accessible pour l'utilisateur. [4].

III.2.2 La mémoire d'un automate programmable :

La mémoire d'un automate programmable ; son principale rôle est le stockage des instructions qui constituent le programme de fonctionnement de l'automatisme, ainsi que des données qui peuvent être :

Des informations qui n'évoluent pas au cours de traitement, mais qui peuvent être modifiées en cas de besoin par l'utilisateur, par exemple : un texte à afficher.

Des mémoires d'état sont mise à jours par le processeur à chaque tour de scrutation de programme. Deux familles utilisées par l'automate programmable : des mémoires vives, et des mémoires mortes.

Elles sont destinées à lecture seule on peut cite les types suivants :

- **ROM** : elle est programmée par le constructeur et son programme ne peut être modifié.
- **PROM** : elle est livrée non enregistrée par le fabricant, mais on ne peut pas la reprogrammer lorsque celle-ci est programmée.
- **EPROM** : est une mémoire effaçable par l'ultraviolet intense.
- **EEPROM** : c'est une mémoire programmable plusieurs fois et effaçable électriquement.
- **MEMOIRE FLASH** : c'est une mémoire EEPROM rapide en programmation, l'utilisateur peut effacer un bloc de case toute la mémoire.

La mémoire morte est destinée à la mémorisation du programme après la phase de mise au point. La mémoire programme est contenue dans une ou plusieurs cartouches viennent s'insérer sur le module processeur ou sur un module d'extension mémoire.[4].

III.2.3 Les interfaces Entrées/Sorties

Les entrées/Sorties TOR (toute ou rien) assurent l'intégration directe de l'automate dans son environnement industriel en réalisant la liaison entre le processeur et le processus. Elles ont toutes, de base, une double fonction :

- Une fonction d'interface pour la mise en forme de signaux provenant de l'extérieur (capteur, bouton poussoir... etc.). La conception des ces interfaces avec un isolement galvanique opto-électronique assure la protection de l'automate contre les signaux parasites.
- Une fonction de communication pour l'échange des signaux avec l'unité centrale par l'intermédiaire de bus d'entrées/sorties

Le fonctionnement des interfaces d'entrées peut se résumer comme suite : (figure III.3).

Lors de fonctionnement de capteur :

La « **led1** » signale que l'entrée de l'api est actionnée.

La « **led D** » de l'optocoupleur « **opto1 s'éclaire** ».

Le phototransistor « **T'** » de l'optocoupleur « **opto1** » devient passant.

La tension $V_s=0V$.

Donc lors de l'activation d'une entrée de l'automate, l'interface d'entrée envoie un « 0 » logique à l'unité de traitement et « 1 » logique lors de l'ouverture de contact de capteur (entrée non actionnée). Figure III.4. [4].

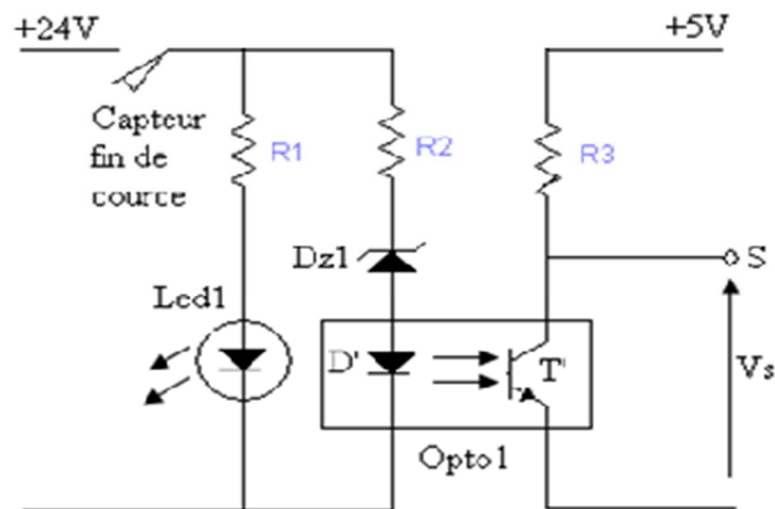


Figure III.3 : Principe de fonctionnement de l'interface d'entrée

Le fonctionnement des interfaces de sorties peut se résumer comme suite : (figure III.5).

Lors de commande d'une sortie d'automate ;

L'unité de commande envoie un « 1 » logique (5V).

« T'1 » devient passant, donc la « led D' » s'éclaire.

Le phototransistor « T' » de l'opérateur « **opto1** » devient passant.

La « led D' » s'éclaire.

« T2 » devient passant.

La bobine « **RL1** » devient sous tension et commande la fermeture de contact de la sortie « **Q0.1** »

Donc pour commander un API, l'unité de commande doit envoyer :

Un « 1 » logique pour actionner une sortie API.

Un « 0 » logique pour stopper la commande de sortie d'un API.[4].

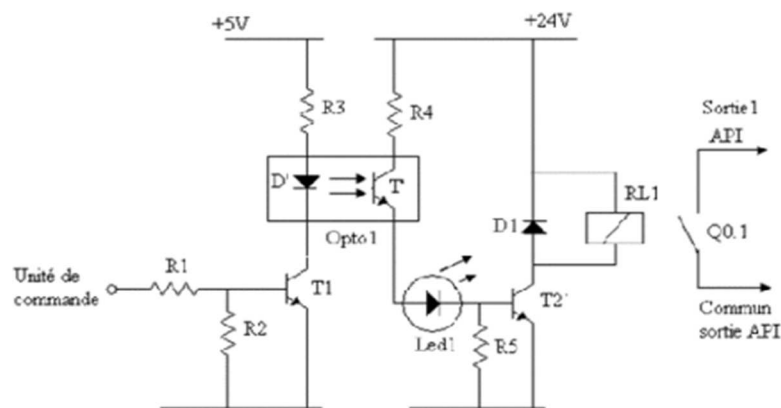


Figure III.4 : fonctionnement des interfaces de sorties

III.2.4 : Le BUS

Le bus est un ensemble de conducteurs qui réalise la liaison entre les différents éléments de l'automate.

Dans un automate modulaire, il se présente sous forme d'un circuit imprimé situé au fond du bac et supporte des connecteurs sur lesquels viennent s'enficher les différents modules : processeur, extension mémoire, interface et coupleurs.

Le bus est organisé en plusieurs sous ensemble destinés chacun à lier un type bien défini de l'information :

- ✚ Bus de données
- ✚ Bus d'adresses
- ✚ Bus de contrôle pour les signaux de service tel que top de synchronisation, sens des échanges, contrôle de validité des échanges.
- ✚ Bus de distribution des tensions issues de bloc d'alimentation. [4].

III.2.5 : Alimentation :

Elle élabore à partir d'un réseau de 220 V en alternatif, ou de 24V en continu, Les tensions internes distribuées aux modules de l'automate.

Afin d'assurer le niveau de sûreté requis, elle comporte des dispositifs de détection de baisse ou de coupure de la tension réseau, et de surveillance de tension internes, en cas de défaut, ces dispositifs peuvent lancer une procédure prioritaire de sauvegarde.

Les schémas de principe et de raccordement sont illustrés respectivement sur la figure III.6 et la figure III.7. [4].

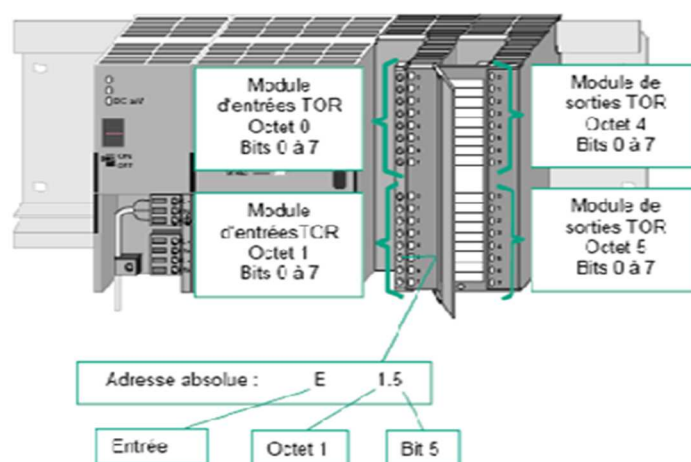


Figure III.5 : schéma de principe d'un module TOR

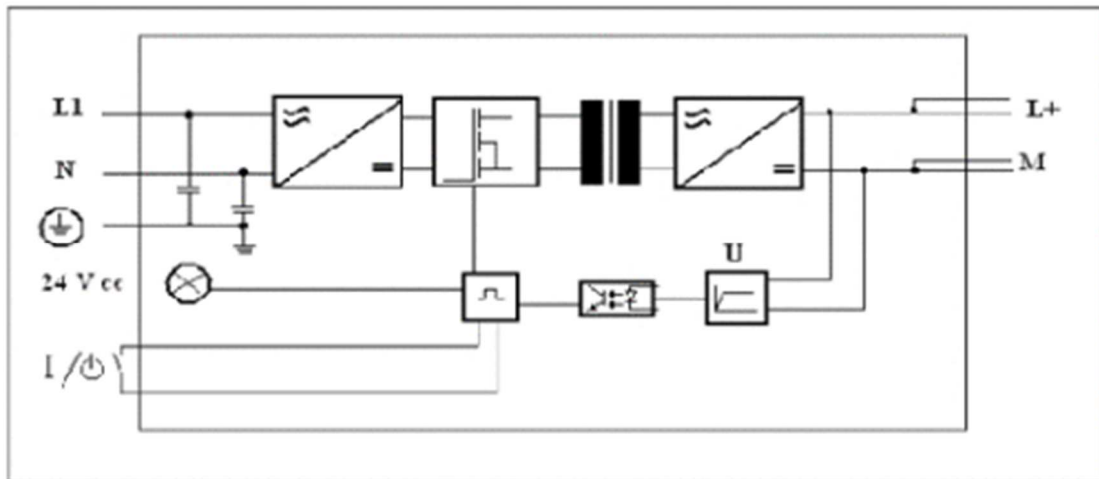


Figure III.6 : schéma de principe d'une alimentation d'un API

III.2.6 : Choix d'un automate programmable

Pour faire le choix d'un automate programmable industriel, on doit tenir compte de plusieurs caractéristiques:

- ✚ Le nombre d'entrées/sorties intégrés.
- ✚ Le type d'entrées/sorties.
- ✚ Le temps de traitement (scrutation).
- ✚ La capacité de la mémoire.
- ✚ Le nombre de compteurs.
- ✚ Le nombre de temporisateurs.
- ✚ L'alimentation de la CPU. [4].

III.2.7 : Langages de programmation d'un API : Norme IEC 1131-3

La norme IEC 1131-3 définit cinq langages de programmations qui peuvent être utilisés pour la programmation des API. Ces cinq langages sont (**LD**, **IL**, **FDB**, **SFC**, **ST**).

1. Le langage LD (« ladder diagram », ou schéma à relais) : est une représentation graphique d'équations booléennes combinant des contacts(en entrée) et de relais (en sortie). Il permet de manipuler les données booléennes, à l'aide des symboles graphiques organisés dans un diagramme comme les éléments d'un schéma électrique à contacts. Les diagrammes LD sont limités à gauche et à droite par des barres d'alimentations.

Voici quelques symboles des composants d'un diagramme ladder comme le montre la figure III.8

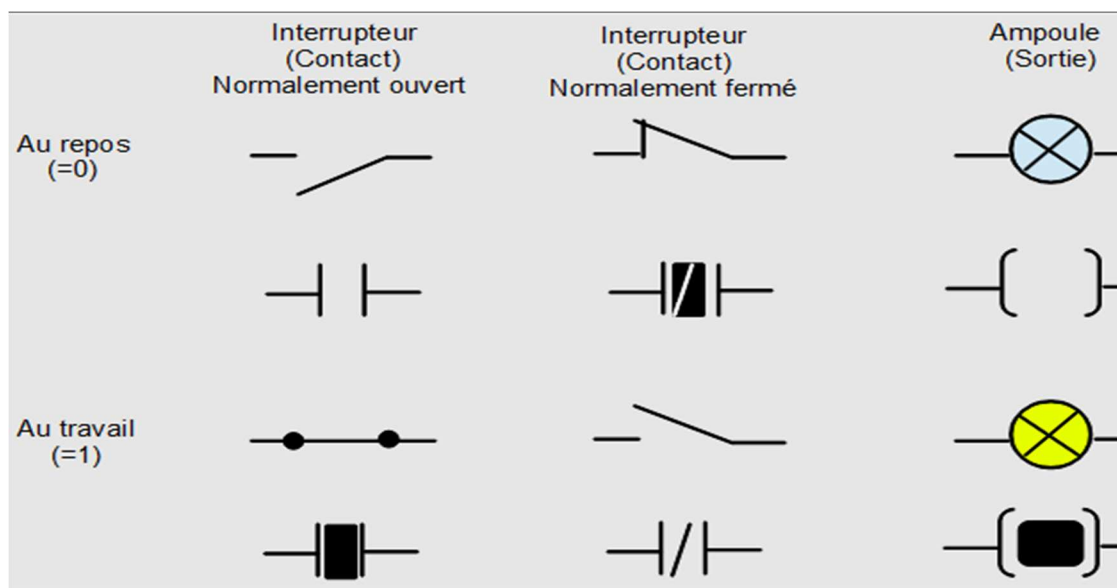


Figure III.7 : Symboles des composants d'un langage ladder

2. Le langage IL (« instruction List », ou liste d'instructions), est un langage textuel de bas niveau. Il est particulièrement adapté aux applications de petites tailles. Il peut être comparé au langage assembleur, car il est sous forme d'une liste d'instructions, chaque instruction doit commencer par une nouvelle ligne, et doit contenir un opérateur, complété éventuellement par des modificateurs et, si c'est nécessaire pour l'opération, un ou plusieurs opérandes séparés par des virgules (,). Une étiquette suivie de (:) pour précéder l'instruction. Si un commentaire est attaché à l'instruction, il doit être le dernier de la ligne [4].

3. Le langage FDB : (function block diagram) est un langage graphique. Il permet la construction d'équation complexe à partir des opérateurs standards, de fonction ou de blocs fonctionnels.

Les principales fonctions sont :

- L'énoncé **return** (peut apparaitre comme une sortie de diagramme, si la liaison connectée prend l'état booléen **True**, la fin de diagramme n'est pas interprétée.
- Les étiquettes et les sauts de conditionnels sont utilisés pour contrôler l'exécution de diagramme. Aucune connexion ne peut être réalisée à droite d'un symbole d'étiquettes ou de saut.
- Saut à une étiquette (le nom de l'étiquette est « **LAB** »).

Si la liaison à gauche du symbole prend la valeur booléenne **true**, l'exécution de programme est déviée, après l'étiquette correspondante [4].

4. Le langage SFC : (sequenciel fuction chart), ou **GRAFCET**, est un langage graphique utiliser pour décrire les opérations séquentielles. Le procédé est représenté come une suite connue d'étape (état stable), relie entre elle par des transitions, une condition booléenne est attachée à chaque transition. Les actions dans les étapes sont décrites avec les langages **ST**, **IL**, **LD**, **FBD**.

Les principales règles graphique sont :

- ✓ Un programme doit commencer par une étape initiale.
- ✓ Une étape ne peut pas être suivie par une autre étape.
- ✓ Une transition ne peut pas être suivie par une autre transition.

Les composants de base du graphe SFC sont :

- ✓ Etape, et étape initiale.
- ✓ Transitions.
- ✓ Liaisons orientées.
- ✓ Renvoi à une étape [4].

5. Le langage ST : (structured text) est un langage de textuel de haut niveau dédié aux applications d'automatisation. Ce langage est principalement utilisé pour simplifier les procédures complexes. Difficilement modélisables avec des langages graphiques. C'est le langage par défaut pour la programmation des actions dans les étapes et des conditions associées aux transissions de langage **SFC**.

Un programme ST est une suite d'énoncées, chaque énoncée se termine par un point virgule (;).

Les types d'énoncée standards sont :

-  Appel de fonctions ;
-  Appel de bloc fonctionnel ;
-  Énoncées de sélection (**IF , THEN, ELSE, CASE**) ;
-  Énoncées de (**FOR, WHILE, REPEAT**) ;
-  Énoncées de (**RETURNE, EXIT**) ;
-  Opérations booléennes (**NOT, AND, OR, XOR**) ;

Des commentaires peuvent être aussi ajoutés à la fin chaque instruction [4].

III.2.8 Choix de l'automate pour notre automatisation :

Dans le but d'automatisation du système d'injection de la soude au niveau des deux bains de lavage de la laveuse bouteilles en verre, le choix a été porté sur l'automate programmable Siemens S7-300, qui a été justifié que la laveuse possède déjà un automate programmable S7-300 et la formation, et l'expérience du personnel dans les produits Siemens et par le fait que toutes les installations de l'usine sont de la même marque.

III.3 : système de périphérie décentralisée :

III.3.1 Définition d'une périphérie Décentralisée :

Habituellement, les modules d'entrée/sortie sont regroupés et centralisés dans l'automate. Lorsque les modules d'entrée/sortie sont éloignés de l'automate, le câblage peut devenir très complexe ; des influences électromagnétiques perturbatrices peuvent affecter la fiabilité.

Les périphéries décentralisées permettent de :

Garder la CPU en centrale et permettre le libre fonctionnement des dispositifs d'entrées et sorties (capteurs et actionneurs) localement (par rapport au système).

Assurer les hautes performances et des vitesses de transmissions élevées grâce au réseau industriel local PROFIBUS DP.

III.3.2 ET 200M

La station de périphérie décentralisée ET 200M est un esclave DP modulaire, il a une même architecture que l'automate programmable S7-300 et peut recevoir une extension jusqu'à 12 modules d'entrée et sorties. Elle a pour particularités :

- ✚ Une plage maximale d'adressage de 128 octets d'entrées et 128 octets de sorties.
- ✚ Une vitesse de transmission maximale de 12 Mbits /s.
- ✚ L'analyse centralisée des informations de diagnostic.
- ✚ La configuration avec des modules de bus actifs permet de remplacer et d'ajouter des modules en cour de fonctionnement.



Figure III.8 : ET 200 M configurée avec 4 modules

III.3.3 ET200L :

La station de périphérie décentralisée ET 200L est un esclave DP située dans le système de périphérie décentralisée ET 200 et doté du degré de protection IP 20. La périphérie en bloc ET200L ne peut pas être détendue, elle est composée d'une embase et un bloc électronique, Voir la figure III.11.

Le bloc électronique détermine le nombre de voie d'entrée et de sortie. La périphérie en bloc ET200L existe en 16 et 32 voies.

- ✚ Vitesse de transmission 9.6 ; 19.2 ; 93.75 ; 108.5 ; 500 et 1500 Kbits/s.
- ✚ Protocole de bus PROFILEBUS-DP.
- ✚ Protection contre l'inversion des pôles et contre les pannes de courant.

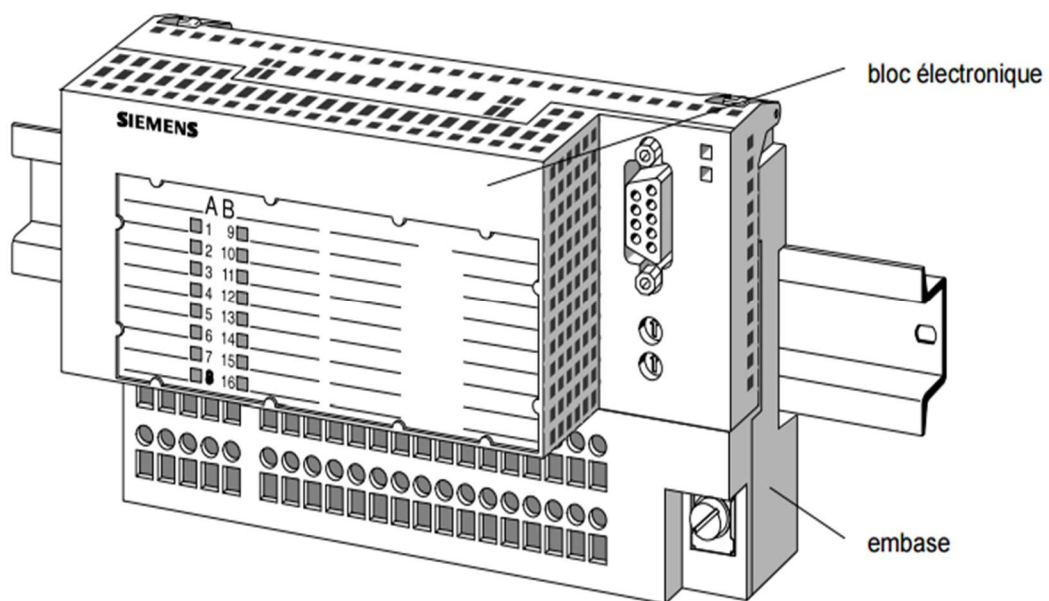


Figure III.9 : représentation de la station décentralisée ET 200 L

III.4 Réseau PROFIBUS

III.4.1 Définition d'un réseau :

On appelle un réseau : un ensemble de moyens qui permettent d'effectuer la communication entre des processus, l'application ou tâches répartis sur des matériels informatiques de tout type. Cet ensemble est constitué d'un support de transmission pour l'acheminement des signaux ; et de protocoles de communication selon une architecture en couches.

Un réseau profibus est un réseau de terrain ouvert, répondant aux besoins d'un large éventail d'application dans les domaines de l'industrie. Il autorise le dialogue de matériels multi-constructeurs, sans passer par des interfaces spécialisées.

Le profil de communication le plus répandu dans l'industrie et le plus prisé pour sa rapidité, ses performances et sa connectique à faible cout, DP est réservé au dialogue entre automatismes et périphérie décentralisée, et est destiné aux applications de type maitre-esclave pour la gestion des équipements d'entrées- sortie déportées avec des temps d'accès extrêmement courts [4].

III.5 Matériel utilisé pour l'automatisation de la laveuse :

Pour l'automatisation de notre système nous avons utilisé le matériel suivant :

-  Unité centrale CPU 312 (1) / 6ES7 312-1AD10-0AB0.
-  Des modules d'entrées/sortie ANALOGIQUE et TOR.
-  Des modules de sortie TOR.

III.5.1 Choix de la CPU :

La CPU que nous avons choisi est la CPU 312 CPU 312 (1) / 6ES7 312-1AD10-0AB0 (**Figure III.12**). Comme notre étude se base juste sur l'automatisation du système sans faire l'interface homme-machine, nous avons décidé de changer la CPU 315-2-dp, qui est destinée pour les réseaux profibus, par la cpu 312, et l'alimentation de PS 5A avec une alimentation PS 2A, car dans notre cas l'ensemble des module de Sortie dépassent pas les 2A, cela nous permet d'économiser encor de l'énergie.



Figure III.10 : La CPU 312 (1) / 6ES7 312-1AD10-0AB0

III.6 Description du logiciel STEP 7 :

STEP 7 est le nom de logiciel de base de la configuration et de la programmation des systèmes d'automatisation SIMATIC S7-300 et S7-400. Ce dernier est utilisé pour la programmation industrielle

STEP7 nous offre toutes les fonctionnalités nécessaires pour configurer et paramétrer et programmer notre S7-300. Il assiste dans toutes les phases de processus de création de la solution d'automatisation La conception de l'interface utilisateur du logiciel STEP7 répond aux connaissances ergonomiques modernes et son apprentissage est facile. Il permet :

- ✚ La création et la gestion des projets.
- ✚ La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication.
- ✚ La gestion des mnémoniques.
- ✚ La création des programmes.
- ✚ Le chargement des programmes dans des systèmes cible.
- ✚ Le teste de l'installation d'automatisation.
- ✚ Le diagnostic lors de perturbation de l'installation [5].

III.7 : Création d'un nouveau projet sous STEP7 :

Un projet contient la description complète de notre automatisation. Il permet donc deux grandes parties : la description du matériel, et la description du fonctionnement (le programme). En entrant dans STEP7 il existe un assistant logiciel qui nous propose de créer un nouveau projet (**Figure III.13**).

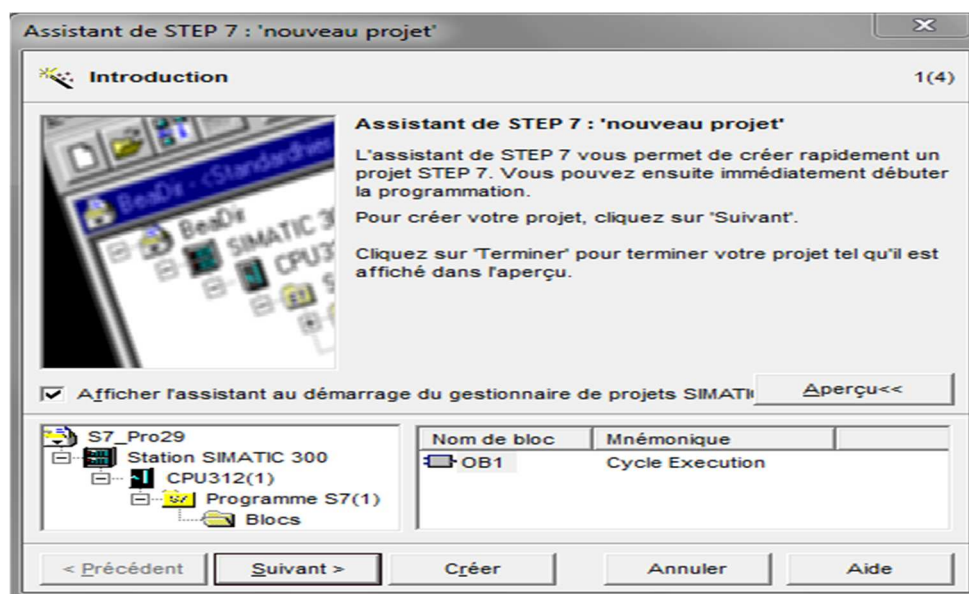


Figure III.11 : Création d'un nouveau projet

Un projet sous STEP7 se compose de deux parties (**Figure III.13**), partie hardware et partie software.

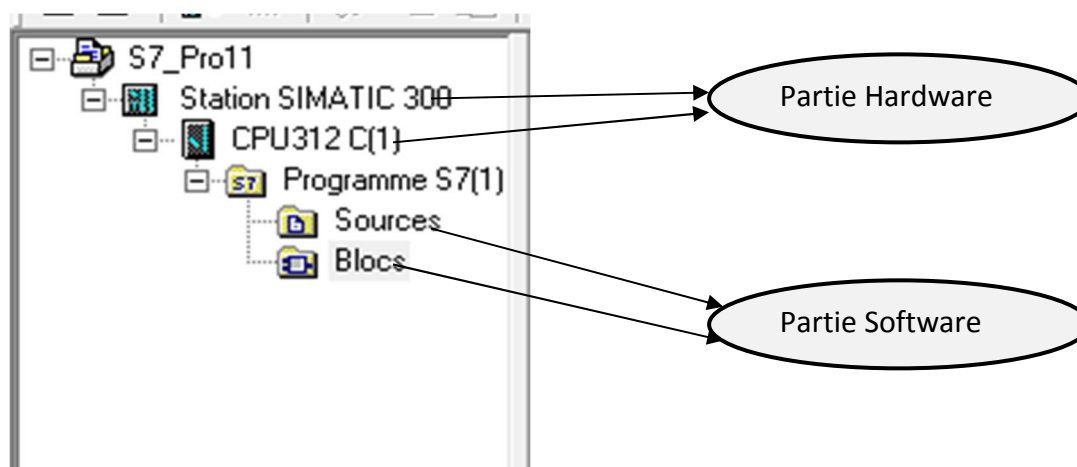


Figure III.12 : les différentes parties lors de création d'un projet

III.7.1 Configuration matérielle (partie Hardware) :

La configuration matérielle veut dire l'organisation des modules dans une table de configuration (**figure III.14**), c'est-à-dire on définit les modules mis en œuvre dans la solution d'automatisation, ainsi que les adresses permettant d'y accéder depuis le programme utilisateur, pouvant en outre, y paramétrer les caractéristiques des modules.

A l'image de la réalité de notre S7-300, il s'agit de ranger les modules sur un châssis de façon virtuelle avec le logiciel STEP7, l'emplacement dans la table de configuration doit correspondre à l'emplacement réel sur le profilé-support [6].

Slot	Module
1	PS 307 2A
2	CPU312(1)
3	
4	DI16xDC24V
5	AI8x12Bit
6	DO16xDC24V/0.5A
7	DO8xDC24V/0.5A
8	
9	
10	
11	

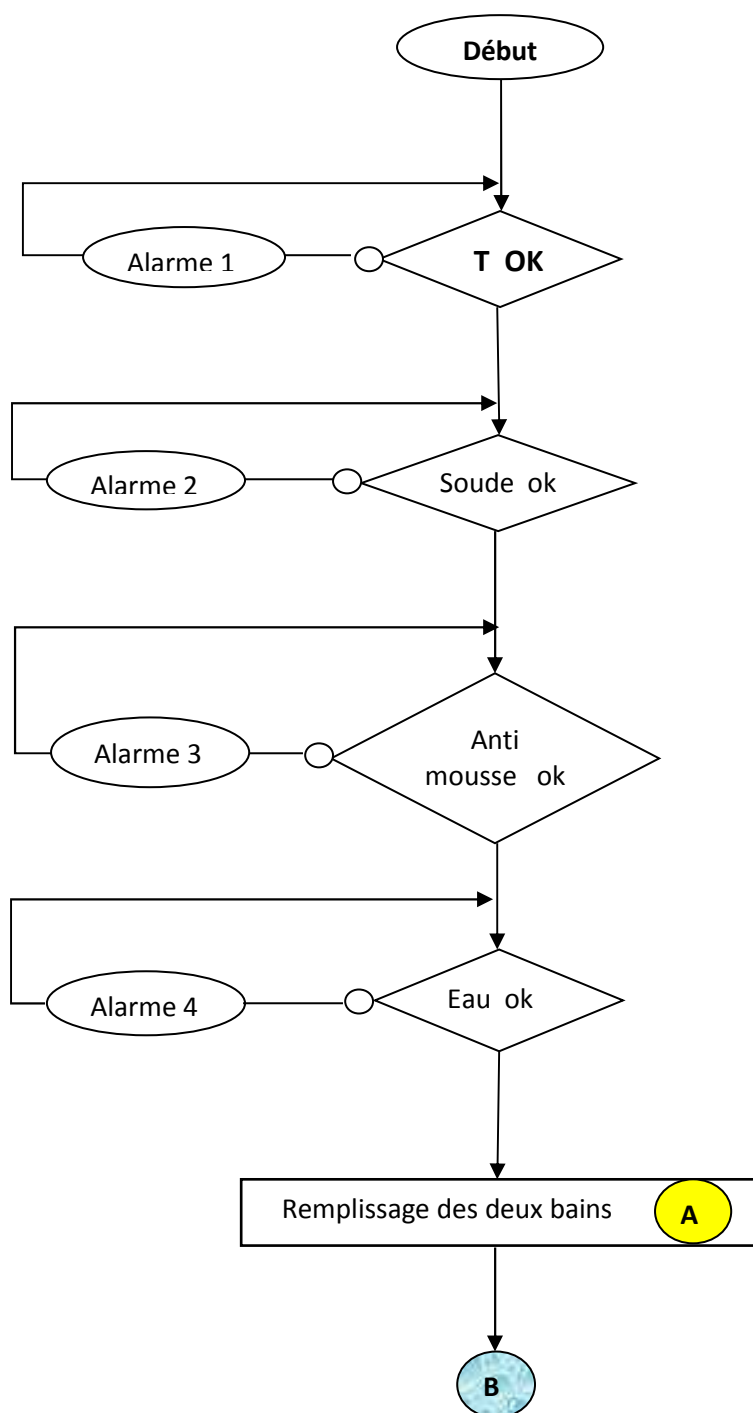
Figure III.13 : Configuration matérielle

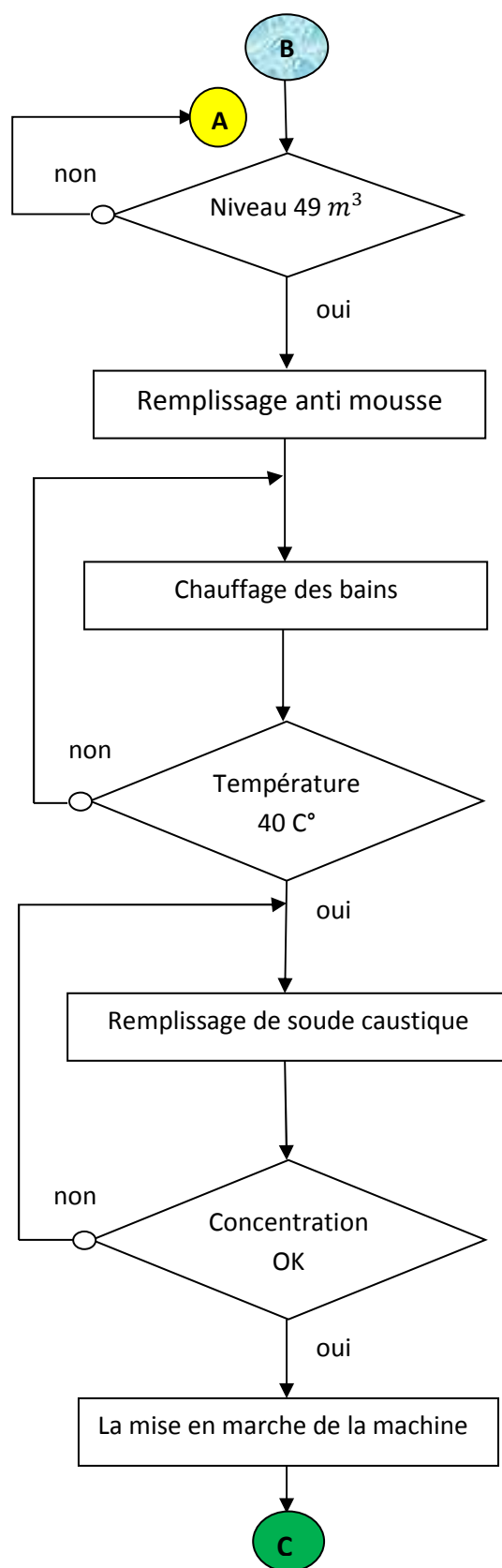
La configuration matérielle du S7-300 a été déterminée comme suite :

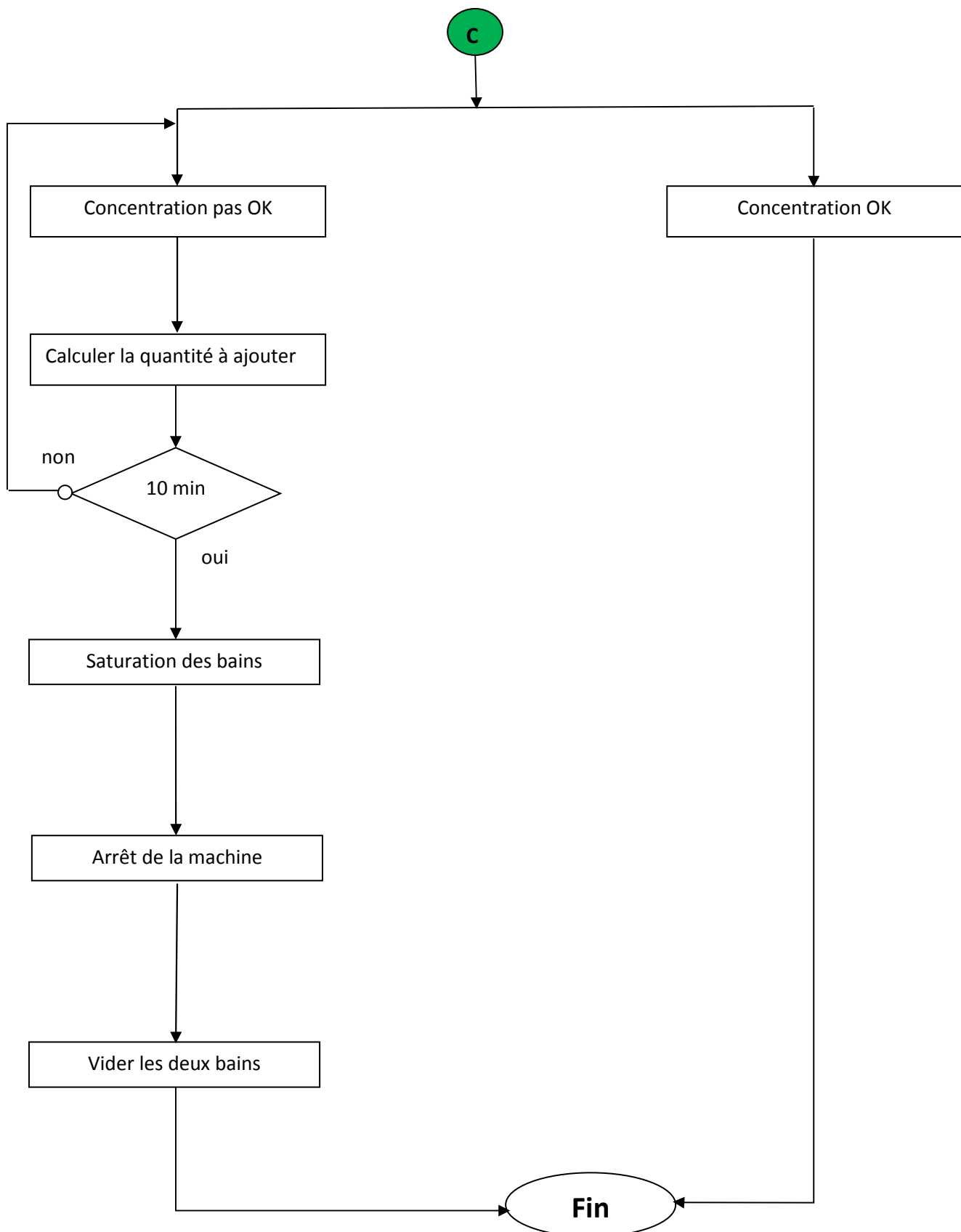
- ✚ Un module d'alimentation : PS 307 2A / 6ES7 307-1BA00-0AA0
- ✚ Une unité centrale : CPU 312 (1) / 6ES7 312-1AD10-0AB0
- ✚ Un module d'entrée TOR DI 16Xdc24V / 6ES7 321-1BH50-0AA0
- ✚ Un module D'entrée Analogique AI8x12Bit / 6ES7 331-7KF00-0AB0
- ✚ Deux modules de sortie TOR
 - DO16Xdc24V/0.5A / 6ES7 322-1BH10-0AA0
 - DO8Xdc24V/0.5A / 6ES7 322-8BF00-0AB0

III.7.2 Programmation (PARTIE SOFTWARE) :

Après que la configuration matérielle soit réalisée, nous passons à l'élaboration du programme d'automatisation de la laveuse bouteilles, pour cela nous avons l'organigramme suivant :





**Figure III.14 :** organigramme de fonctionnement

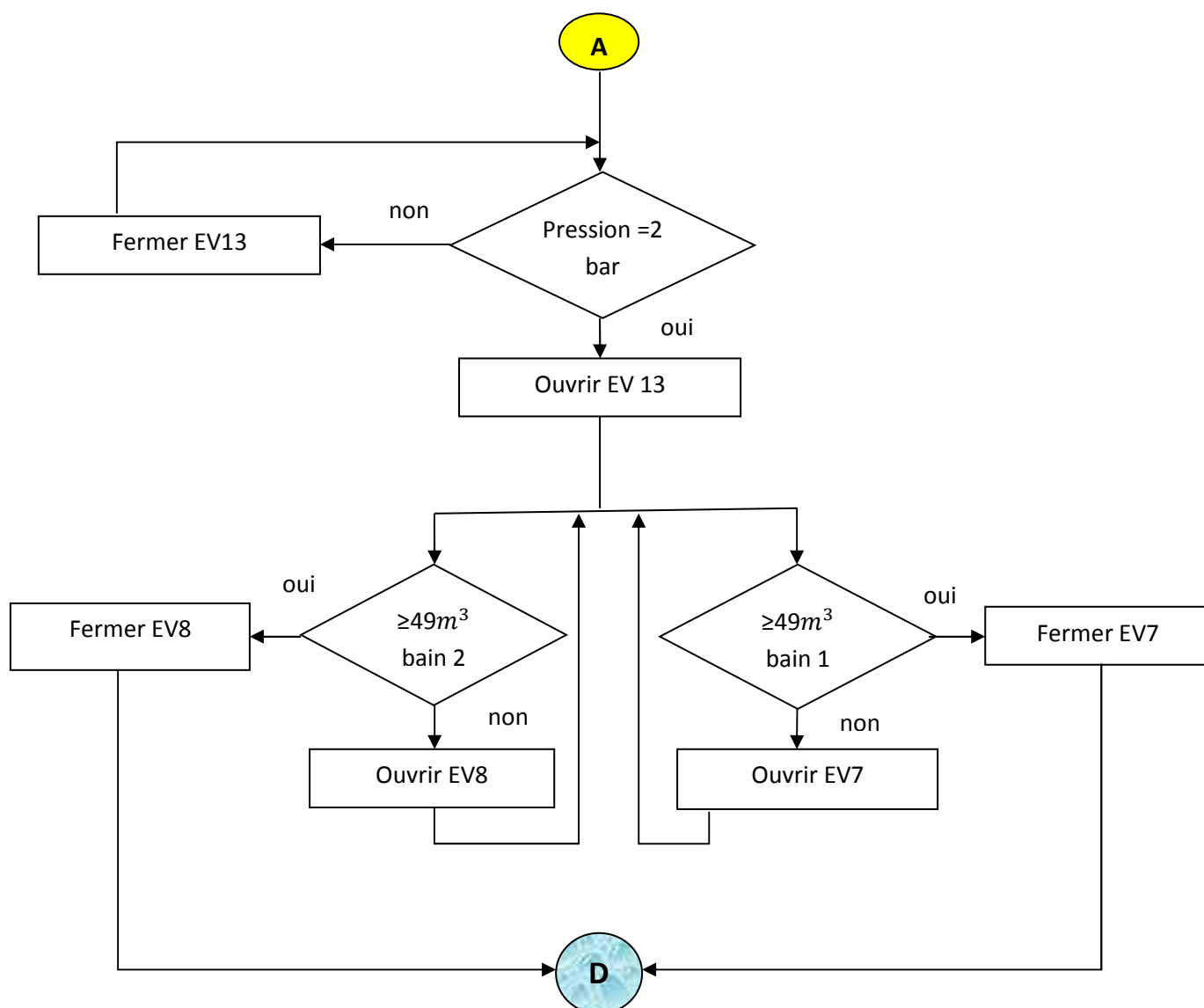


Figure III.15 : Organigramme de remplissage des deux bains

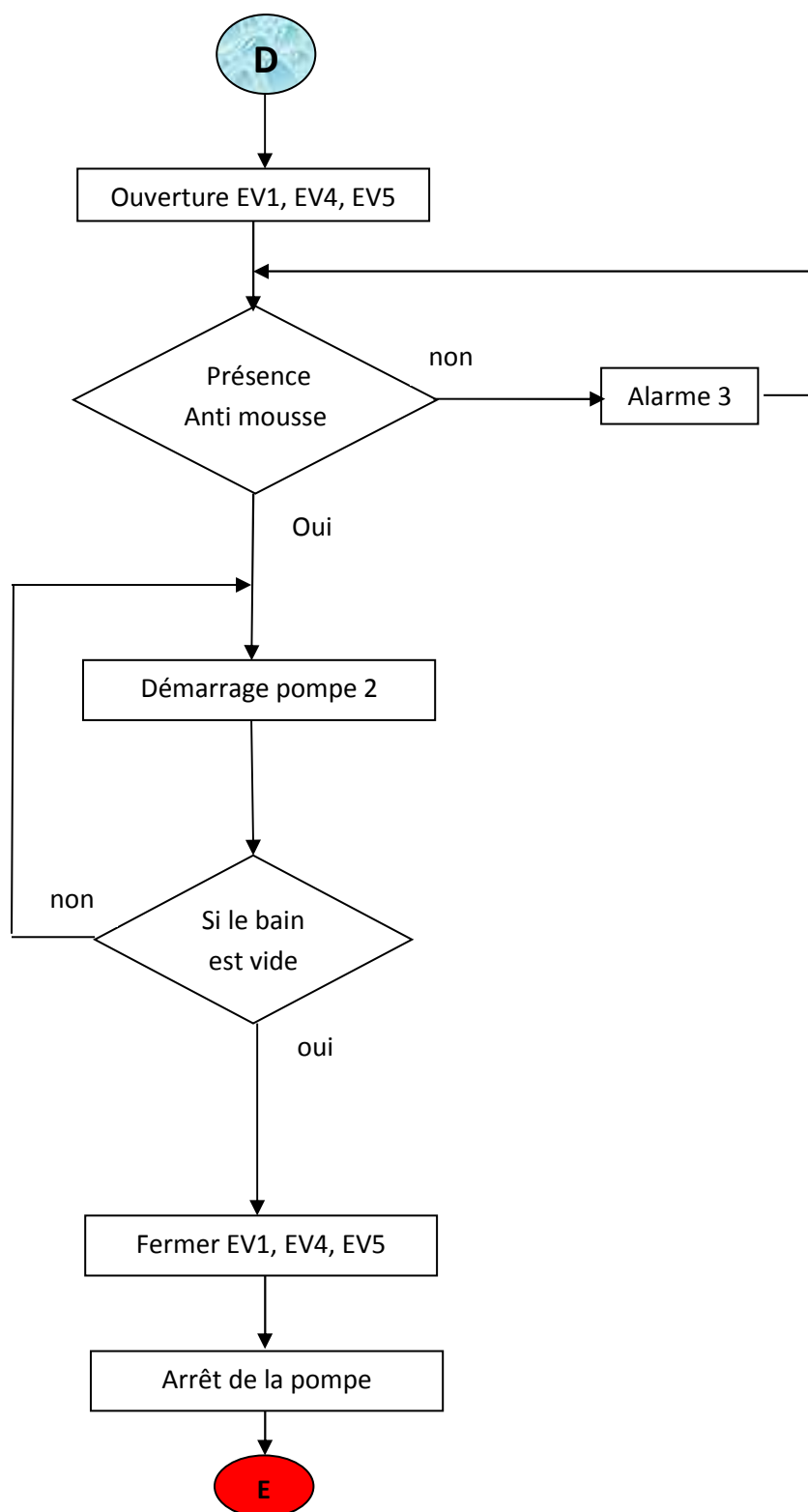


Figure III.16 : remplissage anti mousse des deux bains

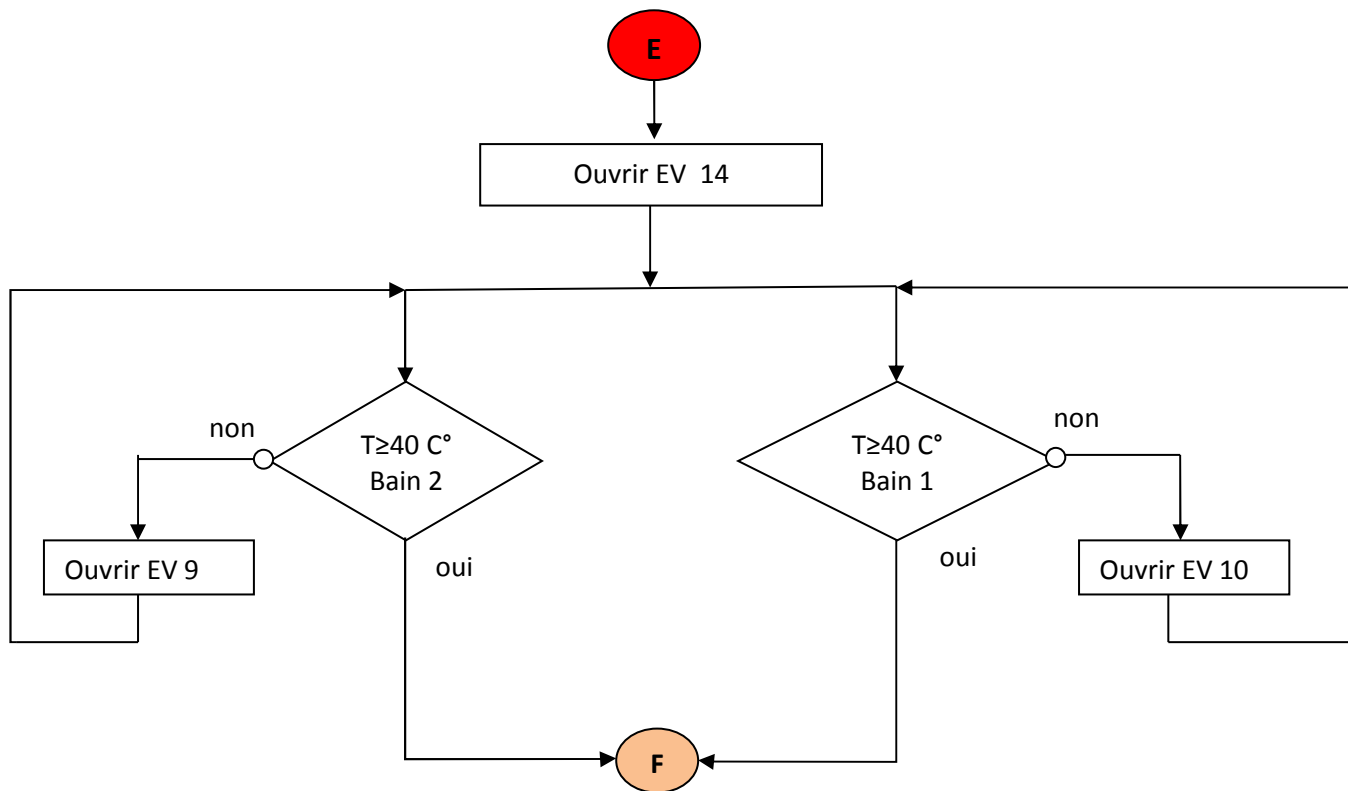


Figure III.17 : Organigramme de chauffage des deux bains

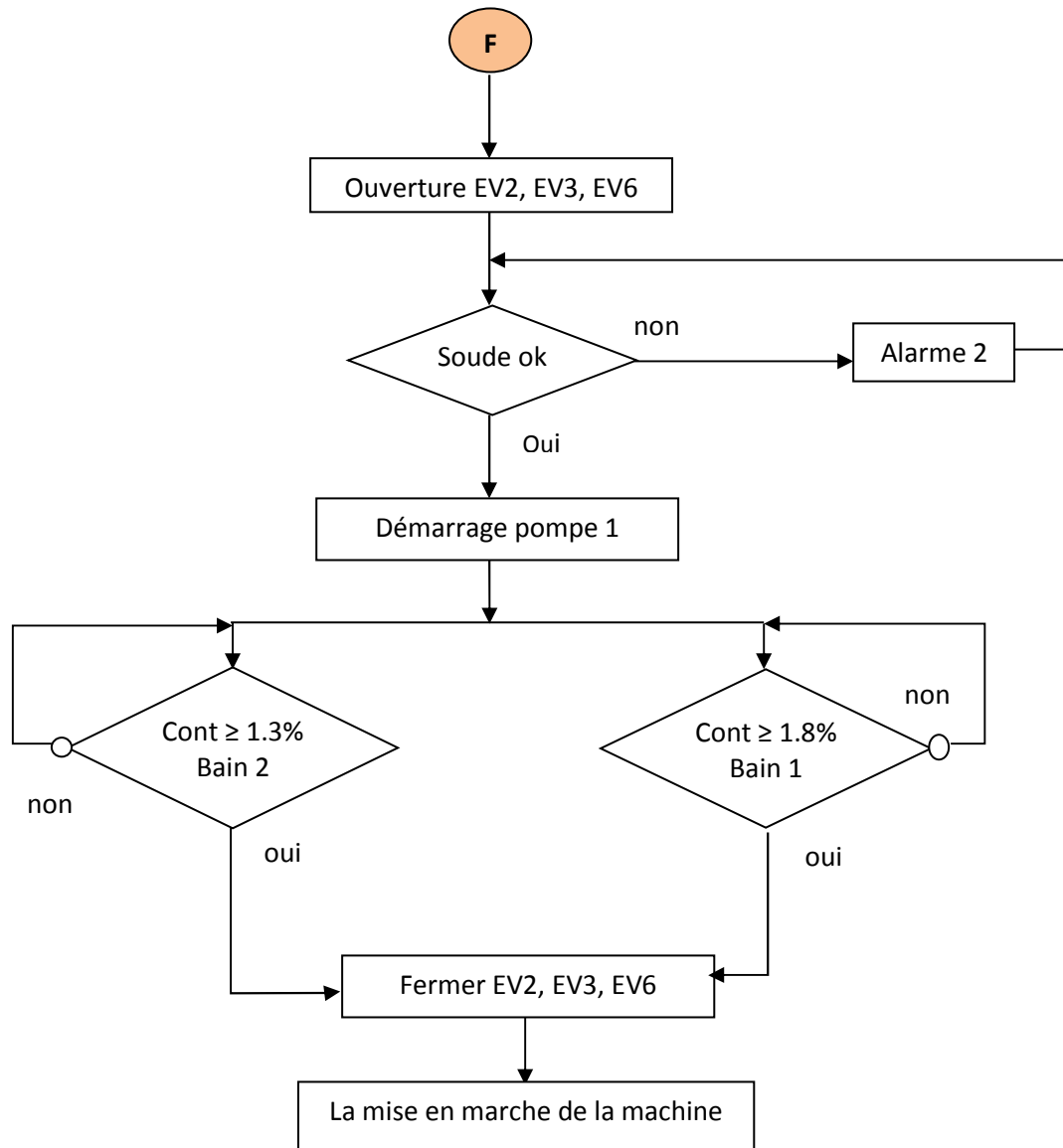


Figure III.18 : Organigramme de dosage des deux bains

III.7. 3 Création de la table des mnémoniques :

Dans tous programmes, il est préférable de définir la liste des variables qui vont être utilisées lors de la programmation ainsi que leurs adresses. Pour cela des mnémoniques est créée. L'utilisation des noms appropriés rend le programme plus compréhensible et plus facile à manipuler. **Figure III.19**

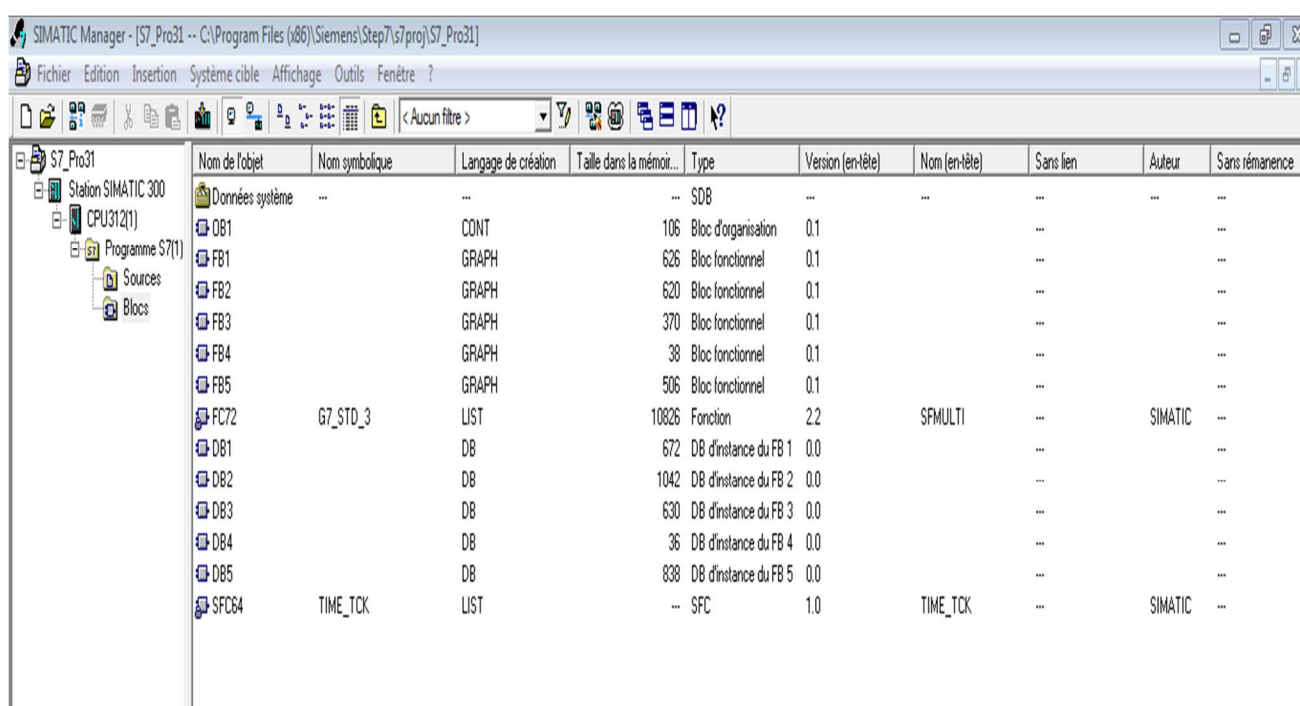
	Etat	Mnémonique	Opéran	Type de do	Commentaire
1		2pt100	E 272.6	BOOL	capteur de température 2
2		1pt100	E 272.5	BOOL	capteur de température 1
3		cap eau	E 272.4	BOOL	capteur d'eau
4		cn2	E 272.3	BOOL	capteur de niveau 2
5		cn1	E 272.2	BOOL	capteur de niveau 1
6		cond2	E 272.1	BOOL	conductimetre 2
7		cond1	E 272.0	BOOL	conductimetre 1
8		cap lame2	E 0.3	BOOL	capteur à lame vibrante 2
9		cap lame1	E 0.2	BOOL	capteur à lame vibrante 1
10		ba	E 0.1	BOOL	bouton arrêt
11		bp	E 0.0	BOOL	bouton poussoir pour démarrage
12		alarme4	A 12.3	BOOL	signalisation alarme 4
13		alarme3	A 12.2	BOOL	signalisation alarme 3
14		alarme2	A 12.1	BOOL	signalisation alarme 2
15		alarme1	A 12.0	BOOL	signalisation alarme 1
16		ev14	A 9.5	BOOL	electrovanne
17		ev13	A 9.4	BOOL	electrovanne
18		ev10	A 9.3	BOOL	electrovanne
19		ev9	A 9.2	BOOL	electrovanne
20		ev8	A 9.1	BOOL	electrovanne
21		ev7	A 9.0	BOOL	electrovanne
22		ev6	A 8.7	BOOL	electrovanne
23		ev5	A 8.6	BOOL	electrovanne
24		ev4	A 8.5	BOOL	electrovanne
25		ev3	A 8.4	BOOL	electrovanne
26		ev2	A 8.3	BOOL	electrovanne
27		ev1	A 8.2	BOOL	electrovanne
28		pompe2	A 8.1	BOOL	pompe doseuse 2 pour antimousse
29		pompe1	A 8.0	BOOL	pompe doseuse 1 pour la soude
30					

Figure III.19 : Tables des mnémoniques

III.7. 4 Structure du programme de notre automatisation:

Le logiciel Step7 permet de structurer le programme utilisateur (**Figure III.20**). C'est- à dire de le subdiviser en différentes parties autonomes. Pour mieux gérer le système globale, on a préféré subdiviser en sous-programmes car il est recommandé, et parfois nécessaire, de subdiviser les programmes volumineux en plusieurs sections. Ces parties de programmes sont appelées « blocs ».

Un bloc est une partie de programme utilisateur qui est délimitée par sa fonction, sa structure ou sa destination. Ceci permet de mieux tester et simplifier l'organisation du programme.



The screenshot shows the SIMATIC Manager interface with the project 'S7_Pro31' open. The left pane shows the project tree with 'Station SIMATIC 300', 'CPU312(1)', and 'Programme S7(1)' containing 'Sources' and 'Blocs'. The main pane displays a table of objects in the project.

Nom de l'objet	Nom symbolique	Langage de création	Taille dans la mémoire...	Type	Version (en-tête)	Nom (en-tête)	Sans lien	Auteur	Sans rémanence
Données système	...	...	...	SDB	...	...	...	...	...
OB1		CONT	106	Bloc d'organisation	0.1		...		...
FB1		GRAPH	626	Bloc fonctionnel	0.1		...		...
FB2		GRAPH	620	Bloc fonctionnel	0.1		...		...
FB3		GRAPH	370	Bloc fonctionnel	0.1		...		...
FB4		GRAPH	38	Bloc fonctionnel	0.1		...		...
FB5		GRAPH	506	Bloc fonctionnel	0.1		...		...
FC2	G7_STD_3	LIST	10826	Fonction	2.2	SFMULTI	...	SIMATIC	...
DB1		DB	672	DB d'instance du FB 1	0.0		...		...
DB2		DB	1042	DB d'instance du FB 2	0.0		...		...
DB3		DB	630	DB d'instance du FB 3	0.0		...		...
DB4		DB	36	DB d'instance du FB 4	0.0		...		...
DB5		DB	838	DB d'instance du FB 5	0.0		...		...
SFC64	TIME_TCK	LIST	...	SFC	1.0	TIME_TCK	...	SIMATIC	...

Figure III.20: Structure du programme de notre automatisation

III.7.5. Bloc d'organisation (OB) :

Les blocs D'organisation (OB) déterminent la structure de programme utilisateur, 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 de programme cyclique, ainsi que le comportement de la mise en route de l'automate programmable et le traitement des erreurs. On peut programmer les blocs d'organisation et déterminer ainsi le comportement de la CPU. Le bloc OB1 est généré automatiquement lors de la création d'un projet [8].

III.7.6 Fonctions (FC) :

Les fonctions font partie des blocs que nous programmons. Une fonction 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.

Comme une fonction ne dispose pas de mémoire associée, nous devons toujours indiquer des paramètres effectifs pour elle. Nous ne pouvons pas affecter de valeur initiale aux données locales d'une FC. Une fonction contient un programme qui est exécuté quand cette fonction est appelée par un autre bloc de code [8].

III.7.8 : Bloc de donnée global (DB) :

Les blocs de données globaux servent à l'enregistrement de données utilisateur : Ils contiennent des données variables que le programme utilisateur utilise. Les blocs de données globaux servent à l'enregistrement de données utilisateur pouvant être utilisées par tous les autres blocs [8].

III.7.9 Simulation :

a) Pour la mise en marche de la machine, si une condition manquante selon le cahier des charge, (manque d'eau ou de température, pression, concentration), un capteur peut déclencher l'alarme qui correspond à une condition grâce au système automatisé.(FigureIII.21 et III.22)

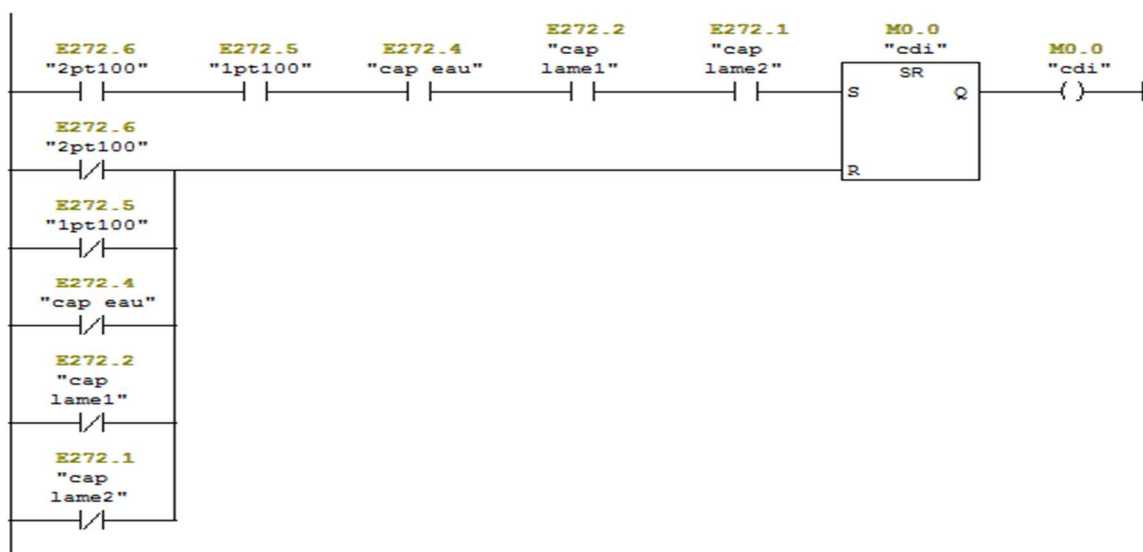
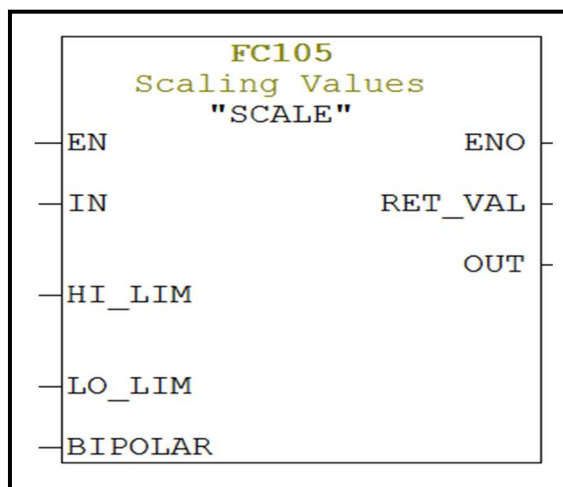


Figure III.21 : Test des conditions initiales



Figure III.22 : Signalisation des alarmes

b) pour les fonctions de remplissage, température, pression, concertation. La commande des capteurs analogiques, Pt100, conductimètre, capteur d'eau et le capteur de niveau en utilisant la fonction SCALE FC105, qui prend une valeur entière (IN) et la convertit en une valeur réelle exprimée en unité physique, comprise entre une limite inférieure (LO_LIM) et une limite supérieure (HI_LIM), le résultat est écrit dans OUT. Étant donné que l'état de signal est à '0' Unipolaire, alors la valeur entière d'entrée est supposée être comprise entre 0 et 27648.(Figure III.23).



(Figure III.23) : la fonction SCALE FC 105

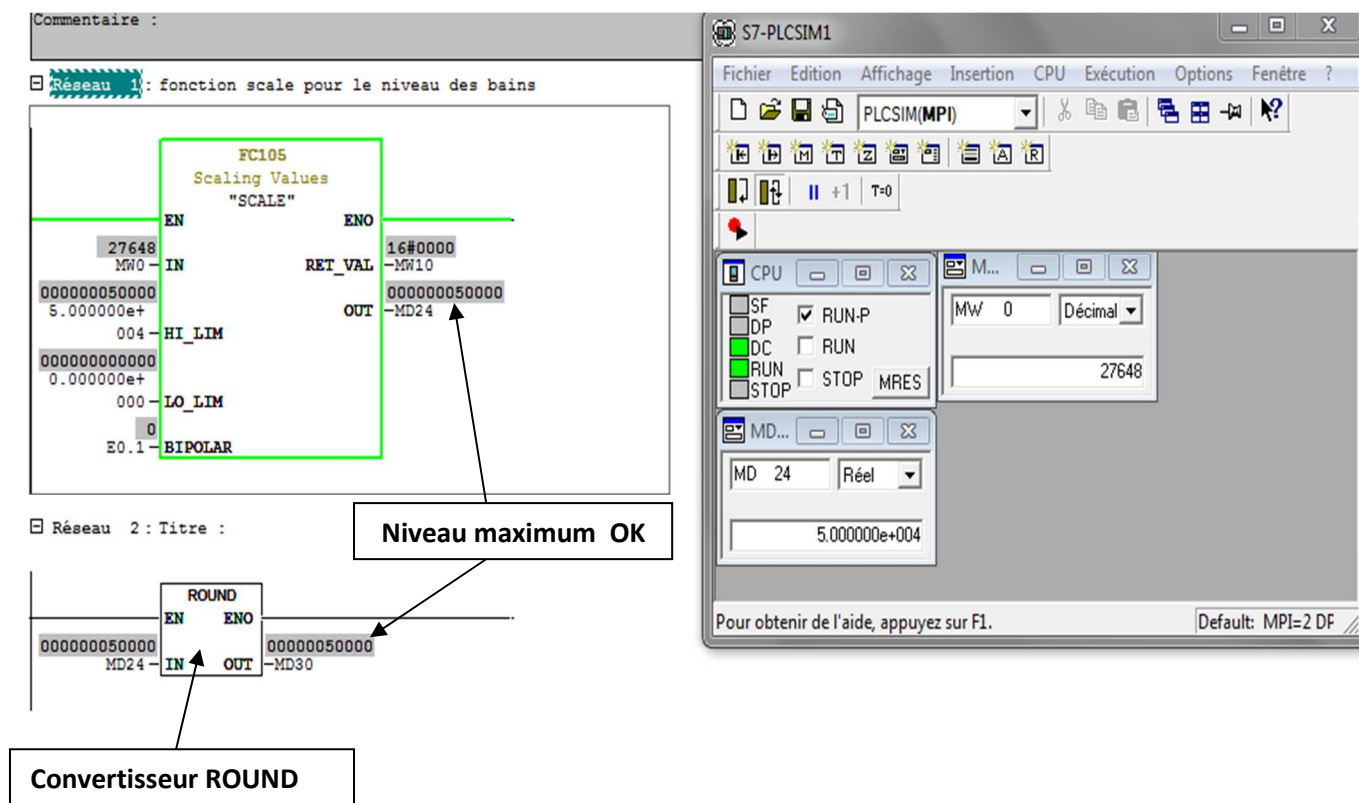


Figure III.24 : test de remplissage

Dans ce cas la valeur de 27648 correspond à 50.000 litres d'eau.

Pour le convertisseur ROUND nous permet d'avoir une valeur sans la virgule.

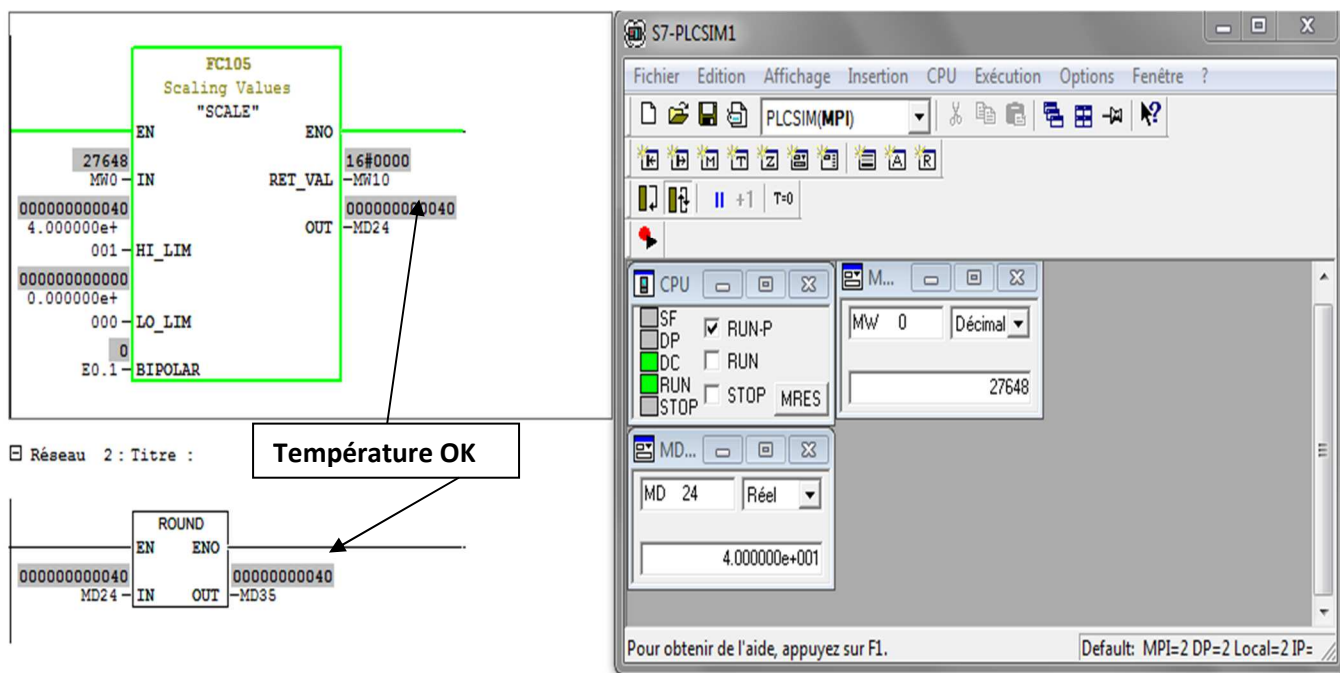


Figure III.25 :test de température

Pour le test de pression, le remplissage des deux bains se fait uniquement à une pression de 2bars. Dans notre cas le capteur d'eau reçoit une pression de 4 bars, et il nous délivre seulement une pression de 2 bars qui nous permet de faire le remplissage.

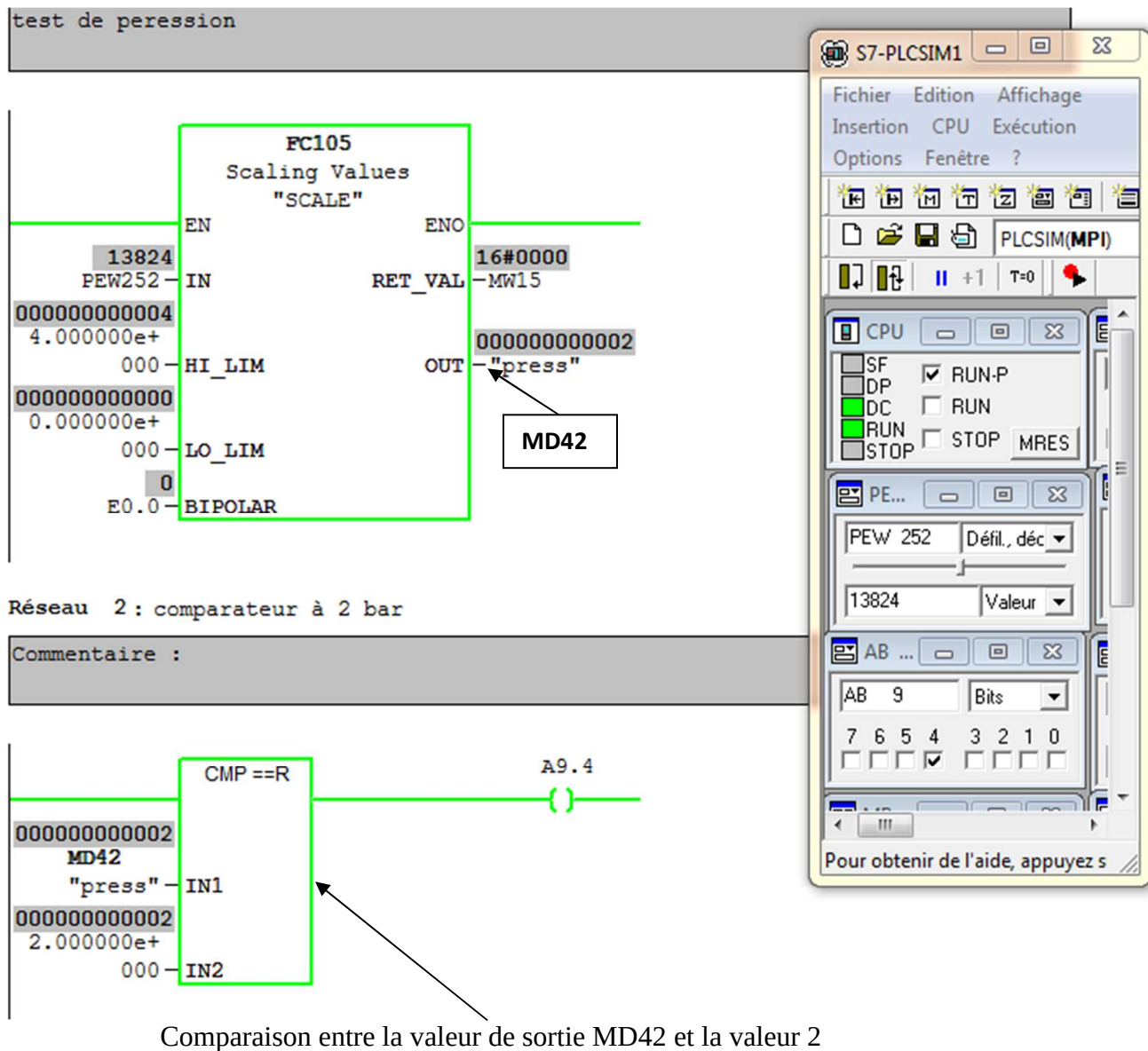


Figure III.26 : Test de pression

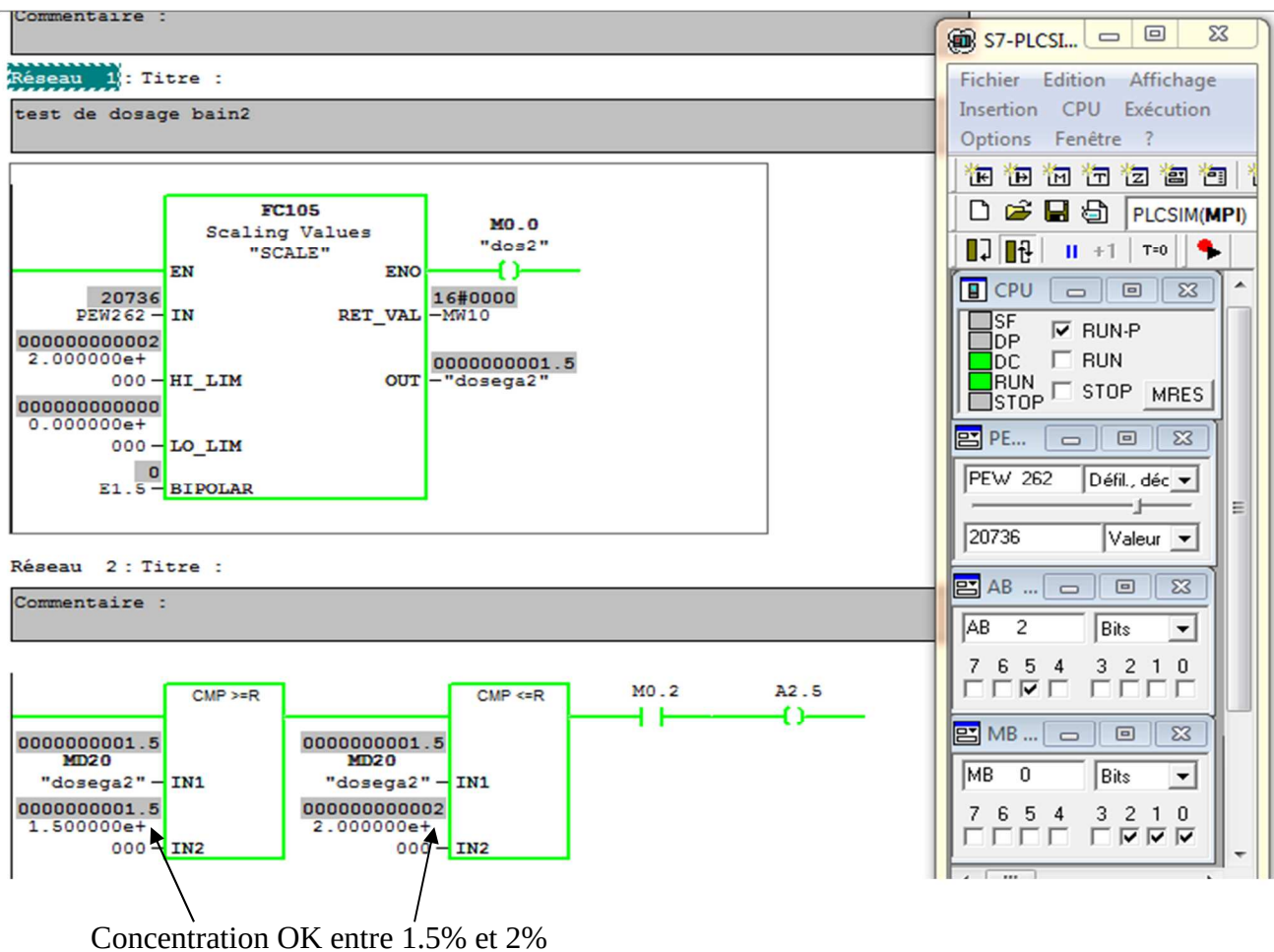
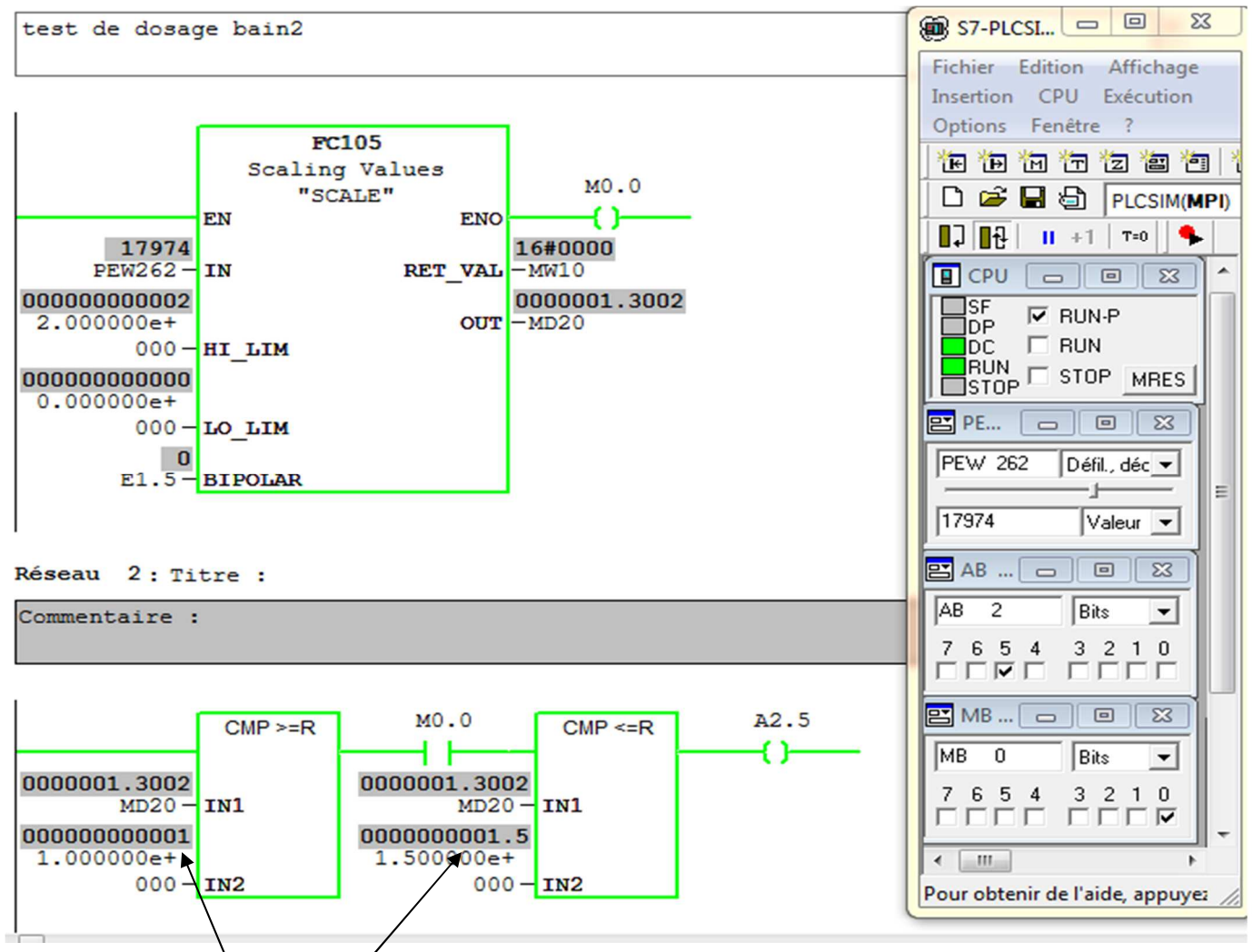


Figure III.27 : Test de concentration pour le bain 1

La concentration dans le bain 1 est entre 1.5% et 2%, la sortie A2.5 s'active à 1 si seulement si ces conditions soient satisfaites.



Concentration OK entre 1% et 1.5%

Figure III.28 : Test de concentration pour le bain 2

La concentration dans le bain 2 est entre **1%** et **1.5%**, la sortie **A2.5** s'active à 1 si seulement si ces conditions soient satisfaites.

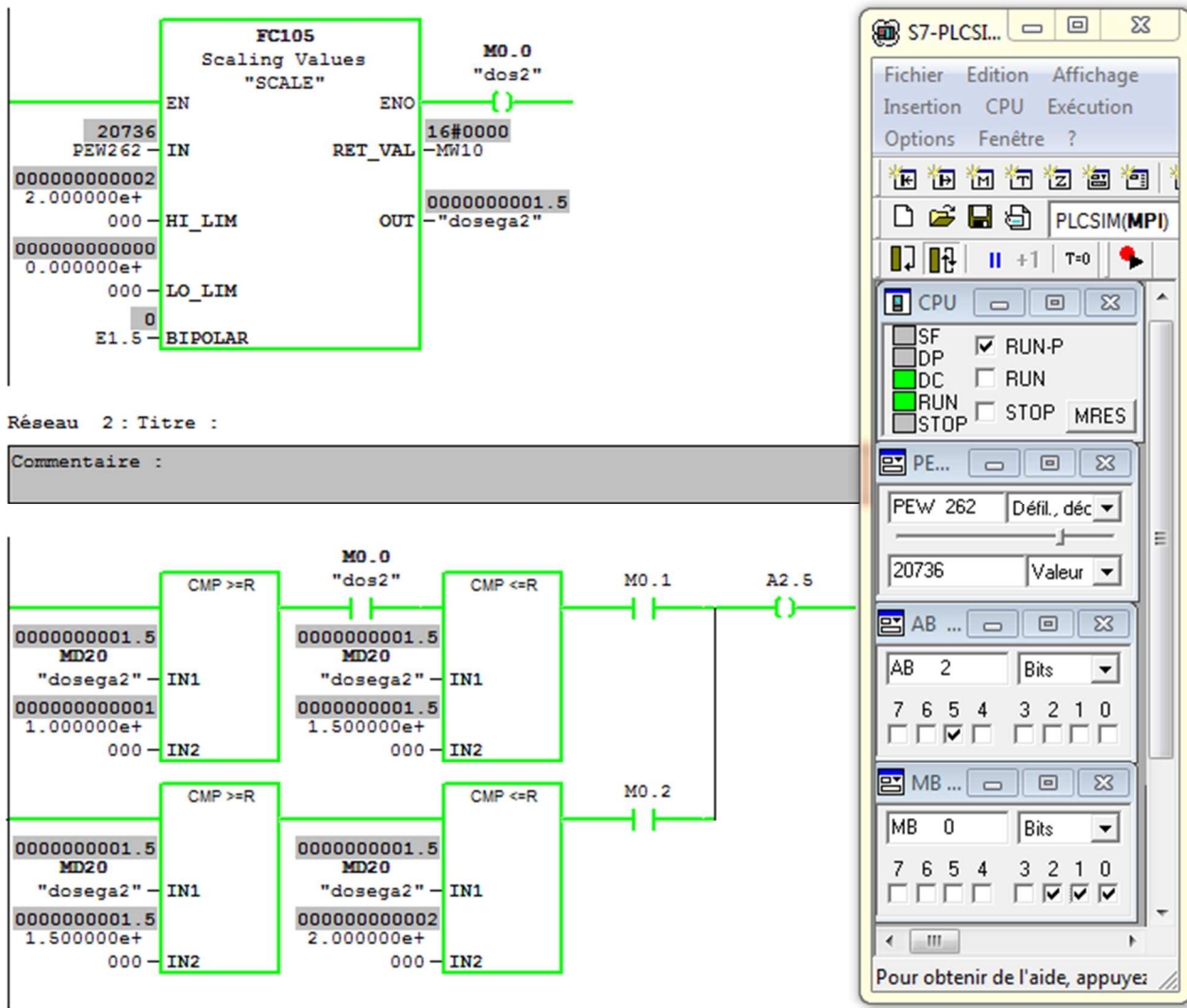


Figure III.29 :Régulation de concentration au niveau des deux bains

Une fois que toutes les conditions soient satisfaites le système passe à la mise en marche de la machine

Conclusion :

Dans ce chapitre la nouvelle solution de l'automatisation de la laveuse a été présentée avec la configuration matérielle et le programme conçu afin de remplacer l'ancien système à base de logique câblée. L'automate programmable permet une commande des processus complexes avec plus de flexibilité et moindre coût. Le seul câblage nécessaire est le raccordement des capteurs et actionneurs. Le fonctionnement étant dirigé par un programme, les modifications sont plus rapides et peu coûteuses. De plus les automates peuvent être branchés en réseau et autoriser ainsi la commande et la maintenance centralisée.

Conclusion générale

Notre travail s'est porté sur l'automatisation de la partie d'injection de soude à la station de la laveuse bouteilles en verre au sein de l'entreprise de production des boissons gazeuse Pepsi cola de Rouïba.

Sur le plan technique ; notre travail a pour objectif d'automatiser une partie de la laveuse de bouteilles en verre, nous avons utilisé un automate SIEMENS S7-300 dans le but de mettre en pratique nos connaissance acquise pendant notre formation.

Nous avons étudié le cahier de charge élaboré par l'entreprise et proposer une solution d'automatisation programmée à l'aide de logiciel SIEMNSE S7-300. Nous avons aussi proposé des modifications afin de faciliter le suivie de la production en temps réel, et donner à l'opérateur un contrôle total sur le nouveau système.

En perspective, nous avons proposé une nouvelle automatisation pour la station d'injection de soude au niveau des deux bains de rinçage, afin de minimiser les temps d'arrêt de la machine et minimiser les risques sur l'opérateur et le laboratoire.

Résumé

Le travail dans ce mémoire est basé sur l'utilisation d'un automate programmable S7-300, de la famille SIEMENS. Nous avons réalisé une étude d'automatisation d'une station d'injection de soude au niveau de la laveuse bouteilles en verre au sein de l'entreprise Pepsi cola de Rouïba, en se basent sur le principe de fonctionnement existant. L'acquisition et le traitement des données processus sont assurés par un automate S7-300.

Mots Clés

Automate programmable SIEMENS.

La laveuse bouteilles.

Les capteurs.

Les actionneurs.

L'automatisation.

Références bibliographiques

[1] Description de la laveuse de bouteilles KRONES, documentation technique de l'entreprise Pepsi-Cola RUIBA.

[2] <http://www.fr.endress.com/fr/support-assistance-ligne/retour-materiel-declarationdecontamination>. (Date de consultation 13/06/2017)

[3] <https://www.prominent.fr/fr/Produits/Produits/Pompes-doseuses/Pompes-doseuses-%C3%A9lectromagn%C3%A9tiques-%C3%A0-membrane/p-gamma-x.html>. (date de consultation 10/06/2017)

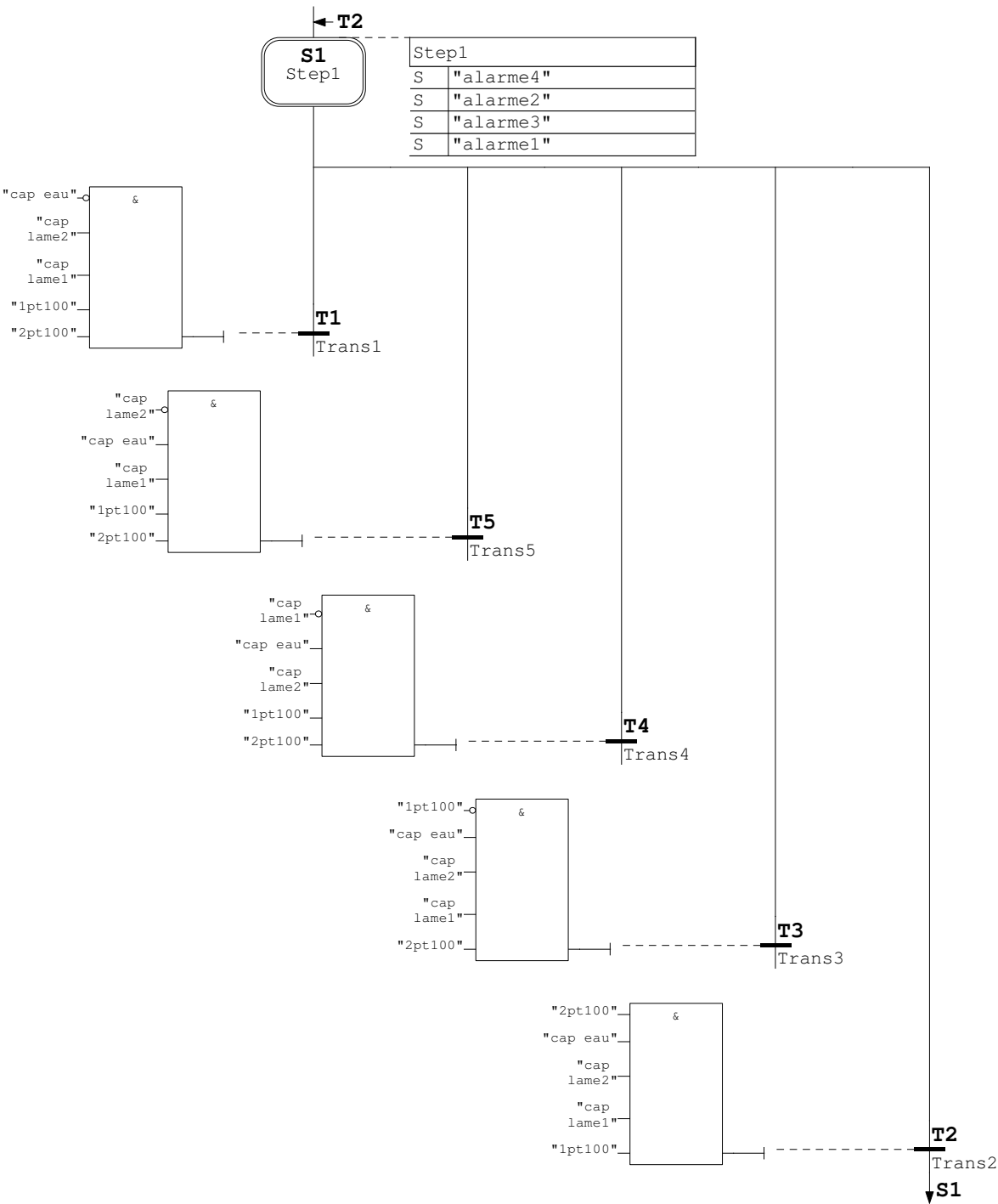
[4] <http://www.uvt.rnu.tn/resources>
[uv/cours/Automates/chap2/co/Module_chap2_3.html](http://www.uvt.rnu.tn/resources/uv/cours/Automates/chap2/co/Module_chap2_3.html). (date de consultation 31/05/2017)

[5]https://w3.siemens.com/mcms/sce/de/fortbildungen/ausbildungsunterlagen/classic-module/tabcardseiten/Documents/grundlagen-programmierung/FR_A03_Startup.pdf (date de consultation 14/06/2017)

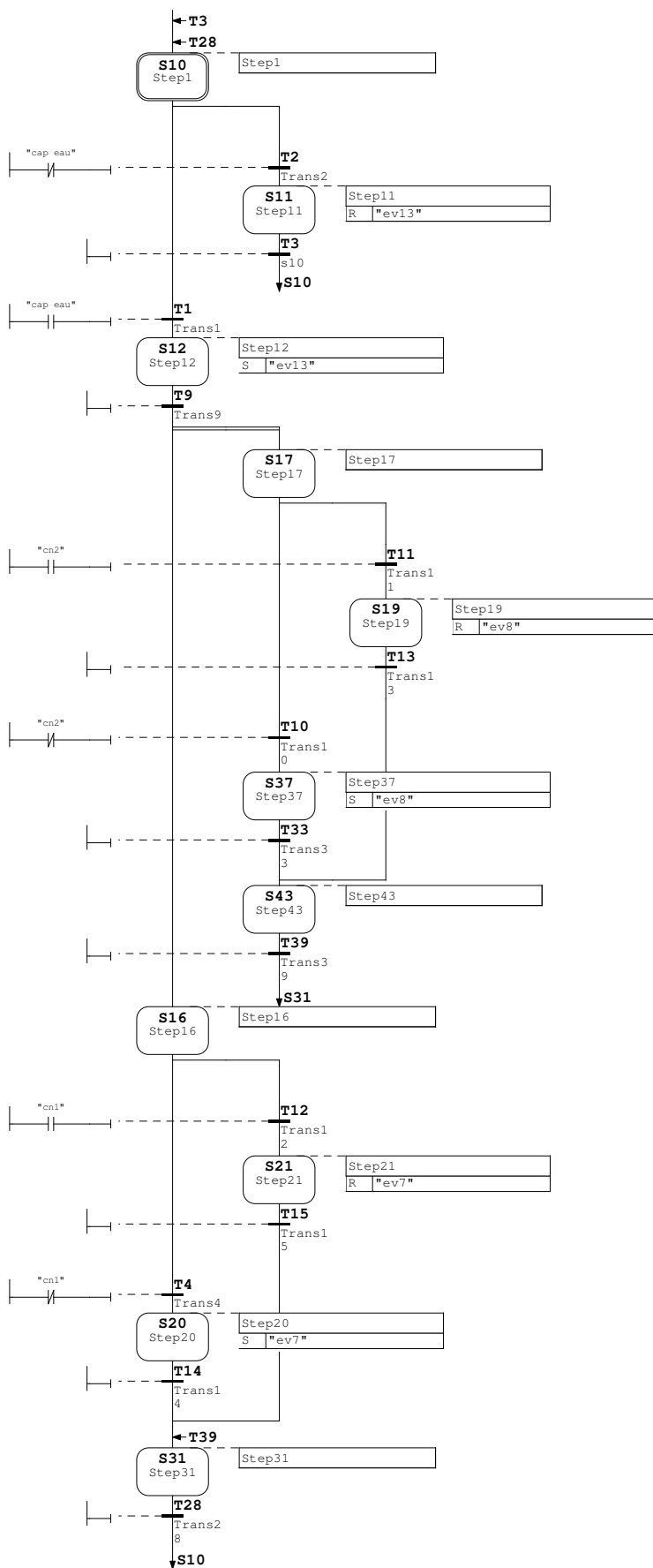
[6] LES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS POUR GEEA.

[8] Logiciel step7 v5.4, simatic,5.1.2600.5512,siemens,2004.

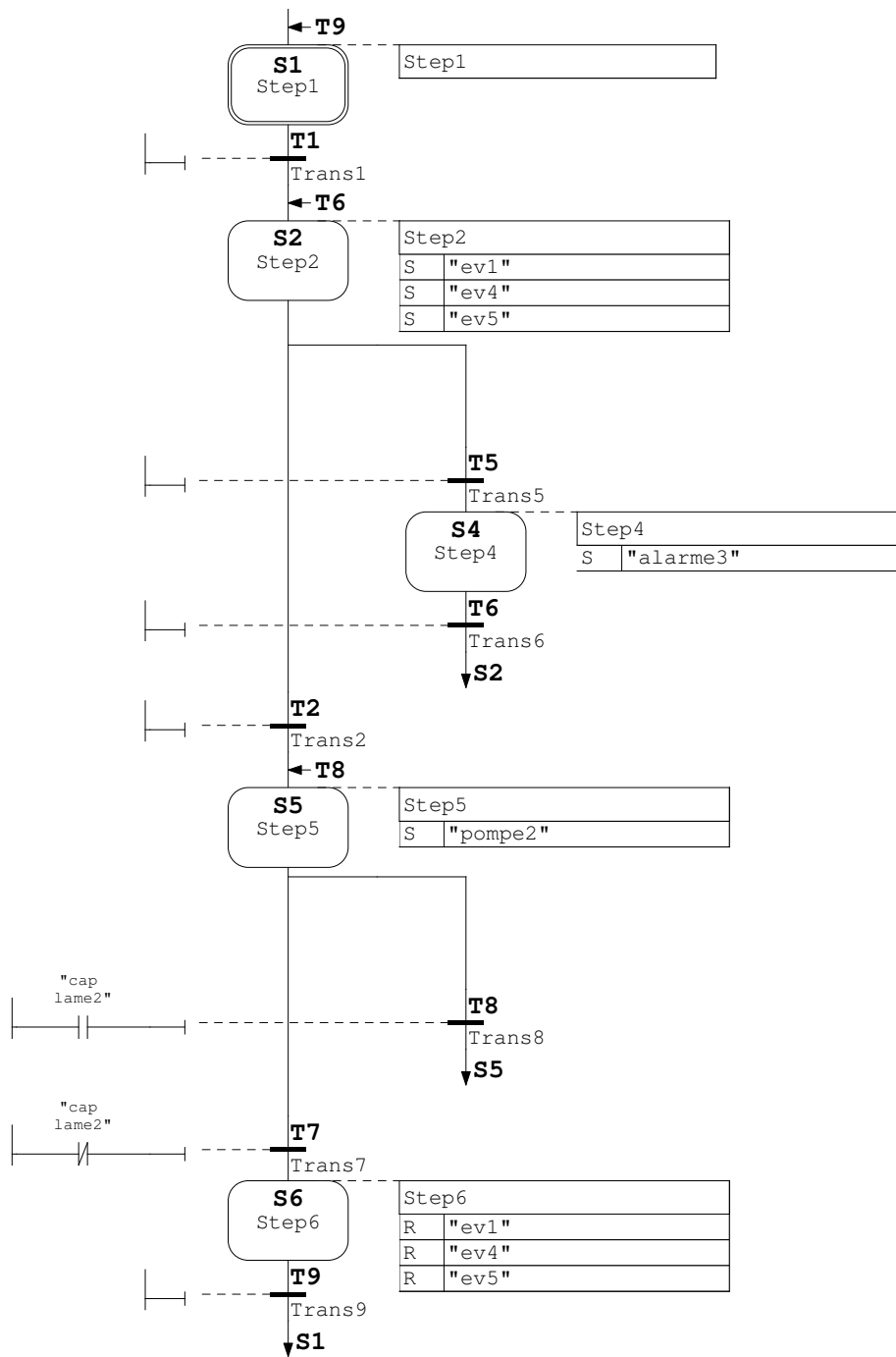
Commentaire d'étape



remplissage des deux bains



remplissage anti mousse



chauffages des deux bains

