

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

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D' INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie électrique

Spécialité : **Electronique industrielle**

Présenté par
ALIANE Ouardia

Thème

Automatisation de la station d'injection soude au niveau de la laveuse bouteilles en verre

Mémoire soutenu publiquement le/...../ 2017. devant le jury composé de :

M. F. OUALOUCHE

Maitre de conférences classe B, UMMTO, Président

M. M. LAZRI

Maitre de conférences classe A, UMMTO, Encadreur

M. M. SEHAD

Maitre de conférences classe B, UMMTO, Examineur

Remerciement

Je tiens à exprimer mes chaleureux remerciements à Mr M. LAZRI maitre de conférences à l'UMMTO pour avoir avant tout accepté d'être mon encadreur et m'assuré un suivi continuuel sans relâche durant la réalisation de ce mémoire.

Je remercie également le membre de jury d'avoir accepté réexaminer ce travail.

Je remercie également toute l'équipe du service maintenance pour leur accueil, leur aide et leur bien vaillance à comprendre les différentes parties du processus.

Enfin, je tien également à remercier toutes les personnes qui m'ont aidée à élaborer et réaliser ce travail.

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chers parents qui consenti beaucoup de sacrifices pour me permettre
de réaliser mes objectifs.

Mon chère frère YANIS

MA chère sœur FATIMA et son mari OMAR

Toute ma famille

Tous mes fideles amis

Sommaire

Introduction

Chapitre 1 : fonctionnement de la laveuse

I.1Préambule.....	3
I.2Description.....	3
I.3 Principe de fonctionnement de la laveuse KRONES.....	4
I.3.1 la station d'accumulation et de chargement.....	5
I.3.2 Prétrempage	7
I.3.2.1 Arrosage des bouteilles	7
I.3.3 Lavage	8
I.3.3.1 Extraction d'étiquettes et le chauffage des bains	8
I.3.4.1 Le premier rinçage	10
I.3.4.2 Le rinçage final	10
I.3.5 Station de déchargement	10
I.4 Passage de l'eau	11
I.4.1 Elimination de l'alcalinité	11
I.4.1.1 Divo LE.....	11
I.5 La Soude.....	11
I.6 Anti mousse.....	12
I.7 Discussion.....	12

Chapitre II : Instrumentation

II.1 Préambule	13
II.2 Solution proposée	13
II.3 Présentation de l'instrumentation actuelle de la laveuse	15
II.3.1 Actionneurs	15
II.3.1.1 Moteurs	16
II.3.1.2 Vannes	18
II.3.1.3 Echangeur de chaleur	18
II.3.2 Capteurs.....	18
II.3.2.1 indicateur de niveau solution caustique	18
II.3.2.2 Manomètre de pression	19
II.3.2.3 Sonde Pt 100.....	19
II.4 Présentation de l'instrumentation de la solution proposée	21
II.4.1 Capteurs	21
II.4.1.1 Capteur de niveau magnétostrictif.....	22
II.4.1.2 Capteur de conductivité « conductimètre ».....	22
II.4.1.3 débitmètre	23
II.4.1.4 : Indicateur de niveau « lames vibrantes ».....	24
II.4.2 Actionneurs	25
II.4.2.1 Electrovanne	25
II.4.2.2 Pompe centrifuges	25
II.4.2.3 Détendeur de pression	25
II.4.3 Bilan des capteurs / actionneurs proposés.....	25

II.5 Discussion	26
 Chapitre III : Automate programmable industriel	
III.1. Préambule	27
III.2. Historique	27
III.3 Définition d'un automate programmable	28
III.4 Architecture d'un automate programmable	28
III.4.1 Le processeur	29
III.4.2 La mémoire d'un automate programmable.....	30
III.4.3 Les interfaces Entrées/Sorties.....	31
III.4.4 : Le Bus.....	33
III.4.5 : Alimentation.....	34
III.4.6 : Choix d'un automate programmable.....	35
III.4.7 Langages de programmation d'un API.....	36
III.5 Discussion.....	38
 Chapitre IV : Automatisation du système	
IV.1 Préambule.....	39
IV.2 description du système de périphérie décentralisée (ET200M).....	39
IV .2.1 périphérie ET 200M.....	40
IV.2.2 périphérie ET200L	40
IV.3 Réseau PROFIBUS.....	41
IV.4 Logiciel de programmation (STEP 7).....	42
IV.5 Brève description des diverses étapes.....	42
IV.6 Gestionnaire de projets SIMATIC.....	44
IV.7 Blocs dans le programme utilisateur.....	45
IV.7.1Types de bloc.....	45

IV.8 Système d'automatisation actuel de la laveuse	47
IV.8.1 configuration matérielle	47
IV.8.2 Etat actuel de la laveuse.....	49
IV.9 Système d'injection soude.....	49
IV.9.1 Bilans des entrées /sorties	50
IV.9.2 Choix du matériel	50
IV.9.3 Programme de système d'injection soude et stabilisation de la concentration...	51
VI.10 Implémentation et tests.....	55
IV.11 Tests de simulation.....	58
IV.12 Discussion	60
Conclusion	

I.1Préambule

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 constant, une conservation satisfaisante et un aspect attractif. Ces conditionnements adaptés sont garantis par un équipement fiable constitué, entre autre, d'une laveuse. Dans ce chapitre, nous allons donc donner la description et le fonctionnement détaillés de la laveuse de bouteilles en verre de l'usine ABC Pepsi de Rouïba.

I.2Description

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



Figure 1.1 : La laveuse Bouteille KRONES LAVATEC

La laveuse KRONES fonctionne selon le cercle de SINNER, qui énonce qu'un bon nettoyage dépend de quatre facteurs « Action chimique, Action mécanique, Température d'eau, Temps d'actions » qui sont regroupées dans un cercle appelé cercle de SINNER, le principe repose sur le fait que si l'un des facteurs est diminué, il faut compenser sa diminution par un ou plusieurs autres facteurs.

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 par les différentes étapes de lavage « Figure 1.3 ».

La laveuse comporte plusieurs bains de trempage des bouteilles « deux bains de soude, un bain de rinçage ». Et en cours de leur passage entre les différents bains de trempage, les bouteilles sont arrosées pour garantir un lavage efficace et éviter l'accumulation des impuretés sur les parois de la bouteille « voir la figure 1.2 »

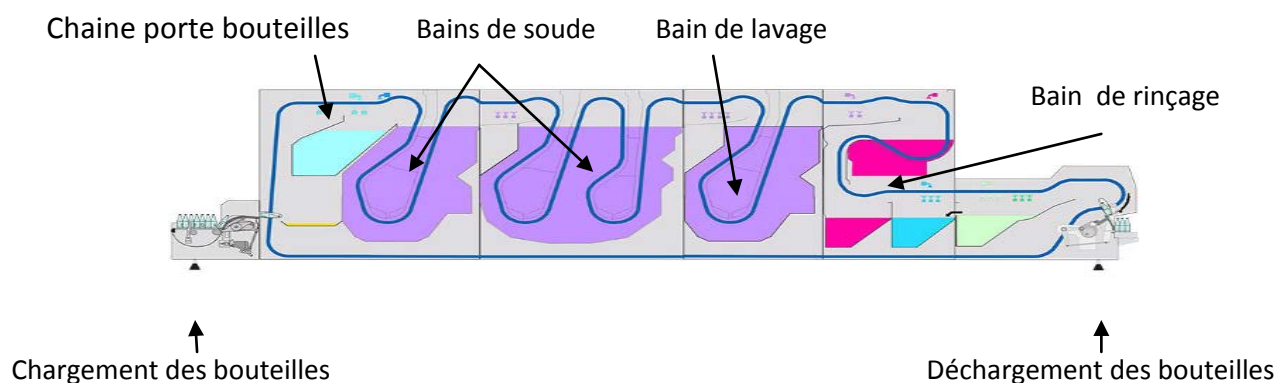


Figure 1.2 : Les bains de la laveuse

I.3 Principe de fonctionnement de la laveuse KRONES

Les bouteilles consignées sont récupérées dans un état où 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 1^{er} bain de soude, le 2eme bain de soude, le rinçage et enfin le rinçage final.

En se basant sur le principe de fonctionnement de la laveuse KRONES, on peut distinguer plusieurs zones (Figure 1.3).

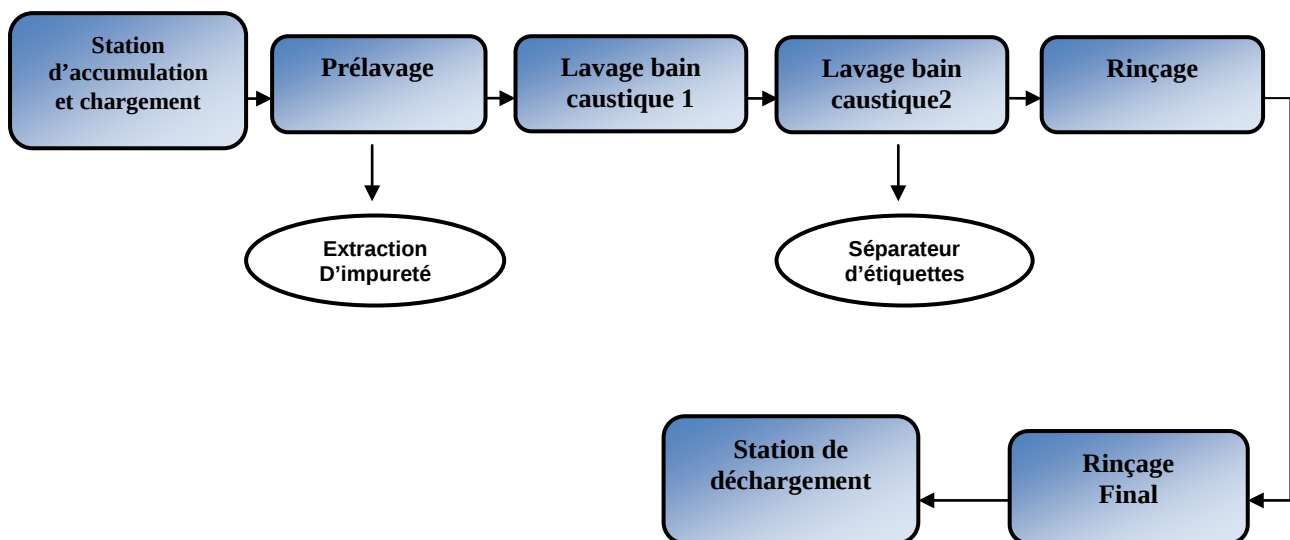


Figure I.3 : Schéma synoptique du processus de lavage des bouteilles en verre

I.3.1 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 ne soit soulevée au niveau du chargement et se met en marche lorsque les bouteilles sont soulevées de 150 mm.

Les cloisons séparatrices des voies guident les bouteilles jusqu'à la zone d'introduction « Figure 1.4 ». Les bouteilles alimentées par la station d'alimentation et de chargement sont décompactées par les dispositifs séparateurs déplacés 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, ce système bloque la machine car il y a une augmentation d'efforts.

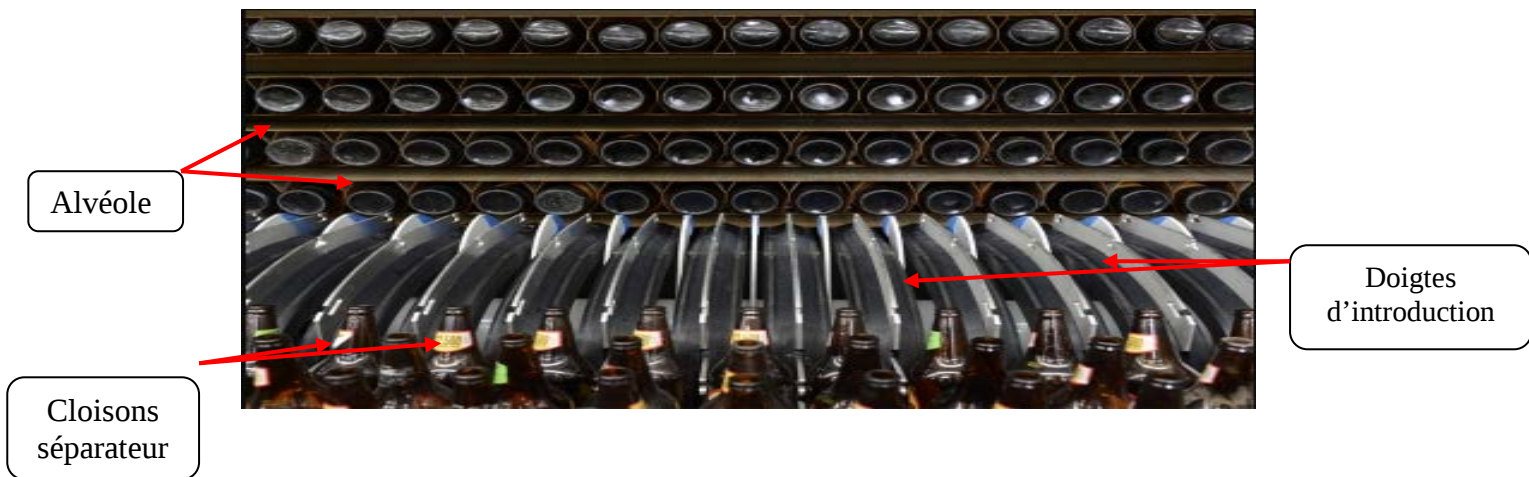


Figure1.4 : La table d'accumulation et chargement

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'ALVEOLE (FIGURE 1.5).

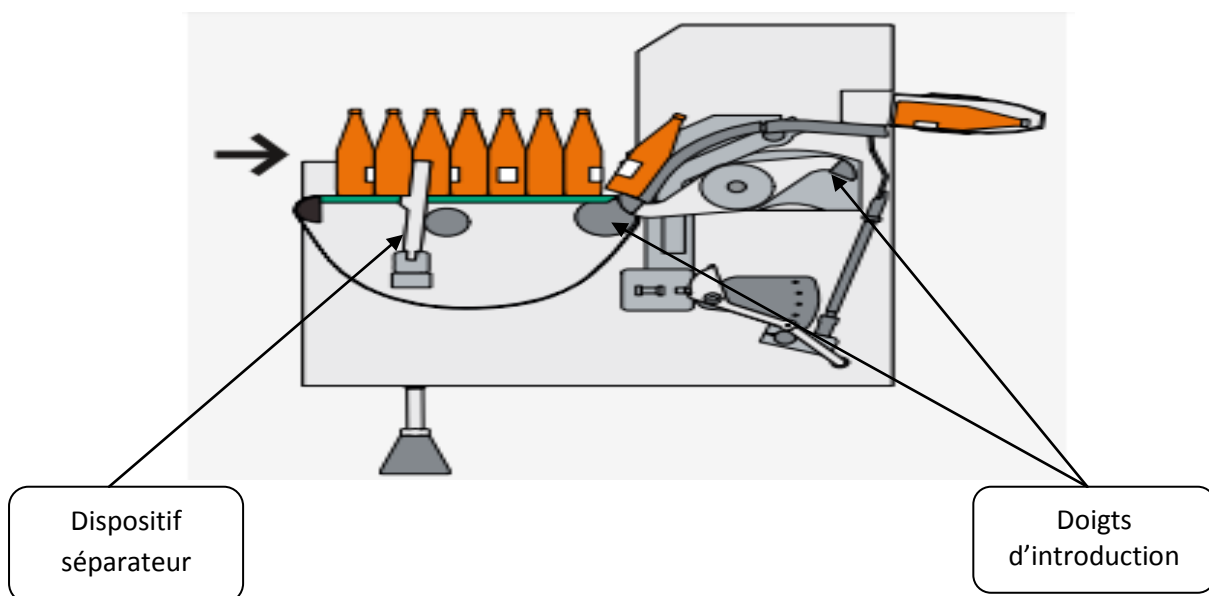


Figure 1.5 : Poste de chargement des bouteilles

I.3.2 Prétrépage :

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 prétrépage 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.3.2.1 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. Ceux la 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).

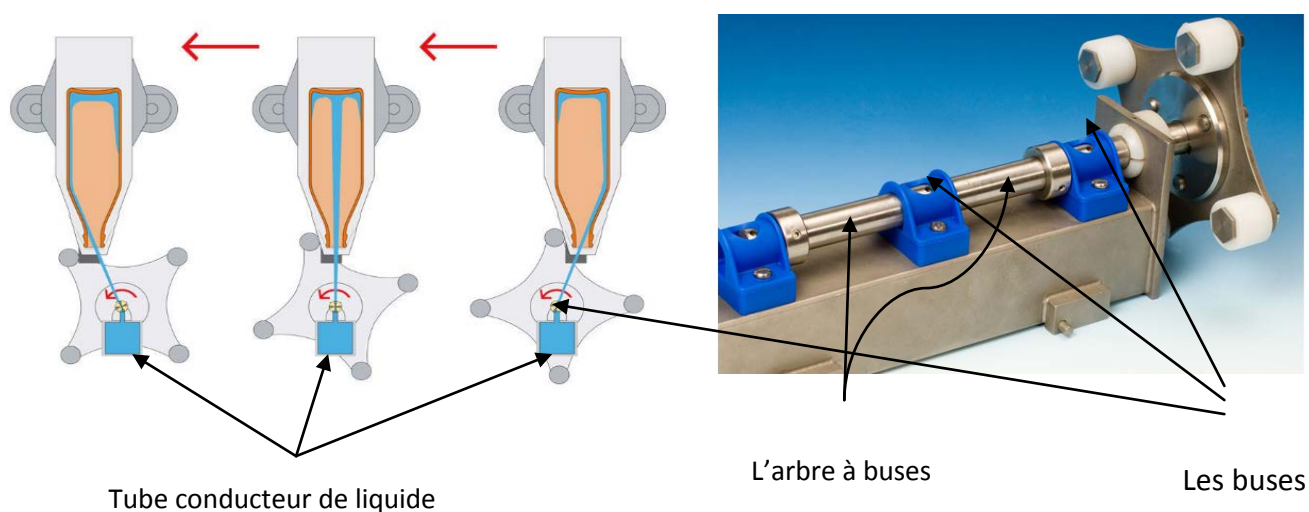


figure : 1.6 L'arrosage intérieure

- **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 entrainement (Voir Figure 1.7).

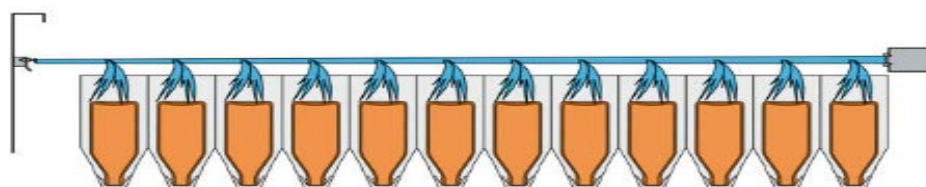


Figure 1.7 : L'arrosage extérieure

I.3.3 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 empêchant 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 50m³.

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.

I.3.3.1 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 pénètre 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 pulvérisé à la sortie de chaque bain, ce passage assure le maintien de la température des bains.

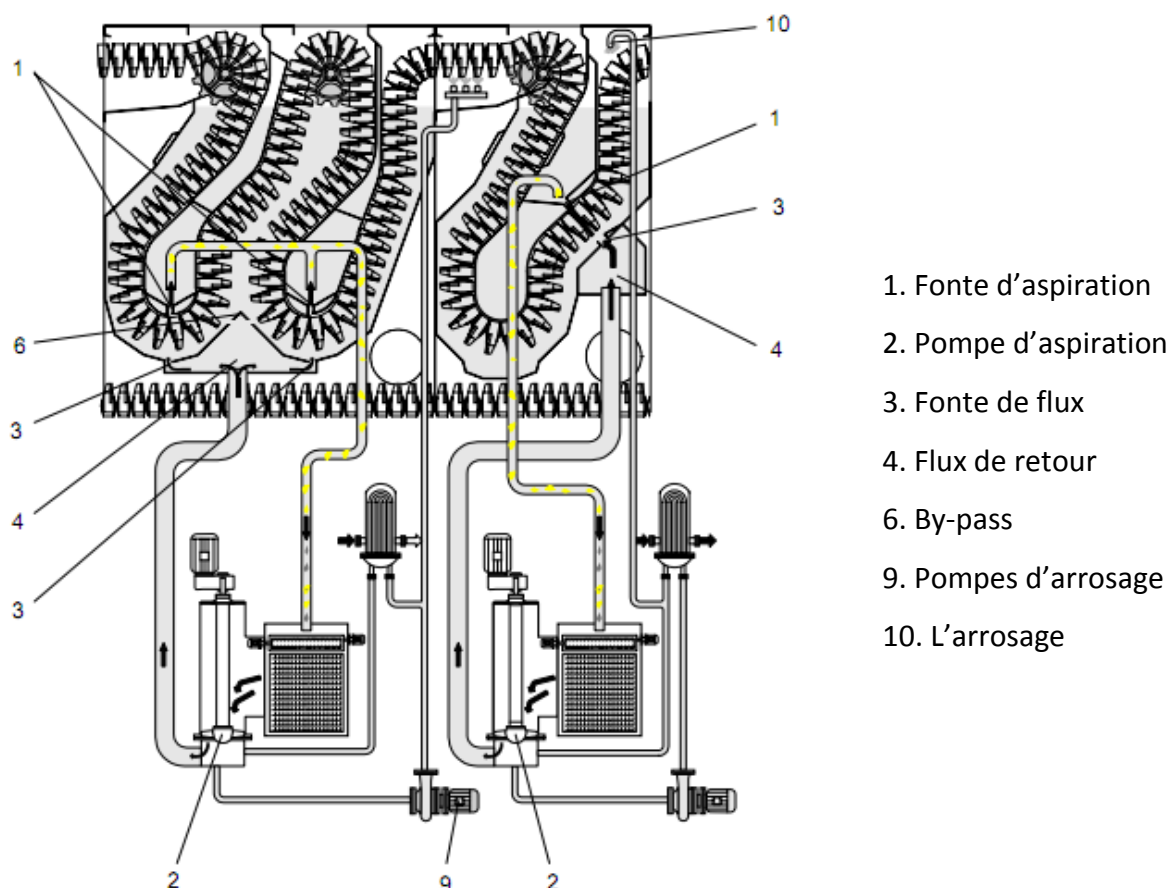


Figure 1.8 : Séparateur d'étiquettes et système de chauffage

I.3.4 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 prétrempage.

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.

I.3.4.1 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 récupérée à partir du rinçage final et celui récupéré des buses.

I.3.4.2 Le rinçage final :

Enfin les bouteilles sont pulvérisées par l'eau industriel « eau process » provenant directement de la station de traitement des eaux, cela se fait par deux buses supérieures et six buses inférieures. Ils ont le même fonctionnement cité dans le prétrempage.

I.3.5 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).

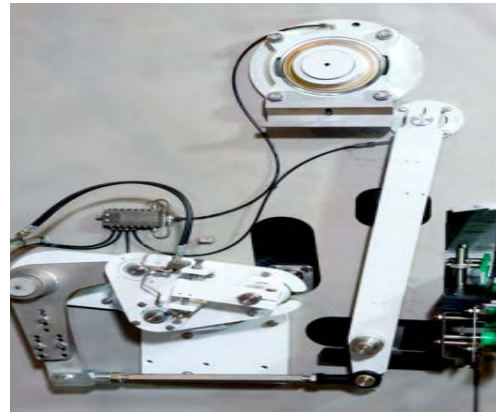
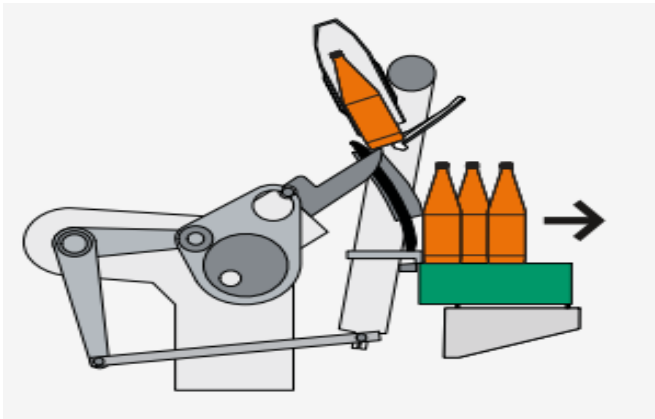


Figure 1.9 : Station de déchargement

I.4 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 baigns sont renouvelés en permanence, l'alcalinité est réduite continuellement et l'échelonnement de la température des zones de refroidissement est optimal.

I.4.1 Elimination de l'alcalinité :

Les bouteilles qui ont traversés auparavant les baigns 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.4.1.1 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 résiduels.

I.5 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).

La soude est utilisée pour le lavage des bouteilles en verre est la soude caustique perlée, présente en sachets de 25Kg, utilisé dans des baigns de lavage de 1.5% à 2.5%.

I.6 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 de deux bains, pour remédier à ce problème le laboratoire qualité exige l'utilisation de l'anti mousse à 10%.

I.7 Discussion

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 des différentes parties de cette dernière. Dans le prochain chapitre nous allons détailler l'instrumentation de la machine et donner une proposition de solution de la problématique posée précédemment, et l'instrumentation correspondante à la solution adoptée.

II.1 Préambule

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 posée.

II.2 Solution proposée

Le but de ce travail est d'améliorer les conditions de travail de personnel « laboratoire et opérateur », et avoir une concentration stable pour 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 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.

Pour cela, nous proposons d'installer un réservoir de 1 m³ 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 fixées par le laboratoire de qualité et cité dans le chapitre précédent à la section I.3. En prenant compte que la solution caustique se désintègre difficilement dans l'eau vue que c'est des baignoires, nous proposons d'installer un conductimètre dans chaque bain pour contrôler la concentration de la soude caustique. Le remplissage ou l'ajustement 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 et avoir commander la quantité de solution caustique dans les baignoires, et installer un débitmètre pour assurer la bonne quantité de soude anti mousse à injecter dans les deux baignoires. Pour éviter la marche à vide des pompes, on propose d'installer un capteur de niveau dans chaque bain, pour avoir la mesure de niveau en permanence et avoir commander la quantité de solution caustique dans les baignoires, et installer un débitmètre pour assurer la bonne quantité de soude et l'anti mousse à injecter dans les deux baignoires. Pour éviter la marche à vide des pompes, on propose d'installer un capteur de niveau TOR pour indiquer le niveau très bas. Le système proposé est montré sur la figure suivante :

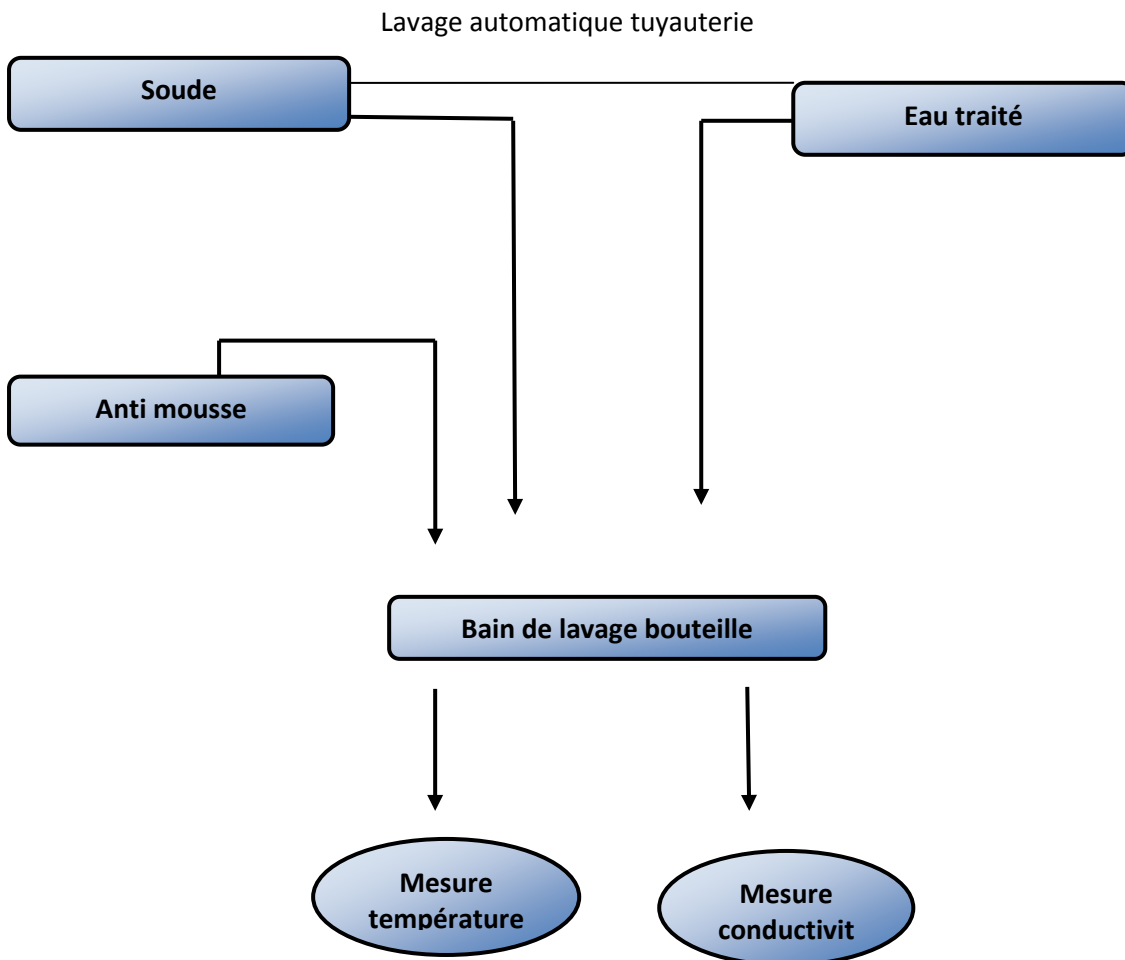


Figure II.1 : Système proposer pour alimenter les baigns automatiquement

II.3 Présentation de l'instrumentation actuelle de la laveuse

II.3.1 Actionneurs

Pour réaliser ces tâches, la laveuse bouteilles en verre KRONES possède plusieurs types d'actionneurs. Dans cette partie nous allons présenter les actionneurs essentiels de cette dernière.

II.3.1.1 Moteurs

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

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

La chaine porte alvéoles est entrainée par neufs 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 des ces moteurs et aussi équipé d'un encodeur pour calculer et contrôler la vitesse de chaque moteur.

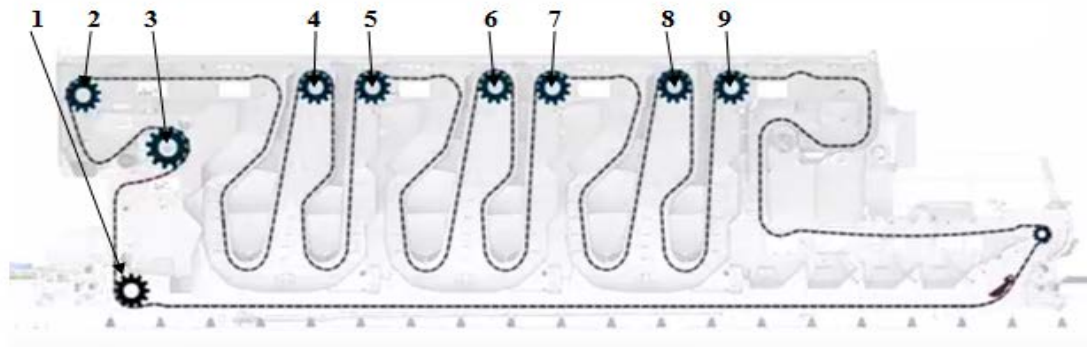


Figure II.2 : Moteur-réducteurs d'entrainement de la chaine

Les moteurs utilisées sont de la marque SSBANTTBIEBS TEchniK , les réducteurs sont de la marque SEW EURODRIVE.

- **Moteur des tables d'accumulation**

Chaque table d'accumulation « chargement et déchargement » est équipé de trois moteurs asynchrone triphasée : l'entrainement de l'arbre excentrique de chargement et de déchargement, et l'entrainement 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.

Le troisième moteur assure le mouvement des closions séparatrices qui maintient le chemin de chaque bouteille.

- **Autres moteurs**

La laveuse de bouteille en verre possède plusieurs moteurs avec divers tâches.

Les pompes de circulation et d'injection d'eau sont équipées de moteurs différents

Selon la quantité d'eau à déplacer.

Les extracteurs des « étiquettes ou verres » possèdent une variété de moteur « triphasé, monophasé » on cite par exemple un moteur pour chaque bande de tamies, un moteur pour chaque brosse extractrice d'étiquettes...etc.



Figure II.3 : le système d'extraction vue extérieure

II.3.1.2 Vannes

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

Vanne modulante

Le chauffage des deux bains se fait par la vapeur qui vient 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 est considérablement plus élevée que les vannes modulantes, elles sont placées dans toutes les conduites de différents types d'eau.

II.3.1.3 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 provenant des chaudières pour chauffage efficace pour la solution caustique. Pour mesure de sécurité, les conduites sont équipées de purgeurs pour la dépressurisation en cas de pression ou une température trop élevée.

Les purgeurs utilisés sont de la marque SAMSON type 13 E

II.3.2 Capteurs

II.3.2.1 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 bains est ainsi visible.

II.3.2.2 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.3.2.3 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 baigns 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 baigns sont placés à côté des baigns de soude, ils sont chauffés par les parois de ces dernières.

Caractéristiques technique :

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



Figure II.4 Sonde Pt 100

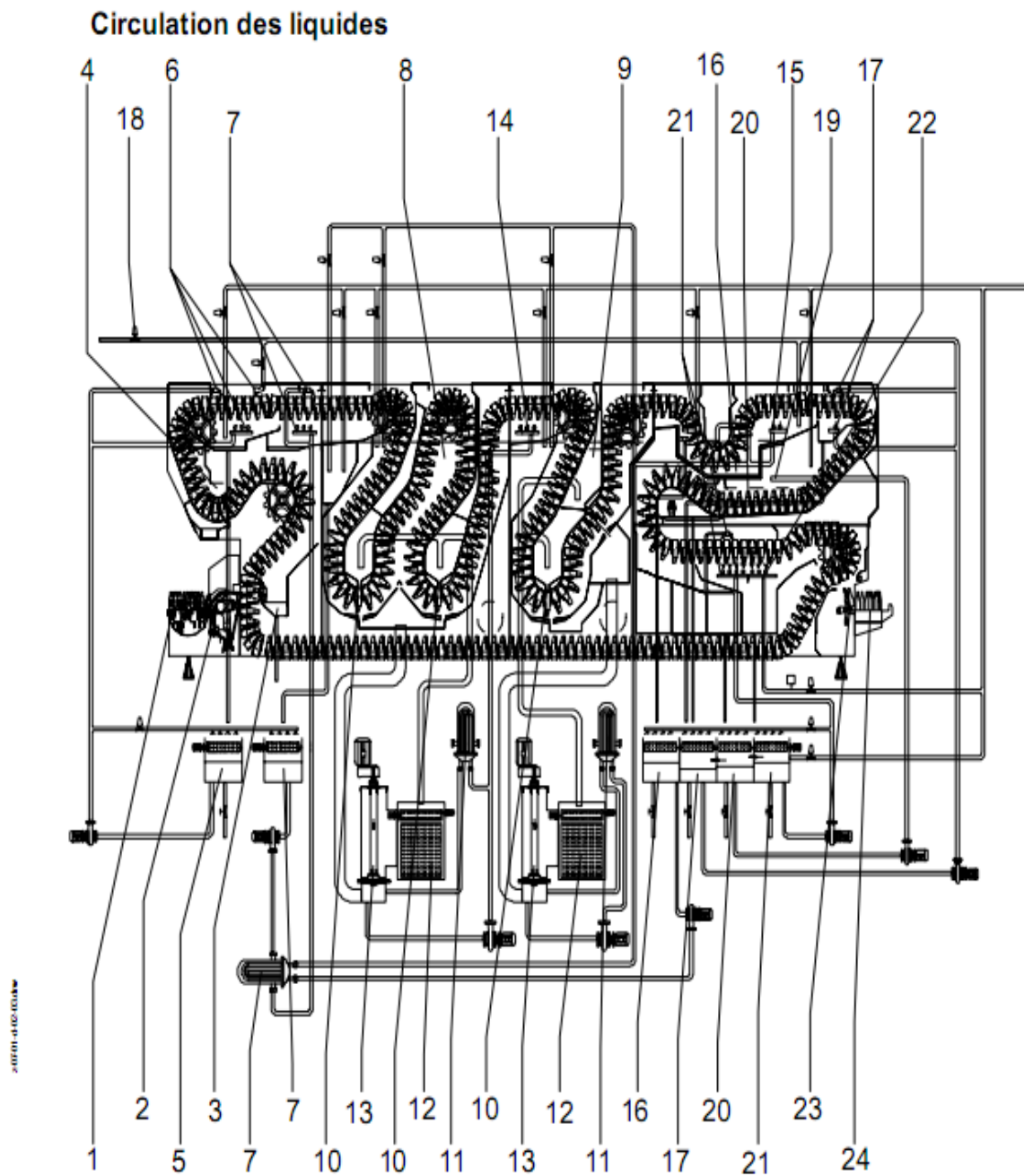


Figure II.4 : circulation de liquide au niveau de la laveuse

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 Aspersions eau fraîche
23. Chargement des bouteilles
24. Transporteur de déchargement des bouteilles

II.4 Présentation de l'instrumentation de la solution proposée

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

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

II.4.1 Capteurs

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

II.4.1.1 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 répropage le long du fil jusqu'à la tête de capteur, la durée de parcours est enregistrée et interprétée par l'électronique.

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

Caractéristiques technique :

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



II.4.1.2 Capteur de conductivité « conductimètre »

L'intensité de la solution caustique « NaOH » est déterminée par le degré de crassement 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 diminue. La mesure de la conductivité permet de connaître la concentration de la soude au niveau des deux bacs.

La mesure de la conductivité est directement proportionnelle à la concentration de soude caustique voir la figure « II.6 », la conductivité est mesurée en milli-Siemens et la

concentration de NaOH est mesuré en pourcentage. D'onc on propose d'installer un capteur de conductivité pour mesuré la concentration soude en permanence.

Le conductimètre proposé est de la marque **ENDURANCE** série 400.

Caractéristiques technique :

- Echelle : 0- 200 mS
- Température : 0 – 105 °C
- Pression Max : 1825 KPa
- Signal électrique : 4 ... 20 mA

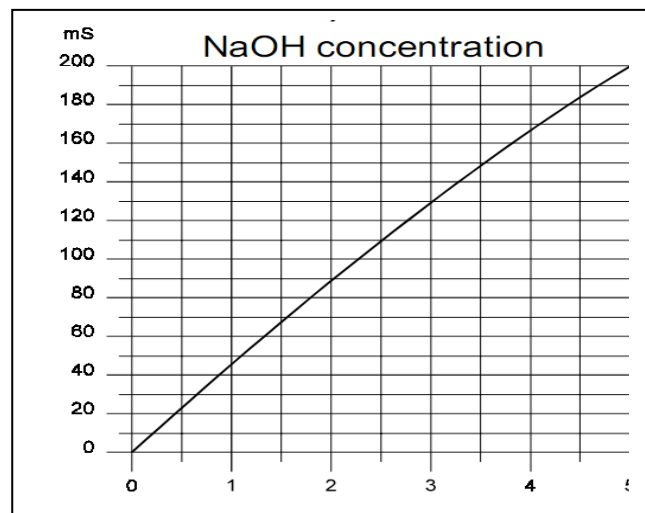


Figure II.6 : Conductivité en fonction de la concentration **NaOH**

II.4.1.3 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 notre installation et qui offre une marge varier avec une précision d'un litre (1 L) seulement c'est un débitmètre électromagnétique d'Endress & ausser.

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

Caractéristiques technique :

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



Figure II.7 : Débitmètre électromagnétique

II.4.1.4 : Indicateur de niveau « lames vibrantes »

Est un dispositif de protection des pompes contre la marche à vide. Le LEV330 est une variante à rallonge permettant un montage vertical jusqu'à 6 mètres de distances par rapport au sommet de réservoir pour notre application on va l'utiliser dans les réservoirs de soude caustique et réservoirs d'anti mousse.

Caractéristiques technique :

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



Figure II.8 : Capteur de niveau lame vibrante

II.4.2 Actionneurs

Notre installation possède une variété d'actionneurs de différents types « logique analogique ». Dans cette partie on va les détailler et donner leurs caractéristiques.

II.4.2.1 Electrovanne

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

II.4.2.2 Pompe centrifuges

Afin d'acheminer les liquides vers leurs poste d'utilisation, l'usage de pompes chimiques ARGAL est approprié, ils sont placés dans les deux réservoirs de soude liquide et de l'anti mousse, les pompes centrifuge 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 centrifuges proposées sont des pompes à palette flexible. Pour le principe de fonctionnement.

II.4.2.3 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 « tuyauterie de soude caustique » à partir de circuit primaire haute pression « conduite d'eau provenant de la station de traitement des eaux »

II.4.3 Bilan des capteurs / actionneurs proposés

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

	Nom de l'element	Nombre	Signal	type
Capteurs	Conductimètre	2	4-20mA	Analogique
	Capteurs de niveau	2	4-20 mA	Analogique
	Débitmètres	2	impulsion	TOR
	Capteur de niveau a la lame vibrante	4	24V 0.5 A	TOR
	Sonde pt 100	2	24V 0.5A	TOR
Actionneurs	Contacteurs (moteurs, pompes, vannes)	8	24V 0.5A	TOR
	Electrovanne	12	24V 0.5A	TOR

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

II.5 Discussion

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

III.1. Préambule

Les automates programmables sont très utilisés dans l'industrie. Des progrès sont réalisés pour tenter d'optimiser le processus d'automatisation. L'objectif de ce chapitre est de donner un aperçu détaillé sur les automates programmables. En premier lieu, un bref historique est présenté. Ensuite, l'automate programmable et son environnement sont décrits.

III.2. Historique

La première utilisation des automates furent d'abord le remplacement des horloges de contrôler le temps des employés, par la suite leurs multiples utilisations industrielles, en particulier sur les lignes de productions des usines, deviennent indispensables non seulement au point de vue contrôle, mais aussi du côté économique pour l'espace et l'entretien.

Les premiers automates programmables n'effectuaient que la communication ON/OFF (et vice versa) avec la possibilité de temporisation, comme le relais. Leur application était limitée seulement aux procédés répétitifs ainsi qu'à certaines machines, par contre leur avantage consiste dans une installation facile, la visualisation des étapes, ils possédaient des indicateurs diagnostiques, c'est déjà mieux que les relais, en plus de pouvoir être reprogrammé en modifiant des fonctions ou des procédés [2].

De 1970 à 1974 la technologie des microprocesseurs a ajouté une plus grande flexibilité et une intelligence à l'automate programmable. Les capacités d'interfaces avec l'utilisateur s'améliorent.

L'automate programmable peut maintenant exécuter des opérations logiques et arithmétiques, il manipule les données et les adresses ; il s'effectue la communication avec d'autres automates ou ordinateur, donnant ainsi une nouvelle dimension aux applications de l'automate programmable.

Les automates programmables utilisent une mémoire (RAM+PILE, EEPROM, par exemple) pour emmagasiner les instructions. Ces derniers accompliront des fonctions logiques, arithmétiques, de temporisation, de comptage et de manipulation des données.

En plus les fonctions de contrôle numérique de processeurs sont présentes « régulation numérique », puisque les automates ont été conçus pour accomplir des opérations semblables à celle de relais, des langages de haut niveau ont été aussi implantés sur certains automates afin de produire une plus grande flexibilité de programmation.

III.3 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 [3].

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.

III.4 Architecture d'un automate programmable

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

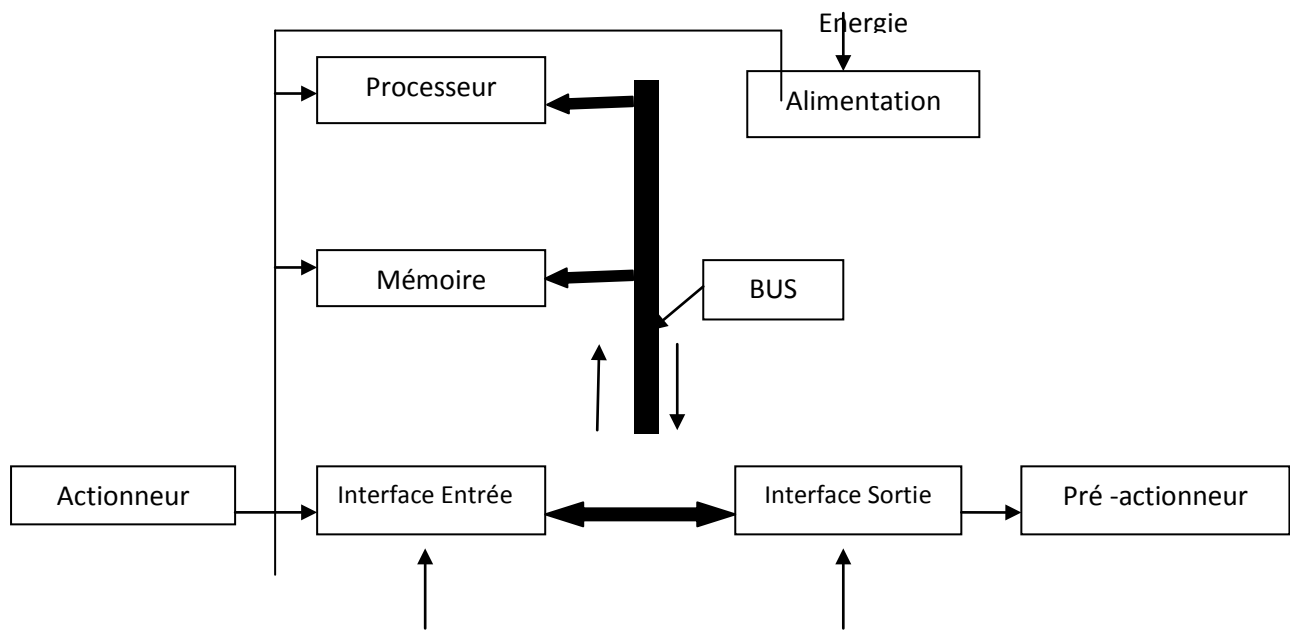


Figure III.1 : La structure interne d'un automate programmable [3]

L'automate traite les informations reçues 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.4.1 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

- 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

III.4.2 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.

III.4.3 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 « **opoto1 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.

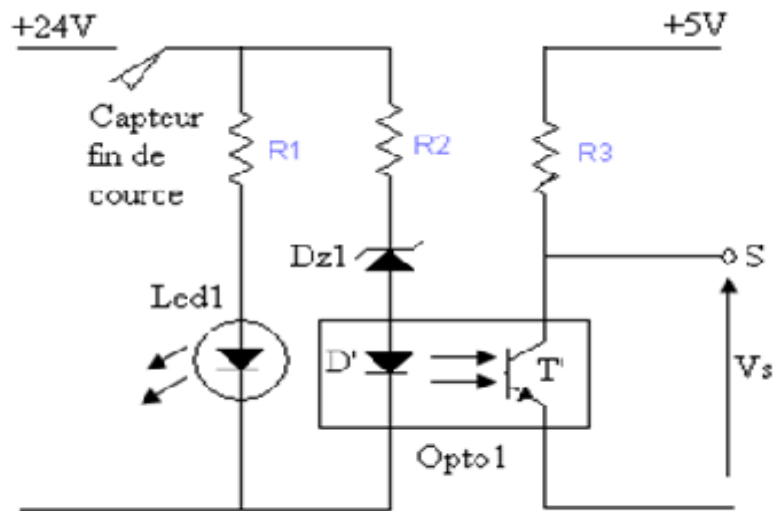


Figure III.4 : Principe de fonctionnement de l'interface d'entrée

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.

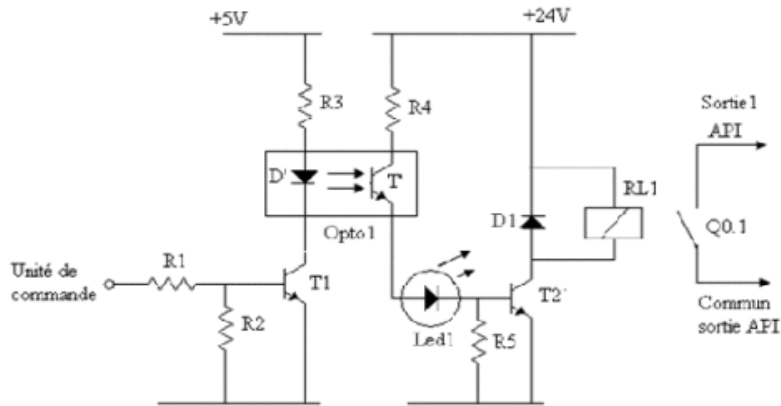


Figure III.5 : fonctionnement des interfaces de sorties

III.4.4 : 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 vinculer 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.

III.4.5 : 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.

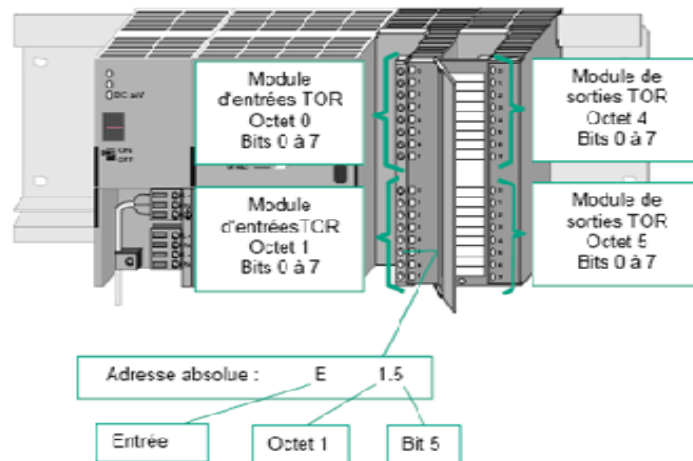


Figure III.6 : schéma de principe d'un module TOR

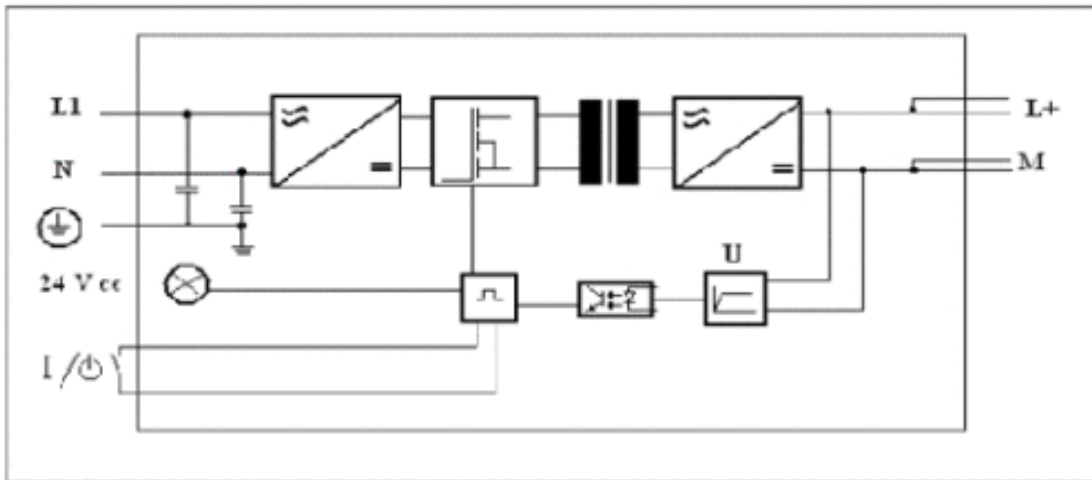


Figure III.7 : schéma de principe d'une alimentation d'un API

III.4.6 : Choix d'un automate programmable

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

- 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.

III.4.7 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

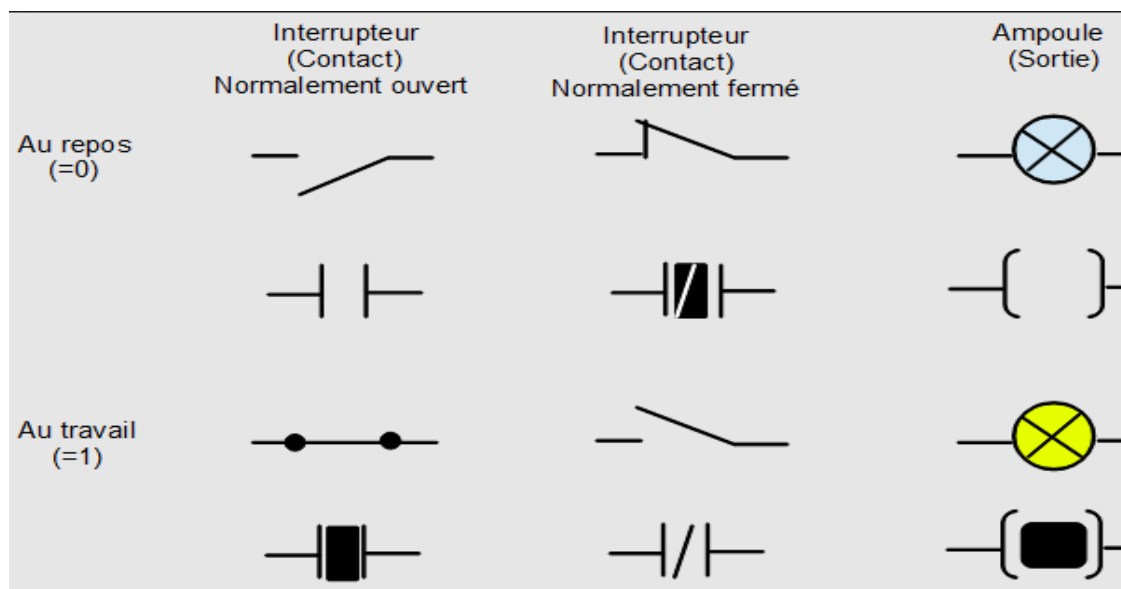


Figure III.8 : Symboles des composants d'un langage ladder

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, compléter

éventuellement par des modificateurs et, si c'est nécessaire pour l'opération, un ou plusieurs opérandes séparer 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.

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 apparaître 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. Le langage SFC : (sequenciel function chart), ou **GRAFCET**, est un langage graphique utilisé pour décrire les opérations séquentielles. Le procédé est représenté comme une suite connue d'étape (état stable), reliées entre elles 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 graphiques 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.

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 des 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.

III.5 Discussion

Dans ce chapitre, nous avons décrit l'architecture de l'automate programmable d'une façon générale ainsi que les différents blocs constituant l'API. Dans le prochain chapitre, nous présentons la partie automatisée, en l'occurrence « ajout de la soude caustique ».

IV.1 Préambule

Dans le but d'automatiser le 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. Ceci a été réalisé en consultation avec le personnel de l'entreprise où les produits Siemens sont utilisés.

Dans ce chapitre, dans un premier temps, nous allons faire une brève description sur l'environnement de l'automate programmable, autrement dit, les unités connectées à notre API. Dans un second temps, tenant compte de fonctionnement semi automatique de la machine, des fonctions manuelles restantes ont été automatisées optimisant ainsi le fonctionnement de la machine. En effet, la partie de fonctionnement « ajout de la soude caustique » fait l'objet de l'automatisation.

IV.2 description du système de périphérie décentralisée (ET200M)

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. Pour y remédier, nous avons utilisé des périphéries décentralisées (ET200M et ET200L), elles 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.

IV .2.1 périphérie ET 200M

La station de périphérie décentralisée ET200M est un esclave DP modulaire, il a la 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 IV.1 : ET200 M configurée avec 4 modules

IV.2.2 périphérie ET200L :

La station de périphérie décentralisée ET200L est un esclave DP située dans le système de périphérie décentralisée ET200 et dotée 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 IV.2.

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 ; 187.5 ; 500 et 1500 Kbits/s.
- ✚ Protocole de bus PROFIBUS-DP.
- ✚ Protection contre l'inversion des pôles et contre les pannes de courant.

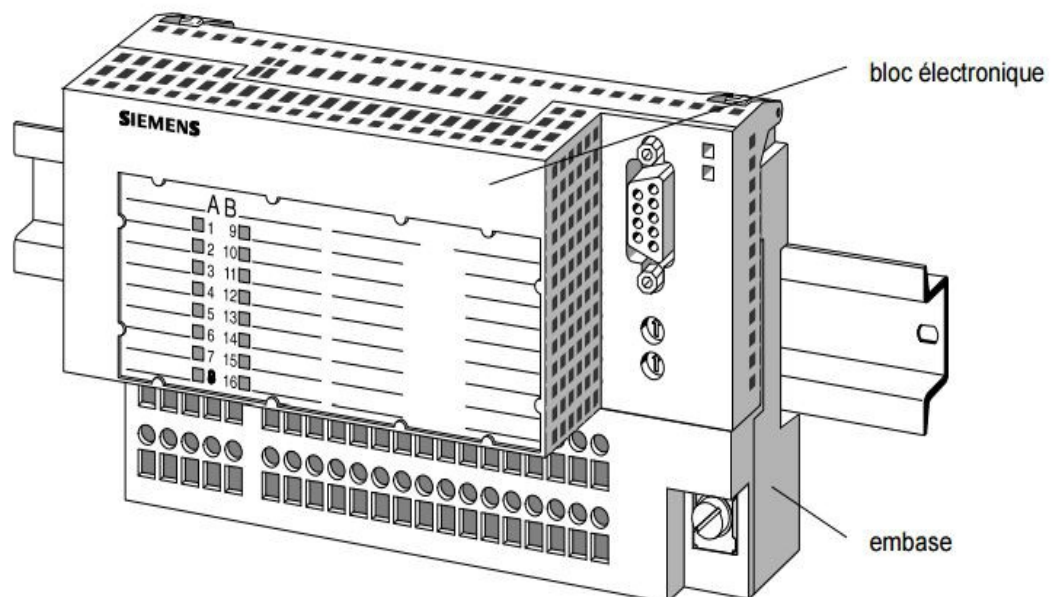


Figure IV.2 : Station décentralisée ET 200 L

IV.3 Réseau PROFIBUS

On appelle un réseau un ensemble de moyens qui permettent d'effectuer la communication entre des processus, l'application ou tâches réparties 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 électrique basé sur un câble blindé à deux conducteurs,

répondant aux besoins d'un large éventail application. Il autorise le dialogue de matériels multi-constructeurs, sans passer par des interfaces spécialisées.

Le profil de communication le plus répondu dans l'industrie et le plus prisé pour sa rapidité, ses performances et sa connectique à faible coût, PROFIBUS DP «DP signifie périphérie décentralisée» est réservé au dialogue entre automatismes et périphérie décentralisée, et est destiné aux applications de type maître-esclave pour la gestion des équipements d'entrées- sortie déportées avec des temps d'accès extrêmement courts.

IV.4 Logiciel de programmation (STEP 7)

Rappelons que la programmation que nous avons réalisée a été faite en utilisant le logiciel STEP7. Ce dernier est un logiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC. Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. Le logiciel de base STEP 7 existe en plusieurs versions :

- STEP 7-Micro/DOS et STEP 7-Micro/Win pour des applications autonomes simples sur SIMATICS7 – 200.
- STEP 7 pour des applications sur SIMATIC S7-300/400, SIMATIC M7-300/400 et SIMATIC C7 présentant des fonctionnalités supplémentaires :
 - Possibilité d'extension grâce aux applications proposées par l'industrie logicielle SIMATIC (voir aussi Possibilités d'extension du logiciel de base STEP 7)
 - Possibilité de paramétrage de modules fonctionnels et de modules de communication
 - Forçage et fonctionnement multiprocesseur
 - Communication par données globales
 - Transfert de données commandé par événement à l'aide de blocs de communication et de blocs fonctionnels

IV.5 Brève description des diverses étapes

Pour automatiser notre système, un certain nombre d'étapes doivent être effectuées :

- Installation de STEP 7 et des "License Keys"
Pour une première utilisation, vous devez installer STEP 7 et transférer les "License Keys" depuis la disquette sur le disque dur (voir aussi Installation de STEP 7 et Autorisation).
- Conception de la solution d'automatisation
Avant d'utiliser STEP 7, planifier notre solution d'automatisation depuis la division du processus en tâches individuelles jusqu'à la réalisation d'un schéma de configuration (à partir des organigrammes).
- Conception de la structure du programme
En utilisant les blocs mis à notre disposition par STEP 7, transposé les tâches décrites lors de la conception de notre solution d'automatisation en structure de programme.
- Démarrage de STEP 7
Démarré STEP 7 depuis l'interface utilisateur de Windows.
- Définition de la structure du projet
Un projet peut être comparé à un dossier dans lequel toutes les données sont organisées de manière hiérarchique et sont toujours disponibles. Dès la réaction d'un projet, toutes les tâches suivantes y seront exécutées.
- Création de la station
En créant la station, on va choisir l'automate programmable, dans notre cas SIMATIC S7 300.
- Configuration matérielle
Dans une table de configuration, définir les modules de notre solution d'automatisation ainsi que les adresses permettant d'y accéder depuis le programme utilisateur.
- Définition de mnémoniques

Dans une table des mnémoniques, on peut remplacer des adresses par des mnémoniques locales ou globales de désignation plus évocatrice afin de les utiliser dans notre programme.

- Création du programme

En utilisant l'un des langages de programmation mis à notre disposition, on va créer un programme affecté ou non à un module, ensuite enregistré sous forme de blocs, de sources ou de diagrammes.

- S7 uniquement : création et exploitation de données de référence.

- Chargement de programmes dans le système cible

S7 uniquement : une fois la configuration, le paramétrage et la création du programme terminés, on peut transférer notre programme utilisateur complet ou des blocs individuels dans le système cible (module programmable de notre solution matérielle). La CPU contient déjà le système d'exploitation.

IV.6 Gestionnaire de projets SIMATIC

Le gestionnaire de projets SIMATIC gère toutes les données relatives à un projet d'automatisation quel que soit le système cible (S7/M7/C7) sur lequel elles ont été créées. Le gestionnaire de projets SIMATIC démarre automatiquement les applications requises pour le traitement des données sélectionnées.

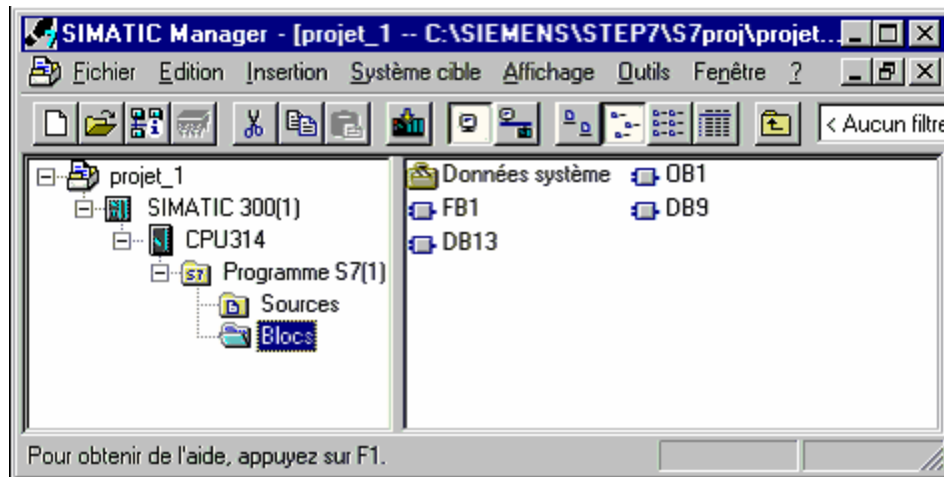


Figure IV.3 : Gestionnaire de projet SIMATIC

IV.7 Blocs dans le programme utilisateur

Le logiciel de programmation STEP 7 permet de structurer notre programme utilisateur, c'est-à-dire de le subdiviser en différentes parties autonomes. Il en résulte les avantages suivants :

- écrire des programmes importants mais clairs
- standardiser certaines parties du programme
- simplifier l'organisation du programme
- modifier facilement le programme
- simplifier le test du programme, car on peut l'exécuter section par section
- faciliter la mise en service

Dans notre exemple de processus d'injection soude et anti mousse, les parties du programme utilisateur structuré correspondent à ces différentes tâches ; il s'agit des blocs du programme.

IV.7.1 Types de bloc

Différents types de bloc dans un programme utilisateur S7

Bloc	Brève description de la fonction	Pour plus de détails
Blocs d'organisation(OB)	Les OB déterminent la structure du programme utilisateur	Blocs d'organisation structure du programme
Blocs fonctionnels système (SFB) et fonctions système (SFC)	Les SFB et SFC sont intégrés à la CPU S7et vous permettent de réaliser quelques fonctions système importantes	Blocs fonctionnels système(SFB) et fonctions système(SFC)
Blocs fonctionnels (FB)	Les FB sont des blocs avec « mémoire » programmable	Blocs fonctionnels(FB)
Fonctions (FC)	Les FC contiennent des routines de programmes pour les fonctions fréquemment utilisées	Fonctions(FC)
Blocs de données d'instance (DB d'instance)	Les DB d'instance sont affectés au bloc Fb/SFB appelé. Ils sont générés automatiquement lors de la compilation	Blocs de données d'instance
Blocs de données (DB)	Les DB sont des zones de données dans lesquelles l'on enregistre les données utilisateur. Outre les données affectées respectivement à un bloc fonctionnel.	Blocs de données globaux (DB)

Tableau IV.1 : type de blocs dans le programme d'injection

Les OB, FB, SFB, FC et SFC contiennent des parties de programme et sont de ce fait également désignés comme blocs de code. Le nombre de blocs autorisés par type de bloc ainsi que la longueur maximale de chaque bloc dépendent de la CPU.

IV.8 Système d'automatisation actuel de la laveuse :

La laveuse bouteilles est actuellement automatisée par un automate programmable industriel de la marque Siemens, CPU315 2- DP qui possède différentes entrées/sorties. Rappelant que la partie visée ici est « ajout de la soude caustique » qui est toujours fonctionnelle manuellement. Avant de procéder à l'automatisation de cette partie, nous avons choisi de présenter les configurations suivantes :

IV.8.1 configuration matérielle :

Après avoir localisé l'ensemble des instruments utilisés dans la laveuse cette application est pour but de configurer et paramétrer le matériel de notre projet d'automatisation.

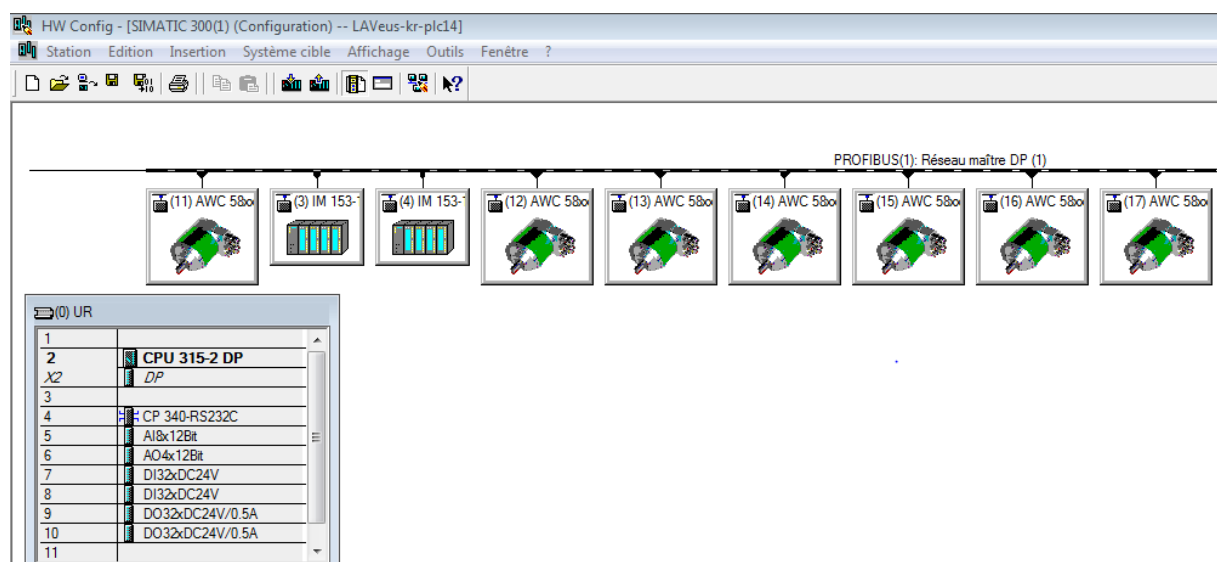


Figure IV.4 : Interface indiquant la situation de la configuration matérielle

La configuration matérielle comporte :

- ✓ Une unité centrale : **CPU 315-2 DP/6ES7 315-2AF01-0AB0**
- ✓ Module de communication :-**CP340-RS232C/6ES7 340-1AH01-0AE0**
- ✓ Un module entrée analogique : **AI8x12bit/6ES7 331-7KF01-0AB0**
- ✓ Un module sorties analogiques : **AO4x12bit/6ES7 332-5HD01-0AB0**
- ✓ Deux modules entrées numériques :



DI32Xdc24v/321 IBL00-0AA0



DI32Xdc24v/6ES7 321 IBL00-0AA0

- ✓ Stations de périphérie décentralisées ET200M ;

Le premier ET200M :



DO8Xdc24v/2A/6ES7 322 1BF01-0AA0



DO8xDC24v/2A/6es7 322 1BF01-0AA0

Le deuxième ET200M:



AO4x12bit 6ES7332-5HDO1 - 0AB0



AO4X12bit 6ES7332-5HD01 - 0AB0



DI32xDC 24v / 6ES7 321 IBL00 - 0AA0



DI32xDC 24v / 6ES7 321 IBL00 - 0AA0



DO32Xdc 24v / 0.5A / 6ES7 322 1BL00-0AA0



DO32xDC 24V /0.5A / 6ES7 322 1BL00-0AA0



DO16xDC 24V/6ES7 322 IBH01- 0AA0

- 2 Stations de périphérie décentralisée ET200L :
- 9 Encodeurs pour les neufs moteurs d'entraînement de la chaîne porte

alvéoles.

La CPU commande les stations de périphérie décentralisée ET200M et ET200L et les Encodeurs via le réseau PROFIBUS DP.

IV.8.2 Etat actuel de la laveuse

L'interface indiquée par la figure IV.5 gère les différentes parties de fonctionnement de la laveuse. En effet, les différentes fonctions sont affichées sur l'écran.

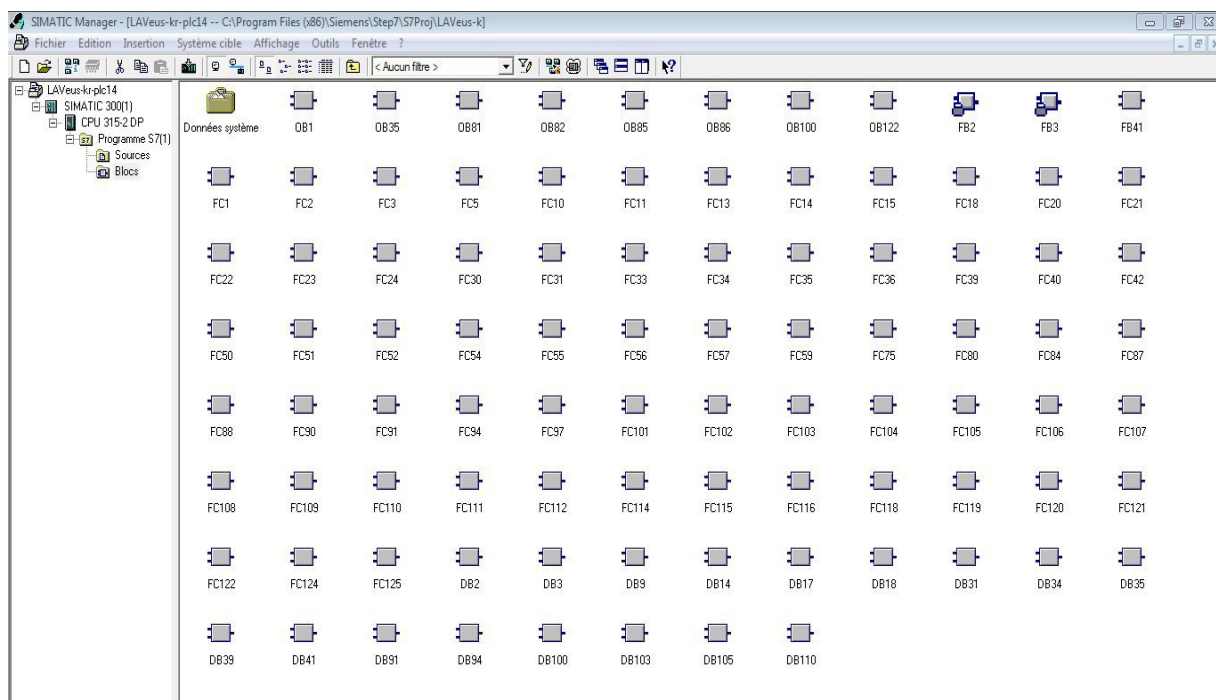


Figure IV.5 : Etat actuel de la laveuse

IV.9 Système d'injection soude

Dans le chapitre II, nous avons proposé la solution d'injection soude et anti mousse qui garantit la stabilité de la concentration durant le fonctionnement de la laveuse. Dans cette partie, nous allons présenter la partie automatisation de ce système (qui peut être considérée comme une extension du programme actuel).

IV.9.1 Bilans des entrées /sorties :

Après avoir localisé l'ensemble des instruments proposés pour le système de l'injection soude dans les bains de lavage, nous allons donner le bilan d'entrée/sorties approprié.

Type signal	Quantité	10% de réserve	Totale
Entrées numérique	10	1	11
Entrée analogique	6	1	7
Sorties numérique	26	3	29

Tableau IV.2 : Le bilan des entrées/sorties de la laveuse

IV.9.2 Choix du matériel :

Après avoir établi le cahier des charges de notre installation dans le chapitre précédent, et vu le nombre d'entrées (tous ce qui est capteurs, interrupteurs, boutons poussoirs...) et le nombre de sorties (tous ce qui est actionneur tels que : les moteurs, les vannes, les pompes...) ainsi que leurs natures (analogiques, logique), le choix d'un API performant intégrant des modules d'entrées/sorties s'impose. La laveuse possède déjà un automate programmable de la marque Siemens, ce qui répond au choix du personnel d'ABC Pepsi qui sont familiers avec le matériel SIEMENS.

Les modules d'entrées/sorties de notre installation seront portés par périphérie décentralisée ET200M. L'utilisation de la station de périphérie décentralisée est principalement choisie parce que nous n'avons pas de place dans l'armoire électrique où la CPU est placée. Notre ET200M sera placé dans l'autre armoire électrique de la laveuse et elle sera connectée avec la CPU via PROFIBUS DP.

La station de périphérie décentralisée ET 200M contient les modules suivants:

- Un (01) module de 8 entrées analogique : **AI8x12bit/6AG1 331-7KF02-2AB0** : ce module va être utilisé pour les capteurs de conductivité,

niveau ...etc.

- Un(01) module d'entrées numérique de 16 entrées. **DI16xDC 24v/6ES7 321 1BH02- 0AA0**.
- Un(01) module de sorties numérique de 32 sorties : **DO32xDC 24v/0.5A/6ES7 322 1BL00-0AA0** : pour la commande des différentes vannes, pompes...etc.

IV.9.3 Programme de système d'injection soude et stabilisation de la concentration :

Après avoir présenté la configuration matérielle, nous allons passer à l'étape de la programmation de système d'injection soude et la stabilisation de la concentration. A cet effet, dans le but d'implémenter notre solution, nous avons conçu des organigrammes modélisant le fonctionnement du système. En tout, quatre organigrammes ont été élaborés. La figure IV.6 montre l'organigramme de fonctionnement la partie injection soude.

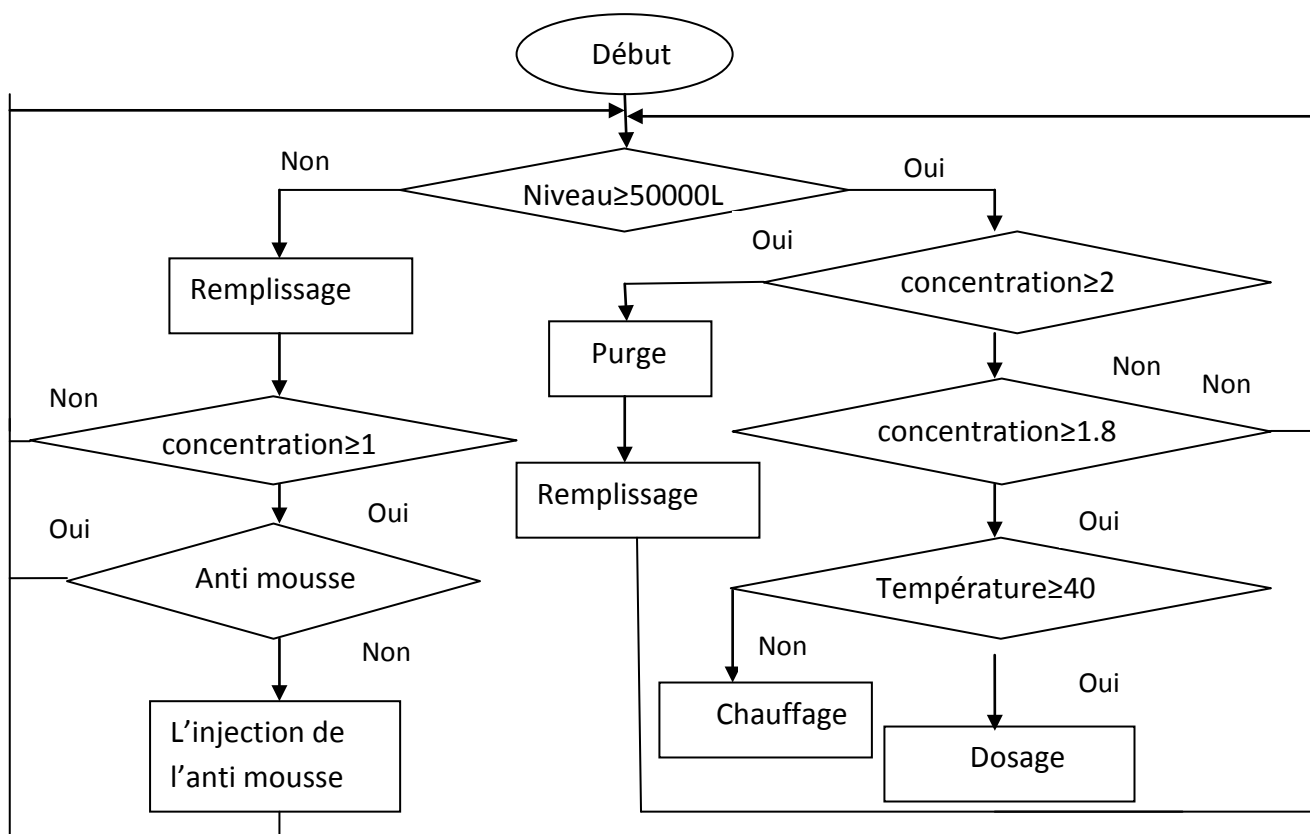


Figure IV.6 : Organigramme général de fonctionnement de la partie injection soude

Quant au chauffage des deux bains, l'organigramme établi est donné par la figure IV.7

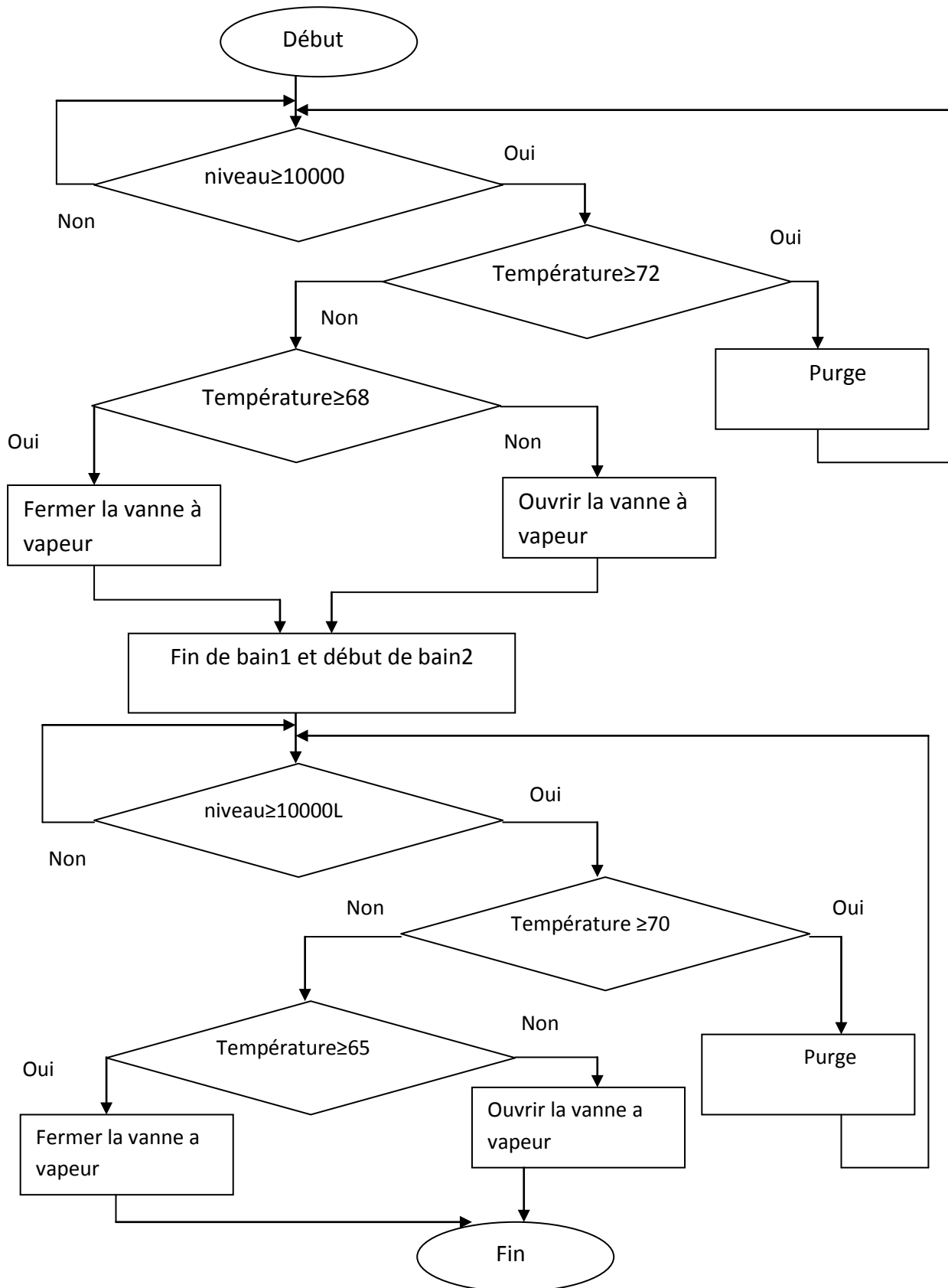


Figure IV.7 : Organigramme de chauffage des deux bains

Pour le remplissage des deux bains, son fonctionnement est modélisé par l'organigramme donné par la figure IV.8.

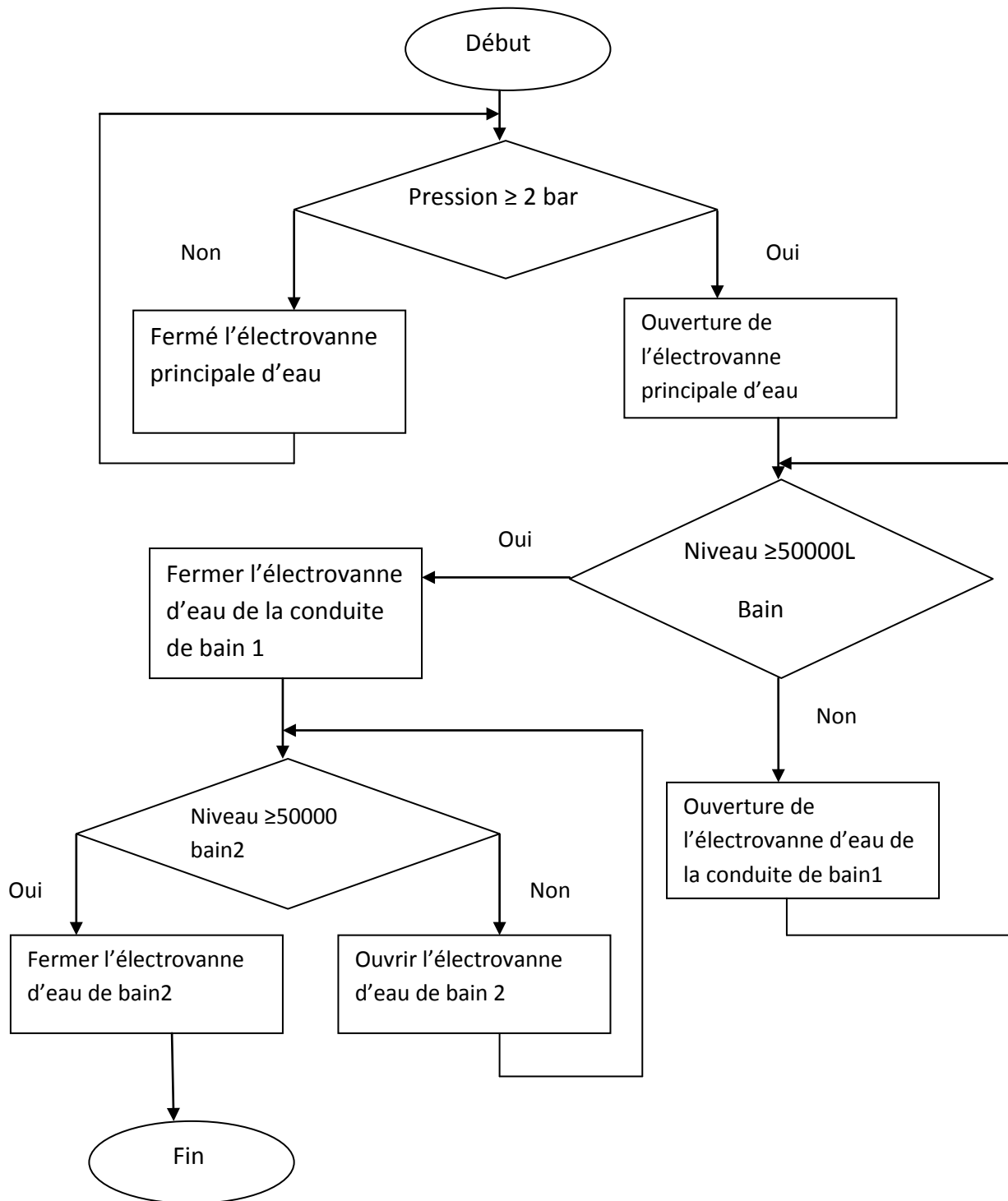


Figure IV.8 : Organigramme de remplissage des deux bains

En dernier, nous avons aussi élaboré un organigramme représentant le fonctionnement de purge pour les deux bains. L'organigramme est donné par la figure IV.9.

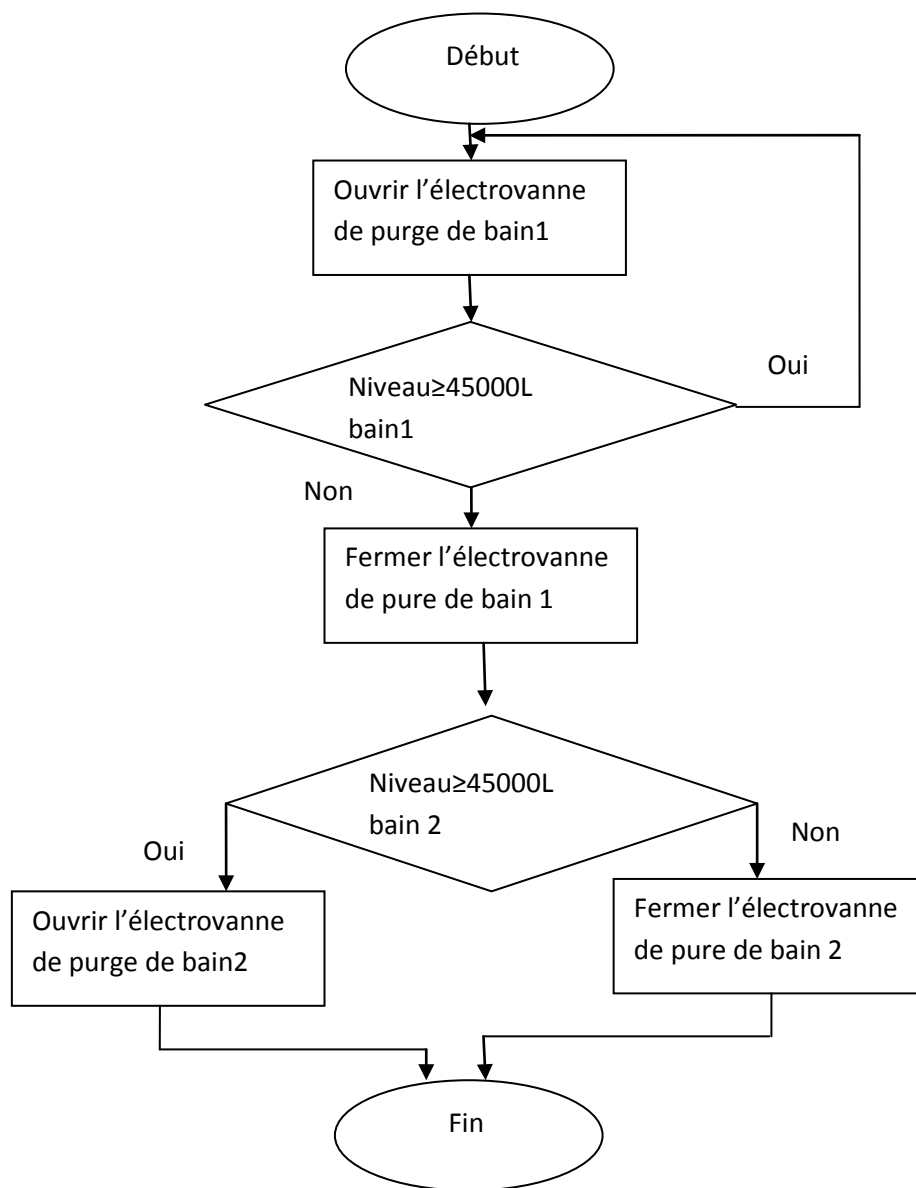


Figure IV.9 : organigramme de purge pour les deux bains

Le principe de fonctionnement étant expliqué par les organigrammes ci-dessus, la structure de ce programme est divisée en différentes parties autonome, et cela pour mieux gérer le programme volumineux, et permettre de simplifier l'organisation du programme.

VI.10 Implémentation et tests

Pour réaliser la démarche d'automatisation, les organigrammes élaborés ont été implémentés. Pour ce faire, nous avons programmé des fonctions nécessaires en utilisant le logiciel STEP7. Ces fonctions sont données comme suit :

FC120 : permet le contrôle du niveau dans les deux baignoires d'immersion et de lavage ainsi que la commande des électrovannes pour le remplissage du bain 1 selon le besoin.

FC121 : cette fonction a pour tâche de garder la concentration dans les deux baignoires de lavage adéquate selon la concentration désirée.

FC122 : cette fonction est utilisée dans le but de contrôler la température dans les deux baignoires d'immersion et de lavage.

FC123 : permet le contrôle et la commande débit lors des différents ajustement ou remplissage de différentes solutions pénétrantes dans le premier bain de soude.

FC124 : Cette fonction est utilisée pour contrôler et commander le débit des fluides passants par la conduite qui pénètre dans le bain de lavage numéro deux(02).

FC125 : S'occupe du lavage de tout le circuit de la tuyauterie et des pompes d'alimentation en solution caustique pour les deux baignoires d'immersion.

FC126 : Commande de l'ajustement de la concentration du bain lavage2.

FC127 : Permet le remplissage de l'anti mousse dans les deux baignoires de lavage.

FC128 : Cette fonction est utilisée pour l'initiation des variables.

FC129 : Cette fonction permet la commande du niveau bain 2 ainsi le calcul du volume dans ce dernier.

FB1 : Ce bloc fonctionnel est appelé par FC2 si la concentration est en dehors de la plage de tolérance. Selon cette valeur, le bloc calcule le décalage concentration soude et la quantité de soude caustique pour ajuster la concentration dans les baignoires de soude.

FB2 : Pour visualiser la quantité de fluide dans le pupitre opérateur ce bloc fonctionnel permet de calculer cette dernière à partir du niveau.

FB3 : Ce bloc fonctionnel permet de calculer la concentration à partir de la conductivité.

DB1 : Ce DB d'instance contient des entrées/sorties de FB1.

DB2 : Ce DB d'instance contient les variables entrées/sorties de FB2.

DB3 : Ce DB d'instance possède les variables entrées/sorties de FB3.

DB4 : Ce bloc de données globales permet le stockage des différentes variables analogique mesuré par les différents capteurs « température, conductivité, niveau... ».

OB35 : Le bloc d'organisation 35 s'occupe des alarmes cycliques, pour notre application, il contient les appellent des fonctions de concentration et de niveau ainsi que la température car ces informations parrainent un temps plus élevé pour verrier, pour cela, nous l'avons programmé à se réaliser chaque 5 min.

OB82 : Nous l'avons programmé en cas de module défectueux ou communication défectueuse.il passe en mode stop si l'un de ces deux conditions se réalise.

OB40 : Le bloc d'organisation OB40 ou alarme processus, cet OB nous permet de nous renseigné des déplacements processus, pour notre application nous l'avons programmé pour alarme niveau des deux bains ainsi que la température des deux bains.

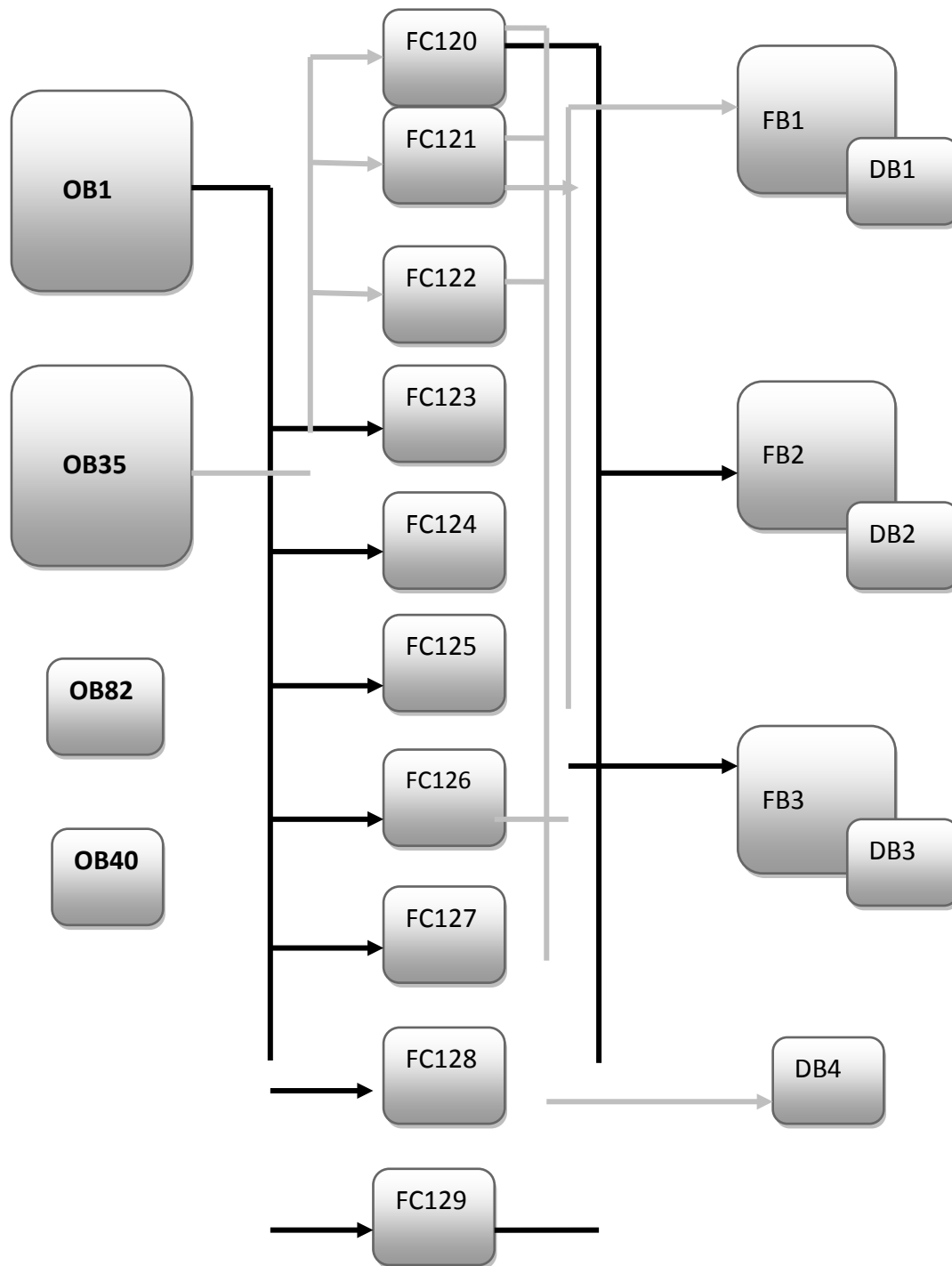


Figure VI.10 : Architecture du programme

Une fois le programme de notre installation est terminé, on procède à l'établissement de la liaison entre la CPU et l'ET 200M ainsi que le pupitre opérateur (IHM) via PROFIBUS-DP. Après, on effectue la configuration matérielle et le chargement du programme dans la CPU. Cela est par la console de programmation (PG/PC) reliée directement via

interface MPI et s'assure que les capteurs et les actionneurs ont été câblés à leurs modules d'entrées sortis.

IV.11 Tests de simulation

Pour tester notre automatisation, nous avons tracé des courbes indiquant la concentration de la solution caustique pour le bain 1 et le bain2 en utilisant le logiciel WinCC. Ce logiciel est utilisé pour tester le fonctionnement des systèmes après l'automatisation.

Dans cette simulation, plusieurs mécanismes peuvent se produire d'une façon automatique en fonction de niveau de la concentration de la solution. La figure ... montre la variation de la concentration et les mécanismes correspondants pour le bain 1. Notons que la tendance de variation est décroissante.

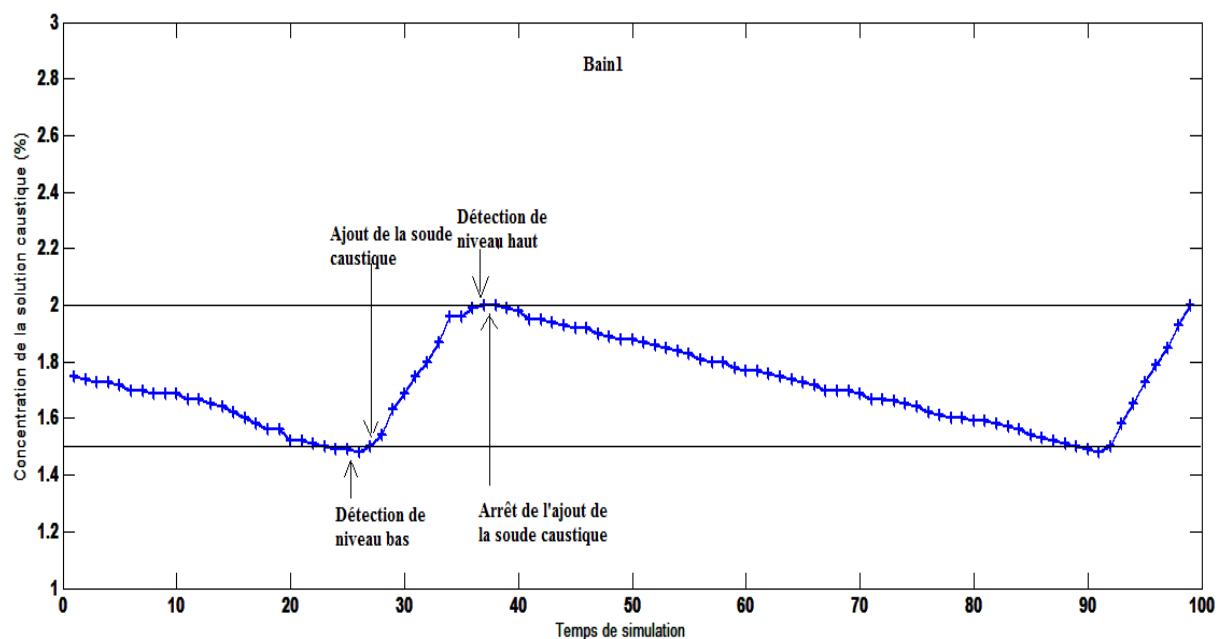


Figure IV.11 : variation de niveau de concentration pendant la simulation dans le bain1.

Sur la figure IV.11, au début de la simulation, la concentration a été fixée à 1.75%, c'est-à-dire un niveau de concentration recommandé. Lorsque le niveau de concentration est diminué et devient légèrement inférieure à 1.5% (seuil inférieur), une alarme est déclenchée. Cette diminution est due au passage des bouteilles lavées par la solution de concentration de bain1 à la solution de concentration de bain 2. Suite à cette situation, le mécanisme de l'ajout de la soude caustique est ordonné. L'ajout de la soude caustique est arrêté une fois la concentration atteint le niveau recommandé comme indiqué par la figure IV.11. Ce processus se répète d'une façon permanente.

Pour le bain2, la courbe de la figure IV.12 montre une variation de la concentration avec une tendance incrémentale. Comme pour le bain 1, la concentration cette fois a été fixée à 1.25% initialement, c'est un niveau de concentration recommandé.

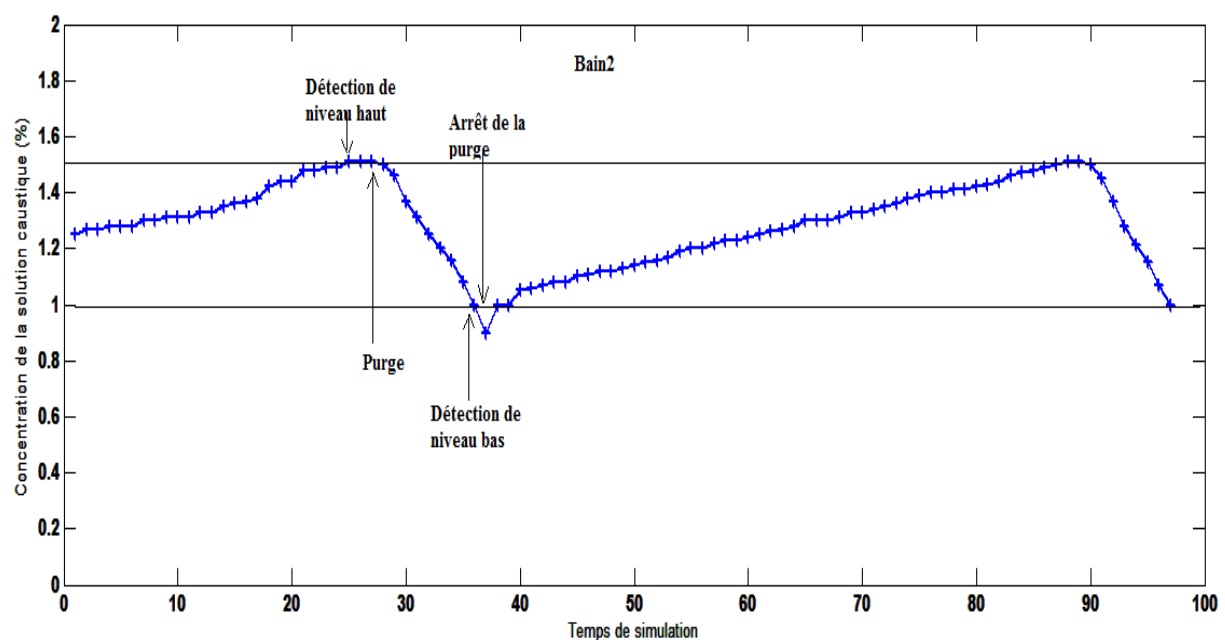


Figure IV.12 : variation de niveau de concentration pendant la simulation dans le bain 2

On remarque sur la figure IV.12 une augmentation de la concentration qui a été fixée au début à 1.25%. Lorsque le niveau de concentration augmente et devient légèrement supérieure à 1.5% (seuil supérieur), une alarme est déclenchée, cette augmentation due au passage des bouteilles par le bain1 et qui porte des résidus de la soude vers le bain2. A cet effet, le mécanisme de la purge est déclenché ce qui réduira le niveau de concentration (jusqu'à obtenir la concentration recommandée).

Nous avons aussi représenté les deux courbes simultanément pour bain1 et bain2 (voir figure

IV.13).

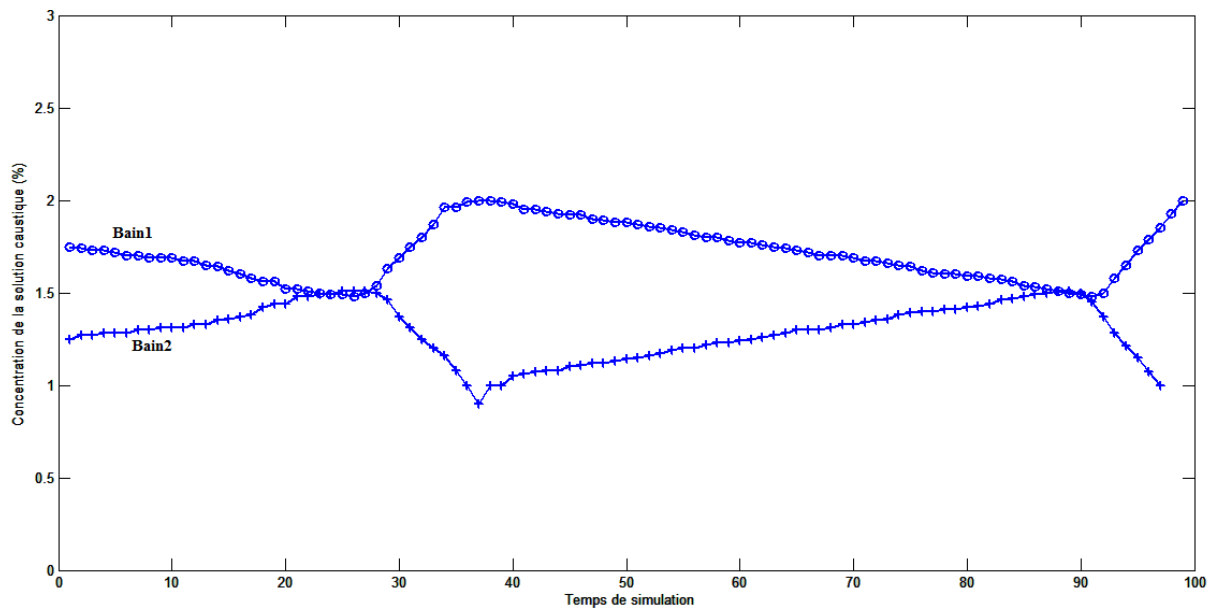


Figure IV.13. Évolution de niveau de concentration pour les bains

Nous constatons que le niveau de concentration dans le bain1 est inversement proportionnel à celui de bain2.

Aussi, dans le cadre de cette simulation, nous avons pu vérifier le fonctionnement automatique de chauffage et de remplissage. En effet, ces deux mécanismes interviennent avant l'ajout de la soude caustique ou la purge et sont indispensables pour la suite de processus. Etant donné que l'ajout de la soude caustique ou la purge ont bien fonctionné automatiquement et ceci n'est pas possible sans un remplissage correct et une température adéquate. Par conséquent, la chaîne de processus est correctement menée.

IV.12 Discussion

Dans ce chapitre nous avons présenté la partie automatisation actuelle de la laveuse et un bref exposé sur le logiciel de programmation STEP7 ainsi que l'automatisation du système d'injection de soude et l'ajustement de la concentration.

Le fonctionnement du système étant piloté par un programme, l'intervention des opérateurs et du laboratoire, est maintenant limitée ainsi que, les risques d'exposition à des produit

chimiques extrêmement dangereux (dans notre cas le « Na OH »). Les temps d'arrêt causé par la variation de la concentration sont aussi éliminés.

Conclusion

Durant le présent projet de fin d'études, il nous a été confié la mission, au sein de l'entreprise ABC Pepsi, d'automatiser l'injection soude dans la laveuse de bouteille en verre, concentré sur l'étude du côté matériel et la partie programmation de l'automate « S7 300 » dans le but d'apporter une amélioration sur la laveuse et d'éliminer les risques d'exposition des opérateurs à des substances chimiques très dangereuses « soude caustique ». Pour cela, notre travail a été décomposé en quatre étapes majeures. La première avait pour but de comprendre et d'expliquer le fonctionnement de la laveuse de manière générale. Le second travail consistait à étudier l'instrumentation actuelle de la machines ainsi que la solution côté matériel. La troisième étape consiste à faire une recherche sur les automates programmables industriels. La dernière étape est consacrée à la présentation du logiciel STEP7 et proposer la solution programmée.

L'automatisation que nous avons réalisée a montré une grande intégrité sur toute la machine. Des fonctions très importantes ont été ajoutées permettant d'optimiser la machine. En effet, ces fonctions ont consisté en mesure de la concentration et intervenir pour l'ajuster à un niveau désiré dans les deux bains. Aussi, elles permettent de contrôler le niveau de remplissage dans les bains ainsi que la température.

Selon la simulation que nous avons réalisée, l'automatisation a bien fonctionné. Le contrôle de niveau de la concentration est périodique. Pour le bain1, la variation de niveau de contraction est décroissante, dès que le niveau bas est atteint, un ordre de l'ajout de la soude caustique est donné pour maintenir le niveau dans l'intervalle recommandé. Quant au bain2, la variation de niveau de la concentration est croissante, la purge est déclenchée si le niveau de concentration atteint le niveau supérieur. Par ailleurs, une fois le lavage terminé le programme fait appel à d'autres fonctions que nous avons élaborées pour s'occuper de lavage de tout le circuit de la tuyauterie et les pompes d'alimentation en solution caustique.

Nous avons constaté que le niveau de concentration dans le bain1 est inversement proportionnel à celui de bain2. Comme perspective, étant donné que deux programmes ont été élaborés dans ce travail, un seul programme peut être conçu pour les deux bains.

Bibliographie

- [1] G. MICHEL, « les A.P.I architecture et application des automates programmable industriels », édition DUNOD, 1999.
- [2] George Asch et collaborateurs, « les capteurs et instrumentation industrielle » édition DUNOD 1999.
- [3] J-M.BLEUX-J-L.FANCHON « Automatisme industriels ». Edition Nathan 1996

Résumé

Le travail présenté dans ce mémoire consiste à apporter une amélioration à la laveuse de bouteilles en verre de la marque KRONSE chez ABC Pepsi (ATLAS BOUTLING CORPORATION). Cette amélioration est l'automatisation de l'injection de soude dans les différents bains de lavage et maintenir leur concentration stable en cours du fonctionnement.

Le but à atteindre est d'éliminer les risques d'exposition des opérateurs à des substances chimiques très dangereuses telle que la soude caustique (NaOH).

Les mots clés

- Soude caustique
- Automatisation
- Processus
- Lavage