

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

Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou



Faculté De Génie Électrique Et D'Informatique
DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE

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

Présenté par :

TOUZARI Smail.

SEBAOUI Kamal.

Mémoire dirigé par **Mme. BOUDJEMAA F.** et co-dirigé par **M. BOUCEDRA M.**

Thème

**Etude et supervision de procédé de remplissage et
capsulage des bouteilles d'eau à l'unité d'eau
minérale LALLA KHEDIDJA.**

Mémoire soutenu publiquement le 29 septembre 2014 devant le jury composé de :

Mme. CHILALI. O.

MAA, UMMTO, Président

Mme. MEGHERBI. O.

MAA, UMMTO, Examineur

M. TOUAT. M. A.

MCB, UMMTO, Examineur

REMERCIEMENTS

Nos remerciements les plus chaleureux s'adressent à nos amis, nos familles et surtout nos parents qui sont la source de cette réussite et qui nous ont toujours soutenus et encouragés.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre promotrice Mme. BOUDJEMAA F. qui nous a encadrés et orientés tout au long de ce projet.

Nos vifs remerciements vont être adressés : à nos Co-promoteurs M. BOUCEDRA M. et M. SAIB R. pour le temps qu'ils nous ont réservé et pour leurs éclaircissements très utiles et leur contribution à notre intégration au sein de l'unité.

Nous remercions aussi tous le personnel de LALLA KHEDIDJA qui nous ont toujours accueillis avec beaucoup de gentillesse et de patience.

Nous sommes aussi reconnaissants à tous les enseignants qui ont contribué à notre réussite. .

Nous remercions également les membres de jury qui feront l'honneur de juger notre travail d'apporter leurs réflexions et suggestions scientifiques.

Dédicace

Il nous est agréable de dédier ce modeste travail à :

- ✚ Nos chers parents qui nous ont soutenus tout au long de notre cursus ;*
- ✚ Nos familles et nos proches ;*
- ✚ Nos amis et camarades;*
- ✚ Ainsi qu'à tous ceux qui nous sont chers.*

Sommaire

AVANT PROPOS

INTRODUCTION GENERALE	1
-----------------------------	---

CHAPITRE I : DESCRIPTION générale des deux machines

I.1 Introduction	3
I.2 Description de la machine remplisseuse	3
I.2.1 Schéma générale de la machine remplisseuse	3
I.2.2. Description des différents composants de la remplisseuse.....	4
I.2.2.1 Convoyeur bouteille	4
I.2.2.2 Carrousel de remplissage.....	4
I.2.2.3. Boucheuse (tourelle de bouchage)	6
I.3 Description de la bouchonneuse (alimentateur bouchon)	7
I.3.1 Description des différents composants de la bouchonneuse	7
I.4 principe de Fonctionnement de la remplisseuse	10
I.4.1 procédés de remplissage	10
I.4.2. cycle de remplissage	10
I.4.3. cycle de nettoyage (CIP)	13
I.5. principe de Fonctionnement de la bouchonneuse	14
I.6. Conclusion	14

CHAPITREII: Instrumentation utilisé

II.1 Introduction	15
II.2 Les actionneurs	15
II.2.1 les vérins	15
II.2.2 les moteurs	16
II.2.3 Les vannes	16
II.2.4 Les pompes	18
II.3 Les pré-actionneurs	18

Sommaire

II.4. les capteurs.....	19
II.5. les codeurs rotatifs	20
II.5.1 Fonction d'un codeur de position rotatif	20
II.5.2 Le codeur incrémental (ou générateur d'impulsions).....	21
II.6. Conclusion.....	22

CHAPITRE III: Modélisation par l'outil GRAFCET

III.1 Introduction.....	23
III.2 Définition du GRAFCET.....	23
III.3 Les concepts de base d'un GRAFCET	24
III.4. Niveau d'un Grafcet	24
III.5. Macro-étape	25
III.6. Cahier de charge remplisseuse.....	26
III.6.1. En mode production	27
III.6.2. En mode CIP	28
III.7. Cahier de charge bouchonneuse	28
III.9. grafcet bouchonneuse	34
III.9.1.grfacet niveau 1	34
III.9.2 grafcet niveau	36
III.10. Conclusion	39

CHAPITRE IV: élaboration de la solution de commande

IV.1 Introduction	40
IV.2 Définition d'un automate programmable industriel (API)	40
IV.3 Choix d'un automate	40
IV.4 Le choix de S7-300	40
IV.5 Présentation du S7-300	41
IV.6 Les modules constitutionnels de l'automate S7-300.....	42
IV.7 Caractéristique de l'automate S7-300	43

Sommaire

IV.8 Le logiciel STEP 7	43
IV.9 Structure d'un programme S7	44
IV.9.1 Les blocs utilisateurs	44
IV.10 Utilisation de STEP 7.....	45
IV.10.1. configuration matérielle	45
IV.10.2. création de la table mnémonique.....	46
IV.10.3 création du programme.....	47
IV.10.4 quelques Exemples du notre programme	48
IV.10.5 Exemple de simulation de notre programme	49
IV.9 Conclusion	51

CHAPITRE V: Supervision a l'aide de Win CC flexible

V.1. Introduction	52
V.2 Définition de la supervision	52
V.3. Architecture d'un réseau de supervision	53
V.4. Avantage de la supervision	53
V.5. Présentation du logiciel Win CC flexible	53
V.5.1. Intégration du projet Win CC flexible dans le projet step7.....	54
V.6. Elaboration de la plateforme de supervision et description des vues de l'installation...55	
V.6.1. Elaboration de la supervision	55
V.6.2. Description du pupitre	55
V.7. Conclusion.....	58
V.8 CONCLUSION GENERALE.....	59
BIBLIOGRAPHIE	

Sommaire



Avant propos

Description de l'entreprise :

Le Groupe Cevital est un Groupe familial bâti sur une histoire, un parcours et des valeurs qui ont fait sa réussite et sa renommée. Créée avec des fonds privés, elle est la première société privée algérienne à avoir investi dans plusieurs secteurs d'activités.

Le Groupe Cevital a traversé d'importantes étapes historiques pour atteindre la taille et la notoriété d'aujourd'hui en continuant à œuvrer dans la création d'emplois et de richesse.

Le Groupe Cevital s'est, ainsi, constitué au fil des investissements, autour de l'idée forte de bâtir un ensemble économique. Porté par plus de 10 200 collaborateurs, elle représente le fleuron de l'économie algérienne. Le fondateur du Groupe Cevital résume les clefs du succès en sept points : le réinvestissement systématique des gains dans des secteurs porteurs à forte valeur ajoutée, la recherche et la mise en œuvre des savoir-faire technologiques les plus évolués, l'attention accordée au choix des hommes et des femmes, à leur formation et au transfert de compétences, l'esprit d'entreprise, le sens de l'innovation, la recherche de l'excellence et la fierté et la passion de servir l'économie nationale

Lalla khedidja :

Lalla Khedidja (ou Tamgut en kabyle) est le point culminant du massif du Djurdjura en Kabylie (Algérie). Son altitude est de 2308 mètres.

Il se dresse au sud-est du massif de l'Akouker. Il présente l'aspect d'une gigantesque pyramide dont les pentes s'inclinent à l'est et à l'ouest sur deux profonds ravins et au sud sur la vallée de l'oued Sahel. Au nord-est se profile une crête étroite d'une altitude de plus de 2 000 mètres se rattachant au Takerrat et à l'Azerou Madene. Les flancs du Tamgut sont richement boisés de cèdres. À partir du col de Tizi N'Kouilal, situé à 1 585 mètres d'altitude, un sentier conduit au sommet. L'ascension est facile.

Le groupe Cevital Algérie a lancé l'eau minérale Lalla Khedidja du nom du plus haut sommet du Djurdjura en Kabylie.

Présentation de la chaîne de production :

La figure ci-dessus montre la chaîne de production et ces différentes machines.

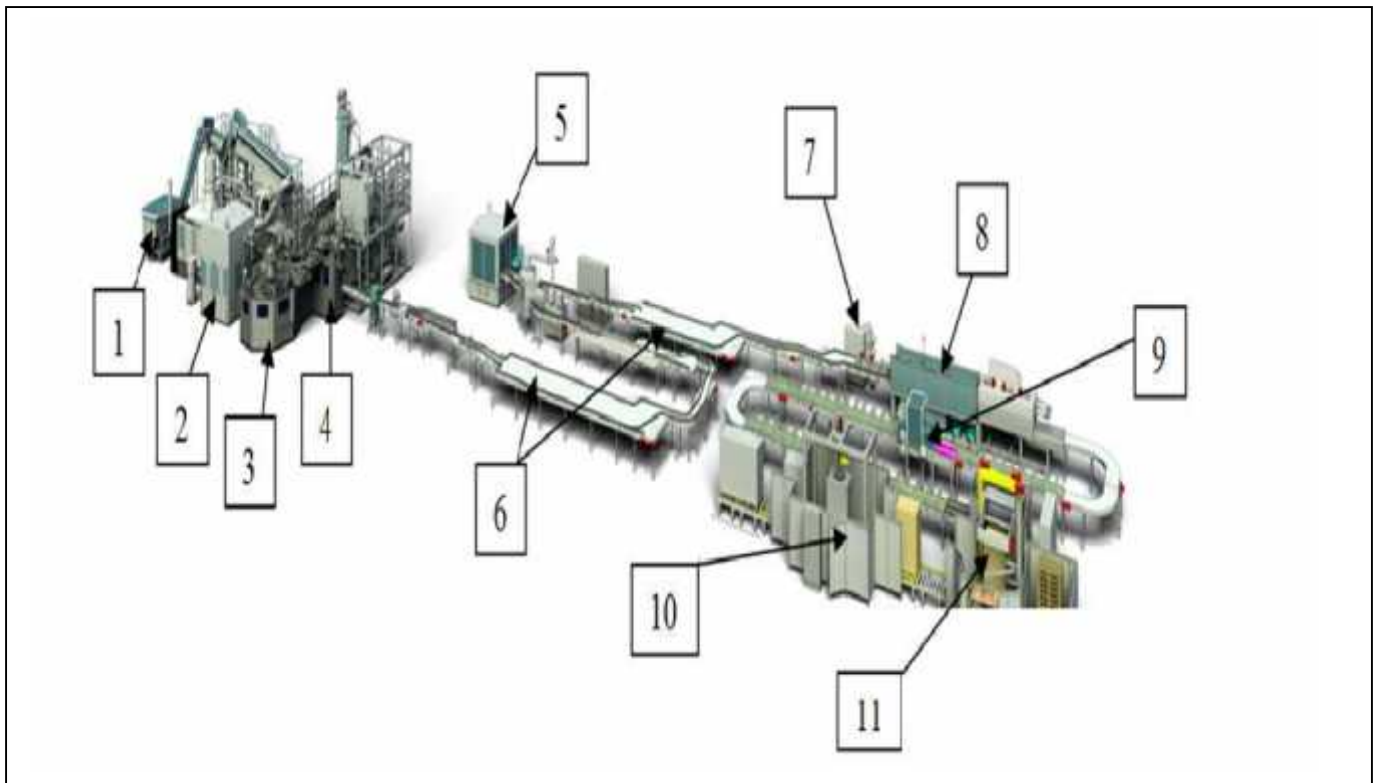


Figure. I. : présentation de la chaîne de production.

- | | |
|-------------------------------|------------------|
| 1. Distributeur de préformes. | 7. Dateuse. |
| 2. Souffleuse. | 8. Fardeleuse. |
| 3. Remplisseuse. | 9. Twin-pack. |
| 4. bouchonneuse. | 10. Palettiseur. |
| 5. Etiqueteuse. | 11. Hosseuse. |
| 6. Convoyeurs. | |



Introduction générale

Au cours des dernières décennies, les procédés industriels ont connu un essor vertigineux grâce à un nouveau système, baptisé automatisme. Ce savoir est devenu une mine d'informations extrêmement précieuses pour toutes les industries.

Ainsi, avec la mondialisation des économies et l'accentuation de la concurrence, le bien fondé des vertus de ce système pousse davantage les entreprises à automatiser leurs processus de production, afin d'assurer leur pérennité en s'offrant la compétitivité tout en améliorant les conditions de travail de leur personnel.

Dans cette course de survie, en Algérie, le groupe CEVITAL.SPA a fait un grand pas dans ce domaine, puisque la modernisation de ses installations et le travail selon les normes internationales fondent son image, ceci lui procure des économies d'échelle, lui permet de réaliser une productivité optimale et lui offre une meilleure combinaison : prix, qualité, quantité et délai.

L'unité eau minérale « LALLA KHEDIDJA » fait partis de ce groupe est l'une de ses entreprises qui a, depuis sa remise en service, investi dans les toutes dernières innovations technologiques et cela pour s'assurer une place de choix dans le marché commercial.

Cette unité conditionne de l'eau minérale dans des bouteilles en plastique qui sont à l'origine des préforme qui passeront par des étapes pour être transformées en bouteilles, c'est dans ce contexte qu'a germé cette idée de contribuer à la conception de cette station, notamment d'assisté à l'automatisation de procédé de remplissage et capsulage de ces bouteilles, qui sera l'objet de notre projet de fin d'étude.

Pour ce faire, nous avons décomposé notre travail en cinq principaux chapitres :

- ❖ Le premier chapitre sera consacré à la description de ce procédé ainsi que son mode de fonctionnement ;
- ❖ Le second chapitre portera sur l'illustration des différents instruments utilisés dans ce procédé ;

Introduction générale

- ❖ Le troisième chapitre sera consacré à la modélisation de ce procédé en utilisant l'outil graphique Grafset ;
- ❖ Le quatrième chapitre représente la programmation et la simulation de ce procédé à l'aide de logiciel S7;
- ❖ Le cinquième chapitre consiste le développement d'une solution de supervision avec le logiciel Win CC.

Nous terminons notre travail par une conclusion générale.

CHAPITRE I :



**Description générale
des deux machines**

I.1 Introduction :

Notre étude se portera sur la machine remplisseuse ainsi que la bouchonneuse. Ces deux machines sont conçues pour le remplissage et capsulage des bouteilles d'eaux à l'unité d'eaux minérales « LALLA KHEDIDJA ».

Afin d'aboutir à ces opérations nous allons procéder à la description de tous les composants que constituent ces deux machines ainsi que leur mode de fonctionnement, c'est ce que nous allons présenter dans ce chapitre.

I.2 Description de la machine remplisseuse :

La remplisseuse est une machine conçue pour le remplissage et le capsulage des bouteilles contenant eaux, sodas, alcools et autres produits de la filière boissons.

I.2.1 Schéma générale de la machine remplisseuse :

Le schéma (**figure. I.1**) montre le parcours que les bouteilles font à travers la machine. La bouteille après sa sortie de la machine qui est en amont (la souffleuse) elle passe dans la remplisseuse pour qu'elle se remplisse, puis elle sort pour qu'elle soit capsulée (ou bouchonnée).

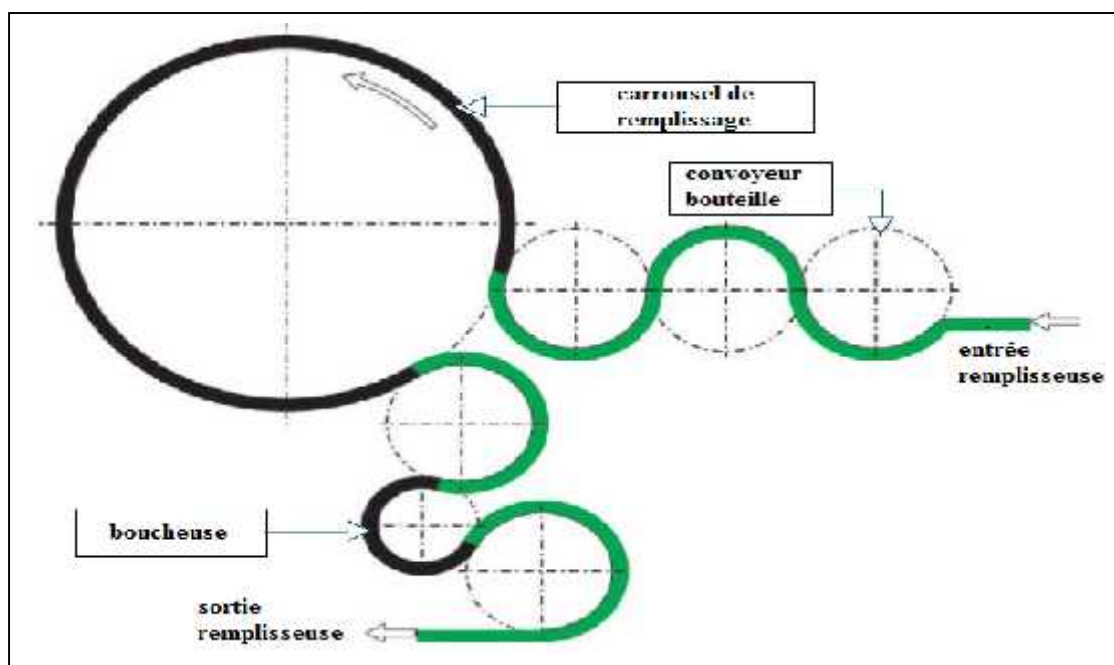


Figure. I.1 : Schéma générale de la remplisseuse.

I.2.2. Description des différents composants de la remplisseuse:

I.2.2.1 Convoyeur bouteille :



Figure. I.2. Convoyeur bouteille.

Le convoyeur (1) est de forme d'une étoile, a la sortie des bouteilles de la souffleuse, elles vont être transférées au carrousel de remplissage grâce à ces convoyeurs.

I.2.2.2 Carrousel de remplissage :

Le carrousel de remplissage est le composant principal de toute la machine, il sert comme convoyeur pour la bouteille grâce à sa structure tournante et aussi il effectue l'opération de remplissage (figure. I.3).

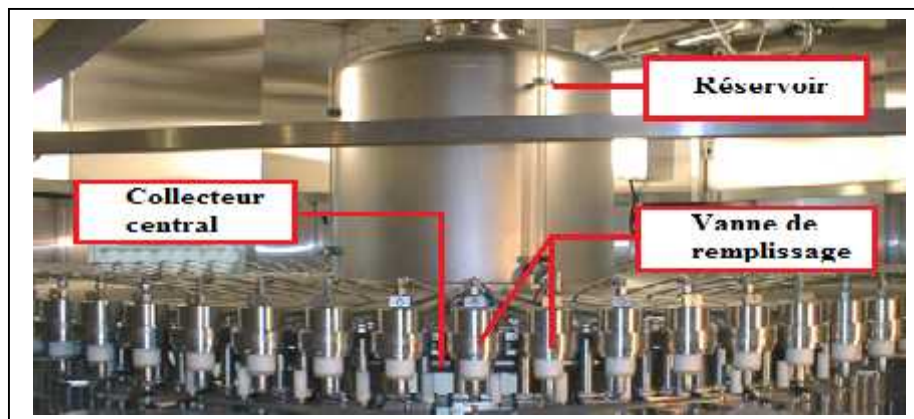


Figure. I.3. Carrousel de remplissage.

- a) **Le réservoir :** Il est utilisé pour le stockage de produit lorsque la machine est en production. Les caractéristiques du réservoir sont : volume : 1000L, Pression maximum admissible : 0.5 Bar, Température maximum admissible : +50°C et Température minimum admissible : -10°C.
- b) **Le collecteur central :** Il a la fonction de fournir le produit et le liquide stérilisant (figure. I.4) :

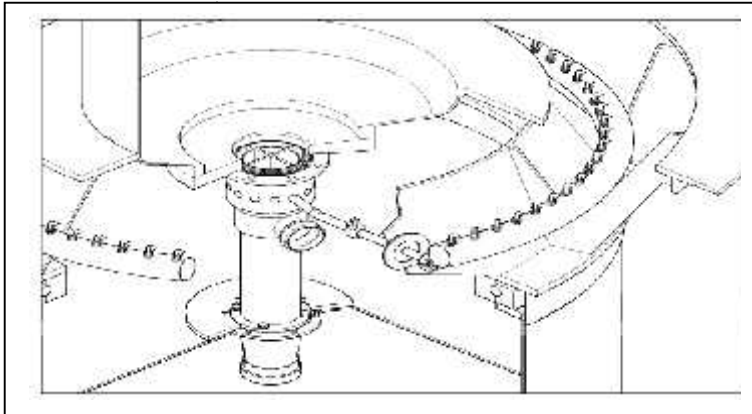


Figure. I.4 : Collecteur central.

c) **La vanne de remplissage** : La vanne de remplissage se compose des détails ou des groupes de composants suivants **figure I.5)**:

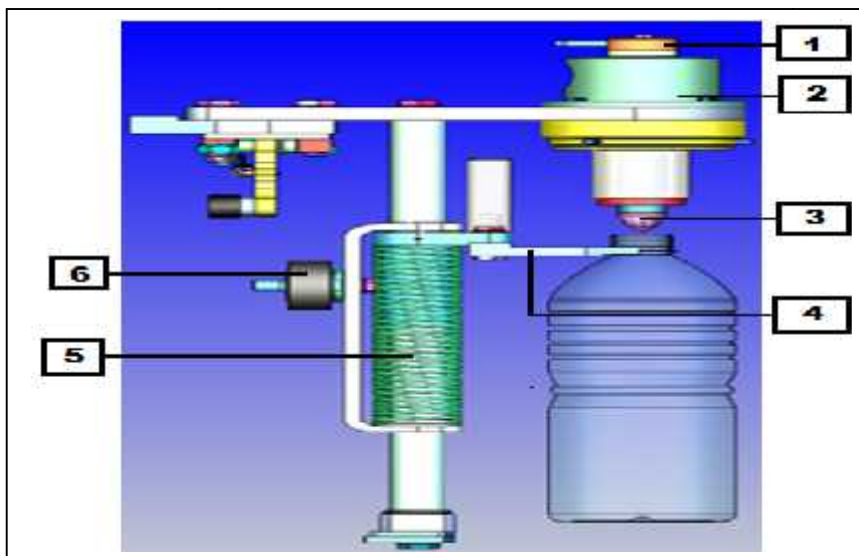


Figure. I.5. : Vanne de remplissage.

1. **Raccord de retour air** : Il est utilisé pour évacuer l'air qui se trouve dans la bouteille au moment de remplissage.
2. **Corps de vanne** : À l'intérieur de ce corps est fixé le bec et la conduite de retour air.
3. **Bec** : Il effectue l'opération de remplissage.
4. **Fourche** : Elle est utilisée pour aligner la bouteille au bec avant qu'elle soit montée.
5. **Ressort compensateur** : Il a la fonction de faire monter la bouteille pour commencer l'opération de remplissage et de la descendre à la fin de cette opération.
6. **Rouleau** : il est monté sur une came à l'intérieur de carrousel et sa fonction consiste à déplacer les vannes de remplissage.

La machine est équipée de 90 vannes de remplissage.

I.2.2.3. Boucheuse (tourelle de bouchage) :

La tourelle de bouchage c'est le composant qui assure l'opération de fermeture des bouteilles (**figure. I.6**).

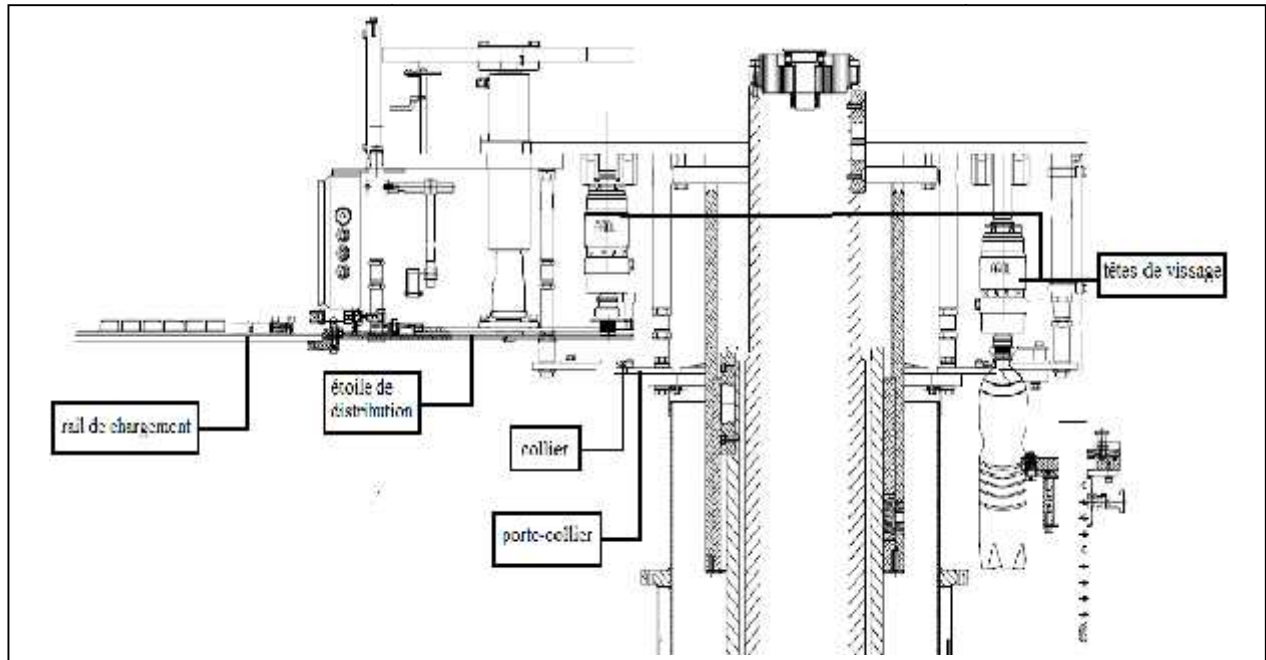


Figure. I.6. La boucheuse.

La tourelle de bouchage se compose d'une série de têtes de bouchage et elle est équipée d'un dispositif appelé étoile de distribution de capsules.

Le bouchon est transféré au dispositif étoile de distribution capsule uniquement en cas de présence d'une bouteille à boucher.

Les têtes de vissage sont dotées de deux mouvements, un de rotation sur elle-même avec une vitesse angulaire variable et un de translation axiale commandée par une came. La combinaison de ces deux mouvements pendant la rotation de la boucheuse, fait en sorte que les têtes de vissage assurent en succession le prélèvement des capsules pré-filetées en plastique du système de distribution, le positionnement des capsules sur la bouteille, le vissage, le serrage et le dégagement de la bouteille.

Les capsules en plastique arrivent au dispositif de distribution provenant de la trémie à travers le rail.

Les colliers dentés, montés sur l'étoile porte-colliers, sont utilisés pour bloquer la bouteille pendant le vissage et le serrage de la capsule. La tourelle de bouchage est équipée de 15 têtes de vissage.

I.3 Description de la bouchonneuse (alimentateur bouchon) :

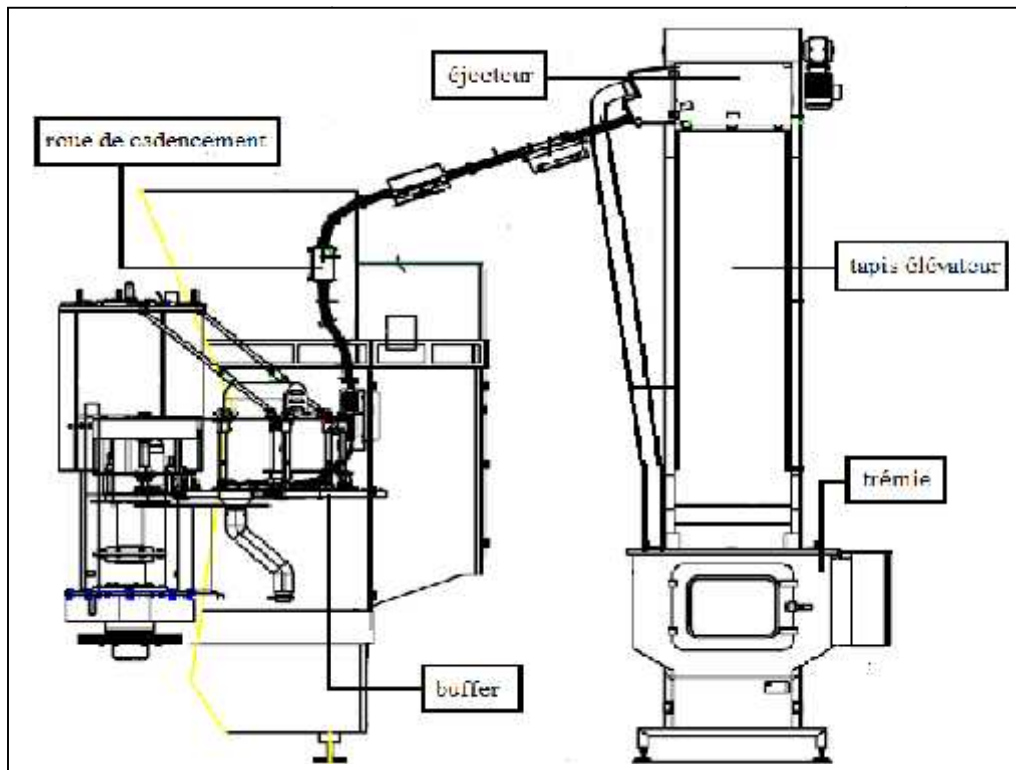


Figure. I.7. Alimentateur bouchon.

I.3.1 Description des différents composants de la bouchonneuse :

- a) **Trémie** : La trémie (**figure. I.8**) assure le stockage des bouchons et garantit une autonomie optimale. Ce dernier peut contenir jusqu'à 2000 bouchons. Un déflecteur situé en fond de trémie permet d'éviter aux bouchons en partie inférieurs d'être écrasés. Un capotage permet de protéger la zone de stockage et une porte d'accès permet de vider manuellement les bouchons en cas de changement de format ou de couleur. Les bouchons sont déversés dans la trémie par la trappe supérieure de façon manuelle.

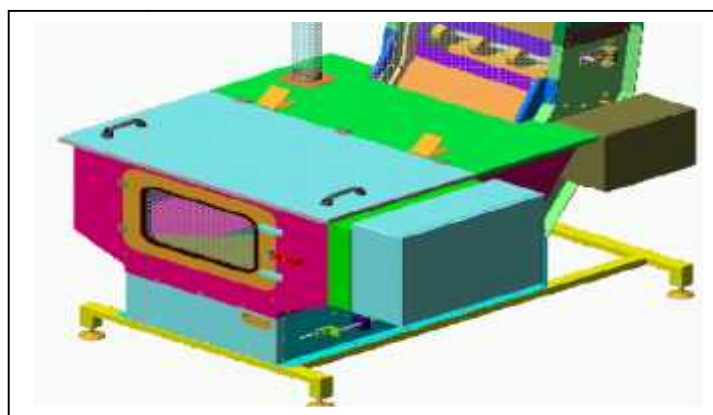


Figure. I.8. Trémie.

- b) **tapis élévateur** : Ce tapis permet de convoyer les bouchons à la hauteur requise pour la machine à alimenter mais surtout de ne conserver pour l'élévation uniquement les bouchons correctement orientés. Les bouchons sont élevés à partir de la trémie par l'intermédiaire d'une chaîne à tasseaux. Un dos d'âne réglable situé en sortie de trémie permet d'ajuster l'angle du tapis pour la filtration des bouchons.

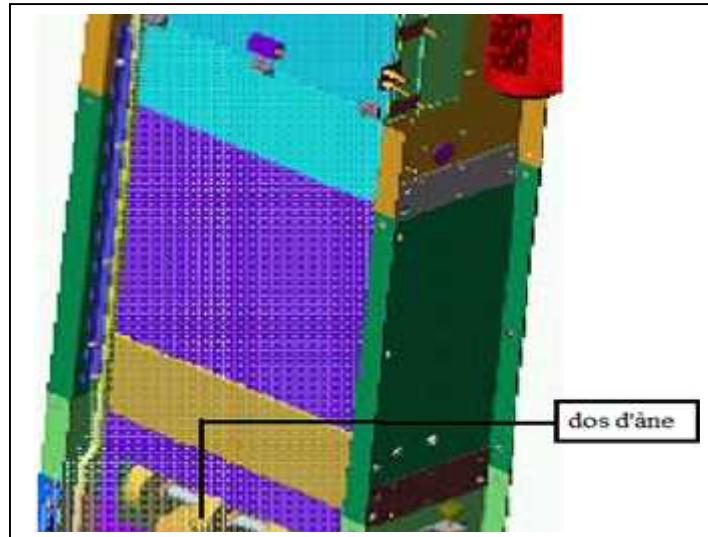


Figure. I.9. Tapis élévateur.

- c) **Ejecteur** : La sortie des bouchons orientés se fait latéralement à gauche de la machine vers la chute gravitaire grâce à des buses d'air (**Figure. I.10**). Une deuxième voie permet d'évacuer les bouchons en cas de bourrage avec retour dans la trémie.

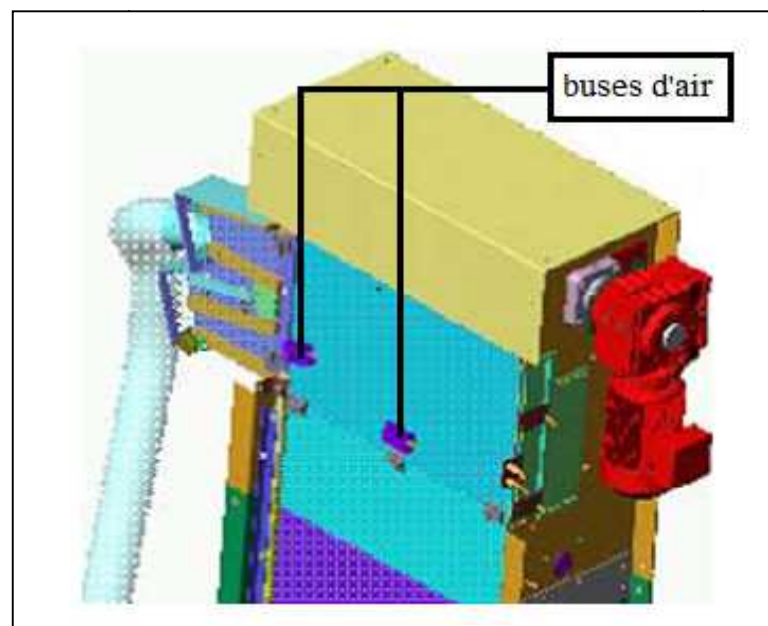


Figure. I.10. : l'Ejecteur.

- d) **Roue de cadencement** : Elle est sous forme d'une étoile. Le remplissage du buffer s'effectue par la chute gravitaire des bouchons dans la goulotte, à cet effet la roue de cadencement est considérée comme l'imitateur du bouchon dans le buffer (**figure. I.11**).

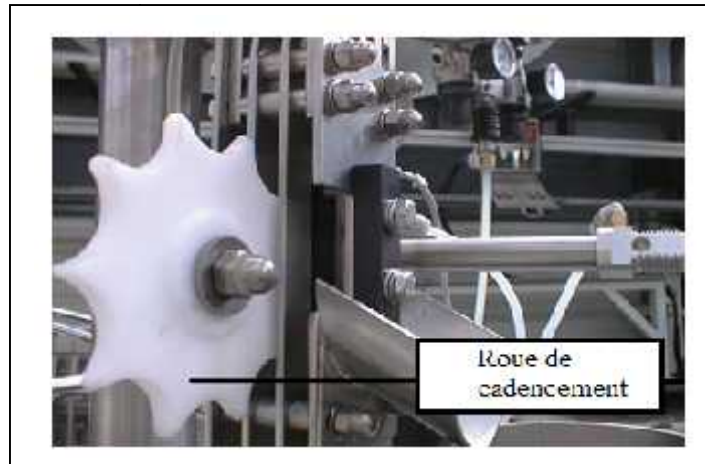


Figure. I.11 : roue de cadencement.

- e) **le buffer (ou plateau)** : Sa fonction sert comme élément pour le stockage des bouchons. Grâce à sa rotation anti horaire les bouchons sont sélectionnés à droite de plateau se qui facilite leur distribution à la tourelle de bouchage (**figure. I.12**).



Figure. I.12. : Buffer.

I.4 principe de Fonctionnement de la remplisseuse :

I.4.1 procédés de remplissage :

Le procédé de remplissage des bouteilles se compose des phases suivantes :

- a) **Remplissage** : Les bouteilles vides provenant de la soufflante sont transportées suspendues par le goulot jusqu'à l'étoile d'entrée de la remplisseuse, qui les positionne sur les fourches des vanes de remplissage.
- b) **Bouchage des bouteilles** : La bouteille pleine se trouve maintenant sur la boucheuse et alignée aux têtes de bouchage. Après le bouchage la bouteille est portée, à l'aide d'un guide, à l'étoile et de là sur la bande de sortie.
- c) **Sortie des bouteilles pleines et bouchées** : Les bouteilles sortent de la machine et entrent dans le cycle de production des machines installées en aval.

I.4.2. cycle de remplissage :

Le cycle de remplissage est accompli en phases successives à partir de l'entrée des bouteilles vides dans le carrousel de remplissage, jusqu'à la sortie des bouteilles pleines du carrousel même et il est divisé en différents secteurs ou phases de remplissage (**figure. I.13**).

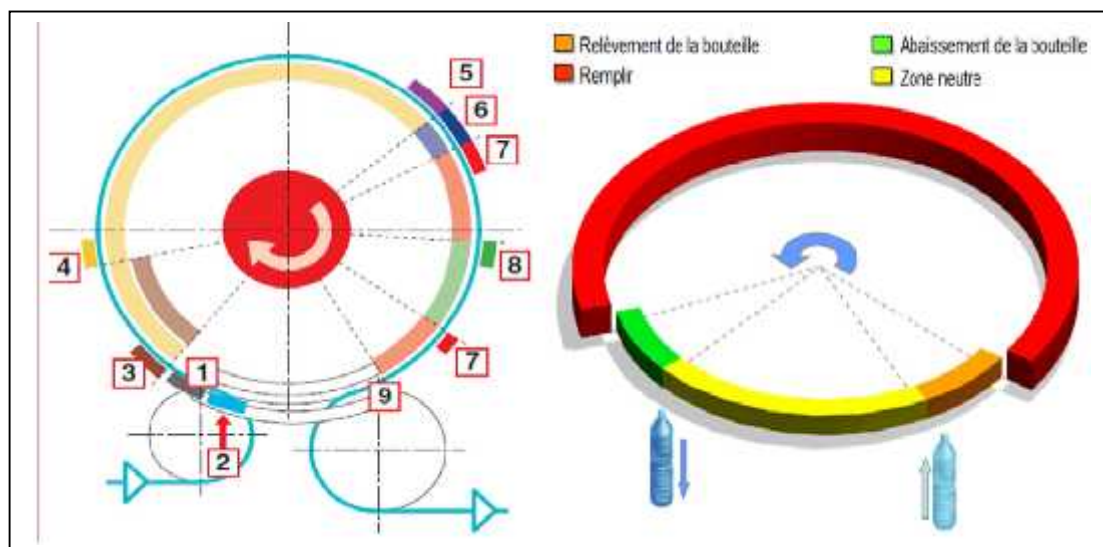


Figure. I.13 Cycle de remplissage.

1. Entrée remplisseuse.
2. Soulèvement et centrage.
3. Pressurisation.
4. Remplissage.
5. Décompression.
6. Stabilisation.
7. Décompression.
8. Descente.
9. Sortie remplisseuse.

a) **Entrée remplisseuse** : La came agit sur le rouleau (2) et lève la fourche (1), tandis que la bouteille vide, entraînée par l'étoile d'entrée, est positionnée sur la fourche même (voir figure. I.14).

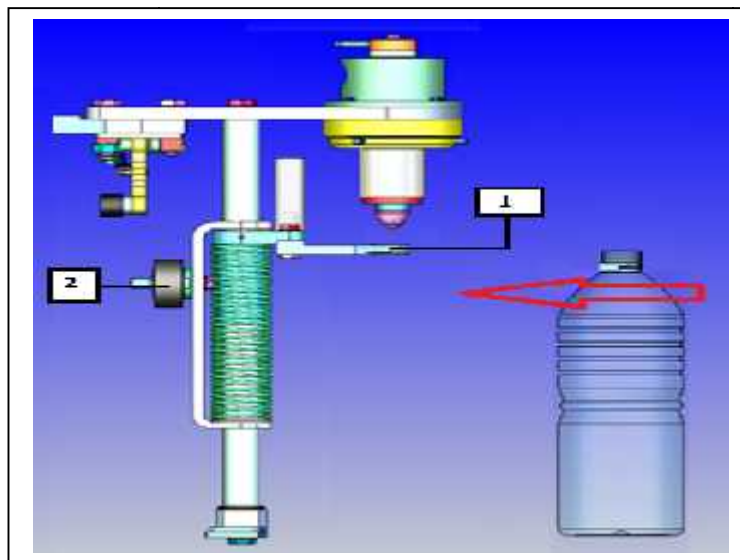


Figure I.14. Entrée remplisseuse.

b) **Levage et centrage** : Une fois la came de levage fourche dépassée, la bouteille est soulevée dans la position de contact avec le bec de remplissage (figure. I.15).

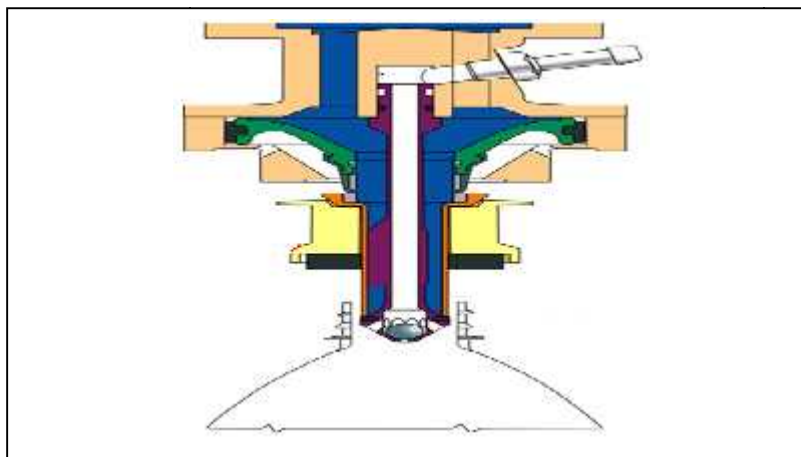


Figure. I.15. : Levage et centrage.

- c) **Remplissage** : La bouteille ouvre la vanne de remplissage en pressant contre la bague (2) et en fléchissant la membrane (3) qui soulève le tube pour la sortie du produit. À ce moment commence la phase de remplissage de la bouteille avec le liquide qui descend le long du tube par gravité : le flux de liquide est dirigé contre les parois pour permettre à l'air à l'intérieur de la bouteille de sortir à travers le tube de niveau (1) et de se décharger à l'extérieur (**figure. I.16**).

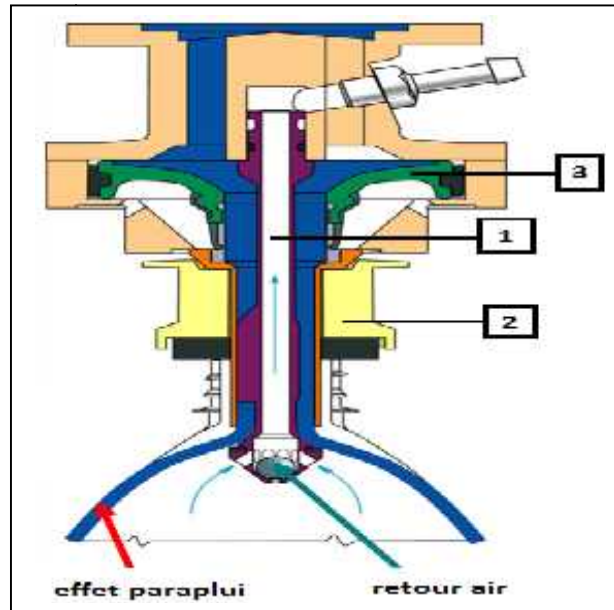


Figure. I.16. : Remplissage.

- d) **Fin de remplissage** : Quand le produit pénètre dans les conduites de purge de l'air cela signifie que la bouteille est pleine : le liquide soulève donc la petite boule, en interrompant le flux de sortie de l'air, bloque par conséquent l'introduction du produit. À ce point la came décroche, en actionnant le petit rouleau, le groupe de levage bouteille ce qui commande la descente de la bouteille et la fermeture de la vanne. La bouteille est donc prête pour être convoyée hors de carrousel de remplissage par l'étoile de sortie (**figure. I.17**).

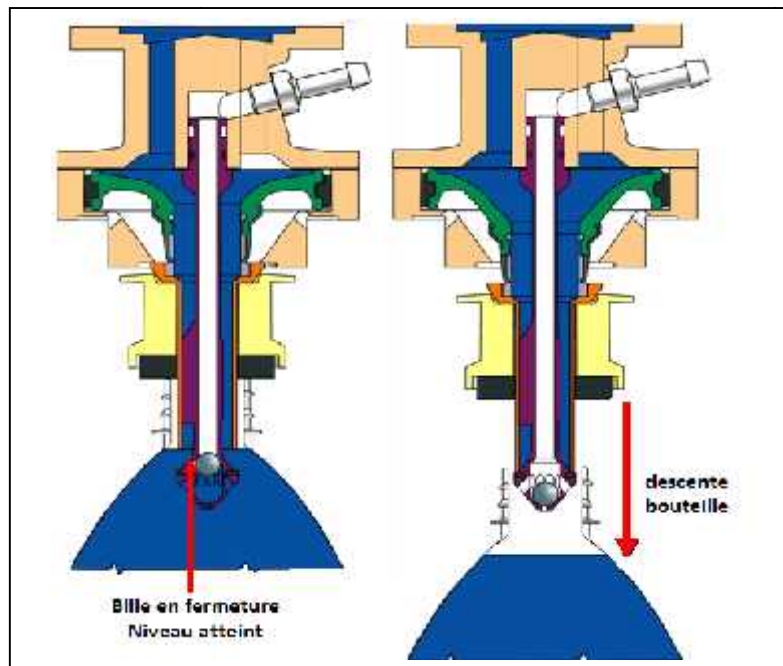


Figure. I.17. Fin de remplissage.

I.4.3. cycle de nettoyage (CIP) :

- **Définition de CIP :**

CIP est l'acronyme anglais de : **C**leaning **I**n **P**lace, qu'on appelle aussi en français «**NEP**» (pour : **N**ettoyage **E**n **P**lace).

Comme son nom l'indique, le CIP est une opération qui concerne l'hygiène, qui est une chose primordiale dans toute l'industrie agroalimentaire. Il consiste à nettoyer et laver les parois internes des éléments constituant la station telle que les tuyaux et le réservoir, les vannes de remplissage par un produit chimique et de l'eau chaude, qui est préparée dans la sous-station CIP par une procédure qu'on appelle communément : «CIP preparing» (préparation du CIP).

L'opération de CIP se déroule essentiellement en deux phases :

- phase 1 : CIP avec un produit chimique (soude, acide,...etc.)
- phase 2 : CIP avec de l'eau chaude.

Et pour chaque phase, on distingue trois chemins différents de CIP :

- ✓ CIP de chemin du réservoir.
- ✓ CIP de chemin des vannes de remplissage.
- ✓ CIP de chemin tuyauterie.

Et tous ce cycle va se reprendre pendant un temps de contacte qui a été définit par le laboratoire spécialisé dans la préparation de CIP.

I.5. principe de Fonctionnement de la bouchonneuse :

Les bouchons se déposent de façon désordonnée dans les tasseaux au fond de la trémie et commencent à être convoyés jusqu'au « dos d'âne ». La sélection des bouchons à ce niveau s'effectue par l'intermédiaire de la gravité : en réglant l'angle de façon optimale, seul les bouchons orientés correctement passent l'obstacle. L'éjection se fait en 2 phases : un pré poussée (1 buse latérale) et une poussée (1 buse latérale et 2 buses additionnelles). Une cellule située dans la chute permet de détecter toute accumulation entraînant l'arrêt temporaire de la machine. Une cellule située en zone d'éjection permet de détecter tout bourrage. La machine passe alors en mode demi-vitesse pour tenter de résorber d'elle même le défaut.

I.6. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons décrit les deux machines « remplisseuse et bouchonneuse » et les composants essentiels qui la constituent. Ainsi que leur principe de fonctionnement.

Le chapitre suivant sera consacré pour l'illustration des instruments utilisée dans ce procédé.

CHAPITRE II:



Instrumentation utilisé.

II.1 Introduction :

Dans ce présent chapitre nous allons illustrer tout les instruments utilisés dans les deux machines, à savoir les actionneurs, les pré-actionneurs et les capteurs et donner des renseignements exacts sur leurs natures et leurs caractéristiques.

L'analyse de ces organes repartis sur les deux machines est donc indispensable pour réaliser l'automatisme qui doit les commander.

II.2 Les actionneurs :

Ce sont des composants qui transforment une énergie prélevée sur une source extérieure en une action physique sur la matière d'œuvre.

II.2.1 les vérins :

Un vérin est un actionneur linéaire qui transforme une énergie pneumatique ou hydraulique en un travail mécanique. Dans notre système nous possédons 4 vérins simples effet.

- a) **les vérins simples effet :** L'ensemble tige-piston se déplace dans un seul sens sous l'action du fluide sous pression. Le retour est effectué par un autre moyen que l'air comprimé : ressort, charge, ... Pendant le retour, l'orifice d'admission de l'air comprimé est mis à l'échappement (**figure. II.1**).

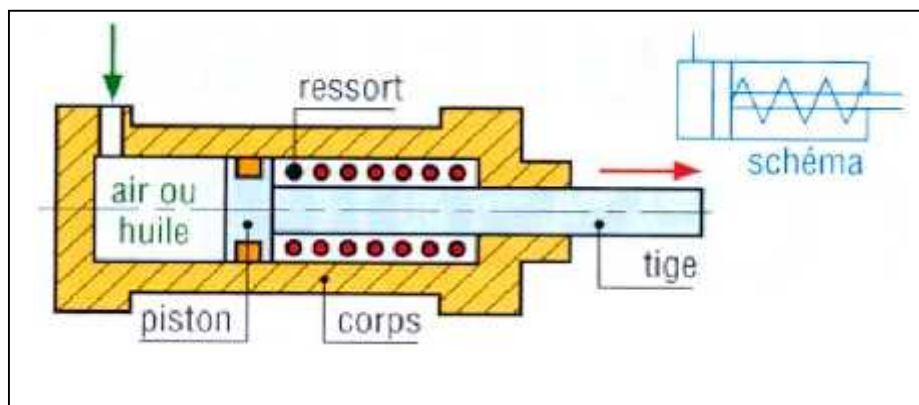


Figure. II.1 : Vérin simple effet.

- 1) Le vérin de libération bouchon : il sert a libéré un bouchon on cas de présence d'une bouteille a bouché.
- 2) Le vérin d'éjection des bouchons : il est situé sur la partie rail de la bouchonneuse et il sert a éjecté les bouchons venu a l'envers du tapis élévateur a l'extérieur de la bouchonneuse.
- 3) Le vérin du mode vidange en éjection : il est utilisé juste dans le cas ou la machine est en mode vidange.
- 4) Le vérin du mode vidange plateau : il est utilisé pour vidanger le plateau en cas de blocage.

II.2.2 les moteurs :

Les moteurs sont des actionneurs électriques forts utilisés en milieu industriel, ils varient selon la tache à accomplir. Les Moteurs utilisés dans notre système sont :

- a) **Le moteur de la remplisseuse** : La machine est actionnée par un moteur asynchrone triphasé à un seul sens de rotation. Ce moteur actionne, à l'aide d'un réducteur, le carrousel de remplissage, les étoiles de transfert des bouteilles. Les caractéristiques du moteur de la remplisseuse sont : Une tension : 400V, puissance : 7.5 KW et courant nominal : 15.3A.
- b) **Les moteurs de la bouchonneuse** : La bouchonneuse est munie de trois moteurs asynchrones triphasés à un seul sens de rotation, à savoir le moteur de roue de cadencement, moteur plateau et le moteur du tapis élévateur. Les caractéristiques de ces moteurs sont : vitesse de rotation : 1500 tr/mn, fréquence : 50 HZ, Puissance : 0.37 KW, Courant nominal : 1.24 A.

II.2.3 Les vannes :

- a) **Vanne papillon** : Les vannes papillon sont des vannes pneumatiques tout ou rien Utilisées dans les installations de liquides et celles des gaz. Ces vannes sont en inox (inoxydables), chose qui leur permet d'être largement utilisées dans toute l'industrie agroalimentaire.

La figure suivante montre la vanne papillon utilisée dans notre système :



Figure II.2. : Vanne papillon.

Notre machine est équipée de dix vannes papillon TOR, et ils sont installés au niveau de la tuyauterie qui mène à la remplisseuse.

b) Vanne modulante : La vanne modulante (**Figure II-3**), est une vanne mono siège à deux voies, équipée du servomoteur pneumatique. De nombreuses variantes de corps et de servomoteurs permettent son adaptation à chaque cas d'utilisation. Grâce à sa fabrication en série et ses éléments standardisés, son champ d'application est extrêmement vaste.



Figure II.3. : Vanne modulante.

Notre machine est équipée d'une seule vanne modulante, cette vanne s'ouvre et se ferme proportionnellement au niveau d'eau dans le réservoir afin de le maintenir à son niveau nominale.

II.2.4 Les pompes :

Les pompes exercent sur le liquide les forces nécessaires à son déplacement, et ce en agissant de façon aspirante d'un côté et de façon refoulant de l'autre. Cela occasionne une augmentation de la pression du côté de la sortie de pompe (tubulure de refoulement) et un abaissement de la pression du côté entrée de la pompe (tubulure d'aspiration).

La machine remplisseuse est équipée d'une seule pompe hydraulique, elle est utilisée pour le retour CIP. Les caractéristiques de la pompe CIP sont : tension : 400V, fréquence : 50HZ, puissance : 7.5KW, courant : 15A et débit : 30L/S

II.3 Les pré-actionneurs :

Un pré-actionneur est un organe qui assure la distribution de l'énergie disponible aux actionneurs sur ordre de la partie commande. Son choix dépend de l'énergie distribuée. On distingue deux types de pré-actionneurs :

a) Les distributeurs : Ils sont utilisés pour commuter et contrôler le débit du fluide sous pression, suite à la réception d'un signal de commande qui peut être mécanique, électrique ou pneumatique. Ils permettent de :

- contrôler le mouvement de la tige d'un vérin ou la rotation d'un moteur hydraulique ou, pneumatique (distributeurs de puissance) ;
- choisir le sens de circulation d'un fluide (aiguiller, dériver, etc.) ;
- exécuter, à partir d'un fluide, des fonctions logiques (fonctions ET, OU, mémoire, etc.) ;
- démarrer ou arrêter la circulation d'un fluide (robinet d'arrêt, bloqueur, ...).

b) Les contacteurs : Un contacteur est un relais de haute puissance modulaire comportant des contacts à double rupture qui servent à couper des tensions et des courants élevés. Il est utilisé pour commuter de moyennes ou grosses charges électriques. Il se compose d'une bobine qui est l'organe de commande, de contacts principaux et de contacts auxiliaires.

II.4 Les capteurs :

Les capteurs sont des composants de la chaîne d'acquisition. Ceux-ci prélèvent une information sur le comportement de la partie opérative et la transforment en une information exploitable par la partie commande. Pour pouvoir être traitée, cette information sera portée par un support physique (énergie), on parlera alors de signal. Les signaux sont généralement de nature électrique ou pneumatique.

Ceux utilisés dans notre système sont des capteurs de proximité photoélectrique et des sondes à savoir :

- a) **Capteur de présence bouteille (figure. II.4) :** Il détecte la présence de la bouteille. Il permet de commander la dépose des bouchons et de les exclure en cas d'absence bouteille.

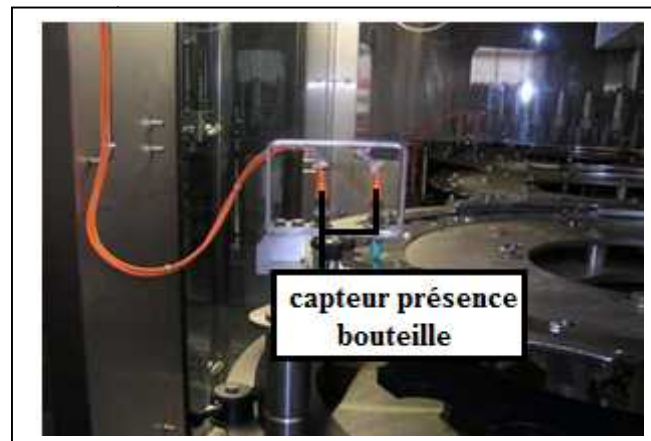


Figure. II.4 : capteur de présence bouteille.

- b) **Capteur de vitesse d'horloge :** Le capteur de présence bouteille doit travailler en accord avec le capteur de vitesse d'horloge de la remplisseuse, sur le front de montée du capteur il sera possible de vérifier la présence des bouteilles.

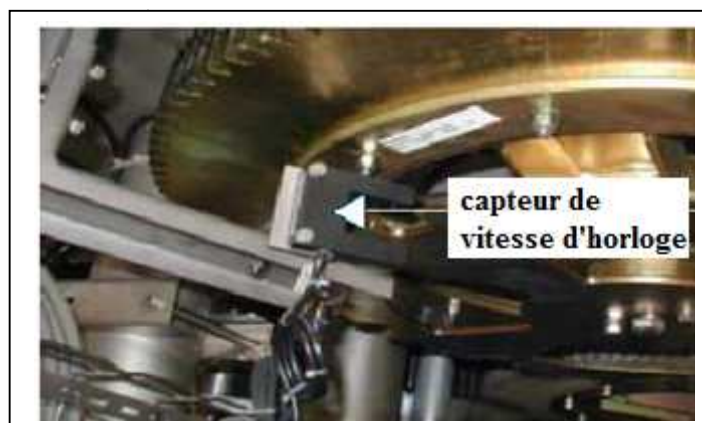


Figure. II.5 : Capteur de vitesse d'horloge.

- c) **Sonde de température** : Cette sonde est située sur le tuyau d'alimentation produit qui arrive dans le réservoir d'alimentation. Elle mesure la température du produit pendant l'alimentation, ou la température de l'agent d'assainir pendant le NEP.
- d) **Sonde de niveau** : La sonde de niveau aussi est placée sur le couvercle du réservoir et elle est consacrée au mesurage du niveau du produit ou bien du niveau de l'agent aseptisant durant le NEP.

II.5 les codeurs rotatifs :

II.5.1 Fonction d'un codeur de position rotatif :

C'est un capteur de position angulaire (**figure. II.6**),

- lié **mécaniquement** à un arbre qui l'entraîne, son axe fait tourner un disque qui lui est solidaire. Le disque comporte une succession de parties opaques et transparentes.
- une **lumière** émise par des Diodes Electroluminescentes (DEL), traverse les fentes de ce disque créant sur les photodiodes réceptrices un signal analogique.
- **électroniquement** ce signal est amplifié puis converti en signal carré, qui est alors transmis à un système de traitement (généralement un automate programmable industriel).

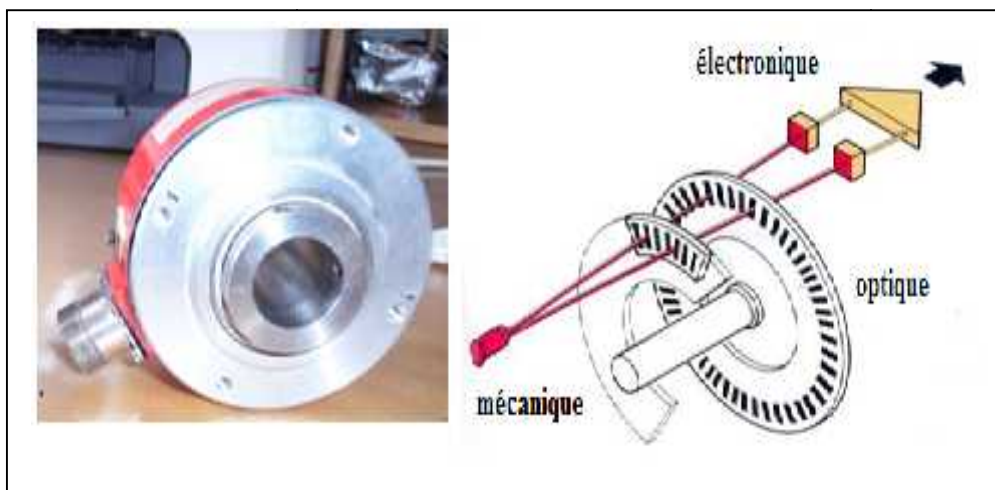


Figure II.6 : codeur rotatif.

II.5.2 Le codeur incrémental (ou générateur d'impulsions):

Les codeurs incrémentaux (**figure II.7**) sont destinés à des applications de positionnement et de contrôle de déplacement d'un mobile par comptage et décomptage des impulsions qu'ils délivrent. Le disque d'un codeur incrémental comporte deux types de pistes.

- a) Principe de fonctionnement :** La piste extérieure : (**voie A**) est divisée en « n » intervalles d'angles égaux alternativement opaques et transparents, « n » s'appelant la résolution ou nombre de périodes ; c'est en effet le nombre d'impulsions qui seront délivrées par le codeur pour un tour complet de son disque. La piste intérieure : (**voie Z**) comporte une seule fenêtre transparente. Celle-ci ne délivre donc qu'un seul signal par tour. Ce signal Z appelé «top zéro» dure 90° électriques et est synchrone des signaux A et B. Ce «top zéro» détermine une position de référence et permet la réinitialisation à chaque tour. Derrière la piste extérieure sont installées deux photodiodes décalées qui délivrent des signaux carrés A et B en quadrature.

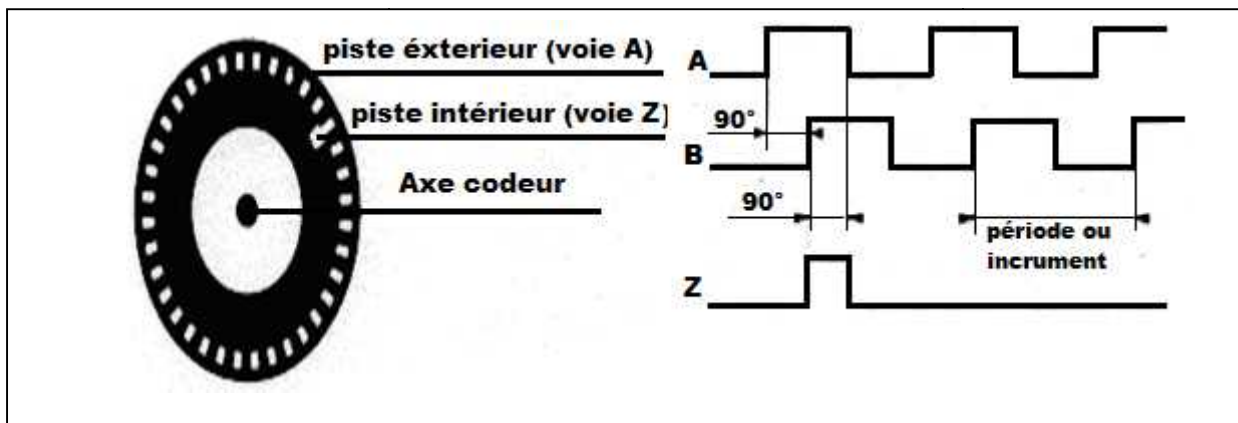


Figure II.7 : Principe de fonctionnement.

- b) Détermination du sens de rotation :** Le déphasage de 90° électriques des signaux A et B permet de déterminer le sens de rotation (**figure. II.8**) :

- dans un sens pendant le front montant du signal A, le signal B est à 0.
- dans l'autre sens pendant le front montant du signal A, le signal B est à 1.

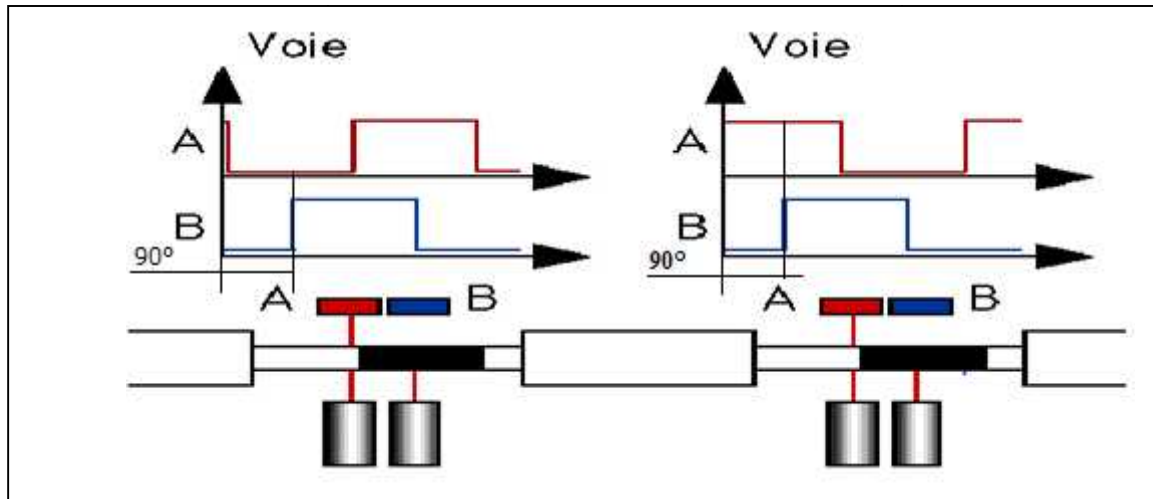


Figure. II.8. : sélection de sens de rotation.

Notre machine est équipée d'un codeur rotatif incrémental, il sert à calculer le nombre de pas (114 pas=9120 impulsions), dès que la bouteille sera détectée par la photocellule de présence bouteille jusqu'à son arrivée à la tête visseuse pour lui libérer un bouchon.

II.6 Conclusion :

L'étude technologique des différents parties à montré les différents dispositifs électrique, hydraulique et pneumatique (capteurs, pré-actionneur, actionneur) utilisés dans la conception de ces deux machines.

La compréhension de ces différents parties va nous faciliter la tâche de modélisation de fonctionnement qui sera présenté dans le chapitre suivant.

CHAPITRE III :



**Modélisation de procédé
à l'Aide du GRAFCET**

III.1 Introduction:

Une conception d'un système automatisé industriel comporte un cahier de charges, établi en collaboration avec les différents services utilisant ce système. Outre les contraintes techniques, il comporte des instructions impératives reliant la partie commande à la partie Opérative, ainsi que le dialogue avec l'opérateur.

La conception, l'étude et la réalisation d'un automatisme nécessite une démarche structurée qui fait appel à un outil de description des systèmes automatisés séquentiels dans l'ordre chronologique des étapes tels que : le chronogramme, l'organigramme et le GRAFCET.

Afin de modéliser notre système industriel, nous avons choisi d'utiliser le GRAFCET qui est considéré comme un outil simple, permettant de modéliser parfaitement le système en tenant compte des contraintes physique et logique de fonctionnement.

III.2 Définition du GRAFCET:

Le GRAFCET (**G**raphe **F**onctionnel de **C**ommande par **E**tapes et **T**ransitions) est un diagramme fonctionnel dont le but est de décrire graphiquement, suivant un cahier des charges, les différents comportements de l'évolution d'un automatisme séquentiel. Il est parfois simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel et constitue un unique outil de dialogue entre toutes les personnes collaborant à la conception, à l'utilisation ou à la maintenance de la machine à automatiser.[3]

Lorsque le mot **GRAFCET** (en lettre capitale) est utilisé pour faire référence à l'outil de modélisation. Lorsque le mot **grafcet** est écrit en minuscule, il fait alors référence à un modèle obtenu à l'aide des règles de GRAFCET.

Le GRAFCET permet de construire des modèles ayant une structure graphique (représentation statique) à laquelle on associe une interprétation (elle correspond à l'aspect fonctionnel du grafcet). De plus, ce modèle possède un comportement dicté par des règles d'évolution (représentation dynamique), complétées pour l'implantation par des algorithmes d'application de ces règles.

III.3 Les concepts de base d'un GRAFCET :

Le GRAFCET se compose d'un ensemble :

- d'étapes aux quelles sont associées des actions (activités) ;
- de transitions auxquelles sont associées des réceptivités ;
- des liaisons orientées reliant les étapes aux transitions et les transitions aux étapes.

La figure III-1 montre les éléments de base d'un grafcet

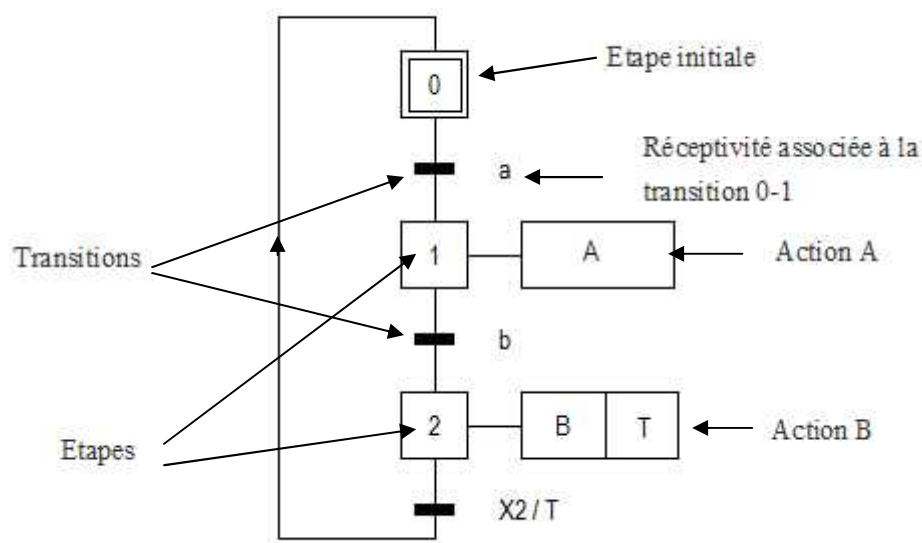


Figure III-1 : Symbolisation d'un GRAFCET.

III.4. Niveau d'un Grafcet :

- a) **Grafcet de niveau 1** : Appelé aussi niveau de la partie commande, il décrit l'aspect fonctionnel du système et les actions à faire par la partie commande en réaction aux informations provenant de la partie opérative indépendamment de la technologie utilisée. Les réceptivités sont décrites en mots et non en abréviations, on associe le verbe à l'infinitif pour les actions (**figure III.2.a**).

- b) Grafcet de niveau 2 :** Appelé aussi niveau de la partie opérative, il tient compte de plus de détails des actionneurs, des pré-actionneurs et des capteurs, la représentation des actions et réceptivité est écrite en abréviation et non en mots, en associe une lettre majuscule à l'action et une lettre minuscule à la réceptivité (**figure III.2.b**).

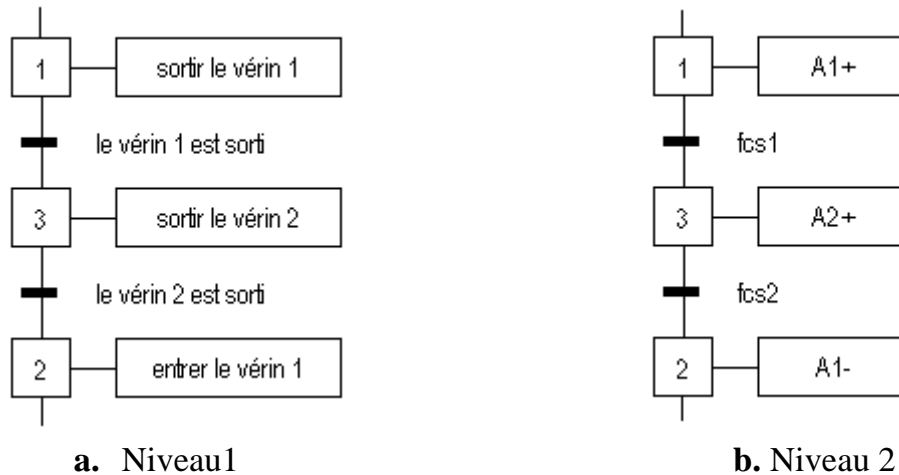
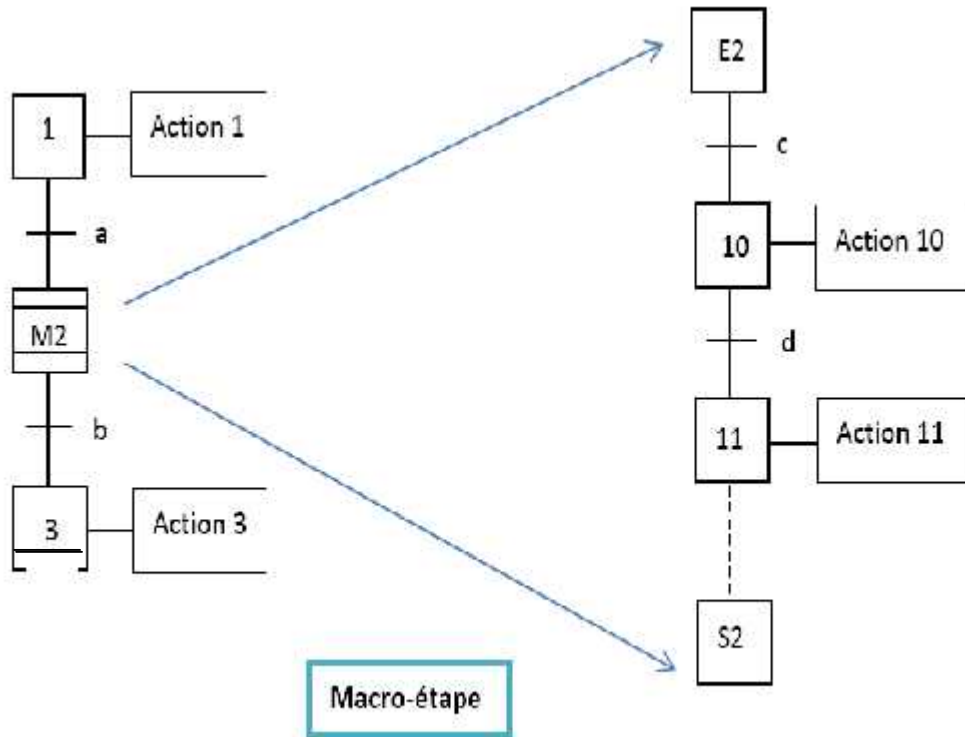


Figure III-2 : les niveaux de GRAFCET

III.5. Macro-étape :

- a) Objectif :** Une Macro-étape est utilisée pour simplifier la représentation, pour la rendre plus lisible, ou pour insister sur certaines structures sans se perdre dans les détails.
- b) Définition :** Une macro-étape est la représentation **unique** d'un ensemble **unique** d'étapes et de transitions, nommé **expansion de la macro-étape**.
- c) Règles et représentation :** Lorsque l'étape **1** est active et que la réceptivité **a** est vraie, alors la ME (M2) est active ainsi que l'étape d'entrée de l'expansion **E2** et le cycle décrit dans l'expansion se déroule jusqu'à l'étape de sortie **S2**. Dès que l'étape **S2** est active, si la réceptivité **b** qui suit la ME est vraie alors l'étape suivante sera active.

Exemple :**Remarque :**

- Il ne peut y avoir d'action associée à une macro-étape.
- Une macro-étape n'est pas une étape, car elle représente un ensemble d'étapes, elle ne suit donc pas les règles d'évolution des étapes.
- Une expansion comme une macro-étape ne peuvent pas se retrouver plusieurs fois dans une description.
- Une expansion n'est pas un grafcet, mais une partie d'un grafcet, elle ne peut donc être bouclée.

III.6. Cahier de charge remplisseuse:

La machine est divisée en deux modes principales, le premier c'est le mode de production et le deuxième c'est le mode CIP (nettoyage en place).

III.6.1. En mode production :**a) conditions initiales :**

- Il faut s'assurer que tous les arrêts d'urgence sont désactivés , ainsi que la machine qui est en amont (la souffleuse) est en marche.
- on sélectionne le mode production, le mode automatique et le mode asservi.
- On appuie sur le bouton poussoir marche et le moteur de la remplisseuse démarre.
- Quand le capteur de synchronisation souffleuse remplisseuse est excité on arrête le moteur de la remplisseuse.
- Quand le capteur de synchronisation remplisseuse souffleuse est excité, on redémarre le moteur de la remplisseuse une autre fois, pour mettre les deux machines en phase.

b) démarrage de cycle :

- Après que la vitesse de la remplisseuse atteint la consigne (cadence souffleuse).
- On ouvre les vannes concernées et la vanne de la régulation.
- Quand la sonde de niveau est supérieure à la consigne.
- Fermeture de la vanne modulante proportionnellement au niveau d'eau dans le réservoir, jusqu'à ce que le niveau d'eau atteint le maximum, et la vanne modulante se fermera complètement, et vice versa.
- Quand le capteur de température indique une température supérieure a celle de la consigne.
- Ouverture de la vanne concernée, pour faire évacuer l'eau chaude a l'extérieur et on ferme les autres vannes, pour empêcher de l'eau chaude de pénétrer au réservoir et au bec de remplissage.

III.6.2. En mode CIP :**a) Les conditions initiales :**

- Il faut s'assurer que tous les arrêts d'urgence sont désactivés.
- Activation du mode CIP et le mode manuelle.
- On appuie sur le bouton poussoir insertion fausse bouteille.
- Après avoir insérée toute les fausses bouteilles on bascule vers le mode automatique.

b) Démarrage du cycle de nettoyage :

- Après avoir actionné le bouton poussoir marche.
- On ouvre les vannes concerné et on ferme les autres vannes.
- Quand le capteur de présence de liquide à l'aspiration et le capteur de débit sont activé, dans on démarre la pompe retour CIP pendant Cinq minute.
- Après l'achèvement de ce temps, on ouvre les vannes concerné et on ferme les autres vannes pendant Cinq minute.
- Après l'achèvement de ce temps, on ouvre les vannes concernées et on ferme les autres vannes, avec une temporisation de Cinq minute.
- Après l'achèvement de ce temps, on reprend le cycle pendant le temps de contacte définit par le laboratoire, jusqu'à ce que le capteur de débit et le capteur de présence de liquide a l'aspiration sont désactivés, et on arrête le cycle.

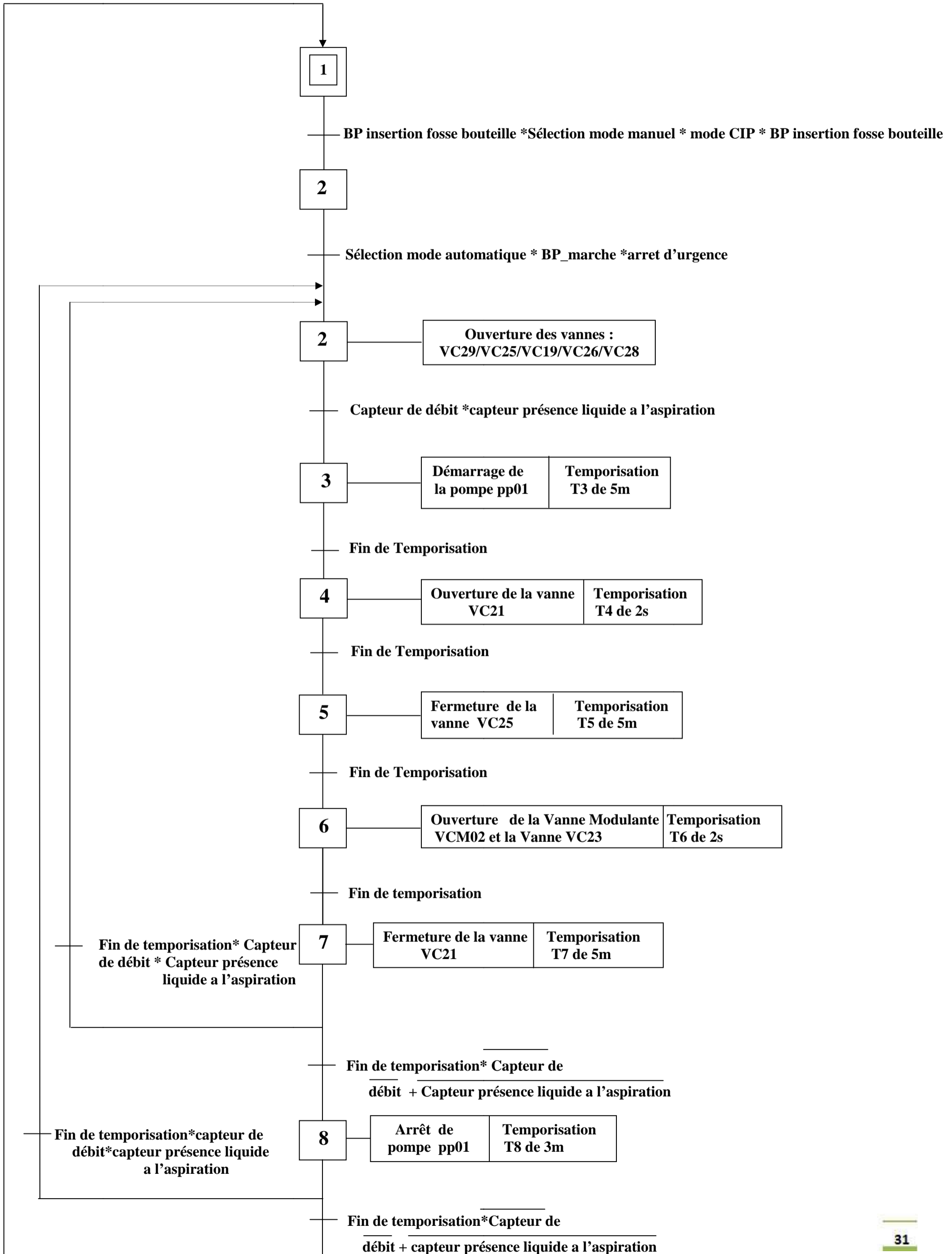
III.7. Cahier de charge bouchonneuse :**a) Les conditions initiales :**

- Il faut s'assurer que tous les arrêts d'urgence sont désactivés.
- Présence des bouchons dans la trémie.
- Sélection mode automatique.

b) Démarrage de cycle :

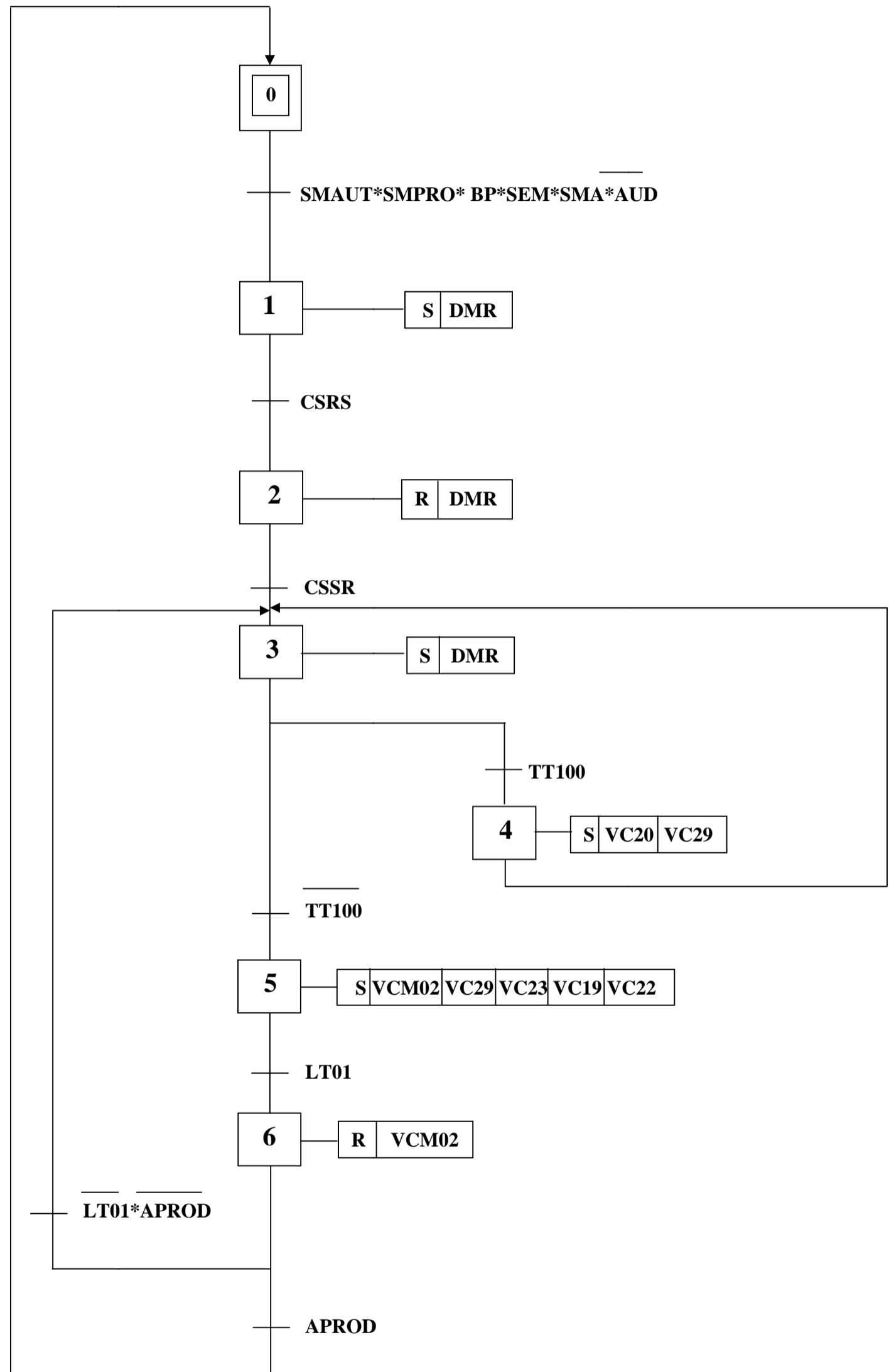
- Après avoir appuyé sur le bouton poussoir, la bouchonneuse commence à envoyer des bouchons de la trémie vers le tapis élévateur d'une façon désordonnée. A la sortie de la trémie les bouchons se sélectionnent grâce à un dispositif appelé « dos d'âne » seul les bouchons positionnés correctement peuvent passer l'obstacle.
- Les bouchons qui réussissent à passer l'obstacle vont être élevés grâce au tapis élévateur vers l'éjecteur.
- Une fois les bouchons arrivés à l'éjecteur, ils vont être orientés vers le rail grâce à des buses d'air.
- Sur le rail, une cellule qui détecte toute accumulation et arrête le tapis élévateur et une autre cellule qui fait actionner un vérin en cas de blocage.
- A la chute gravitaire, une autre cellule qui démarre et arrête le moteur en cas de manque des bouchons dans le buffer.
- Le buffer est doté de deux cellules : niveau 1 et niveau 2, qui font arrêter le chargement des bouchons en cas où il est plein.
- A la sortie du buffer, une autre cellule qui actionne un vérin, pour libérer des bouchons en cas de présence d'une bouteille à bouché, et de les exclure dans le cas contraire.

b) en mode CIP (NEP) :

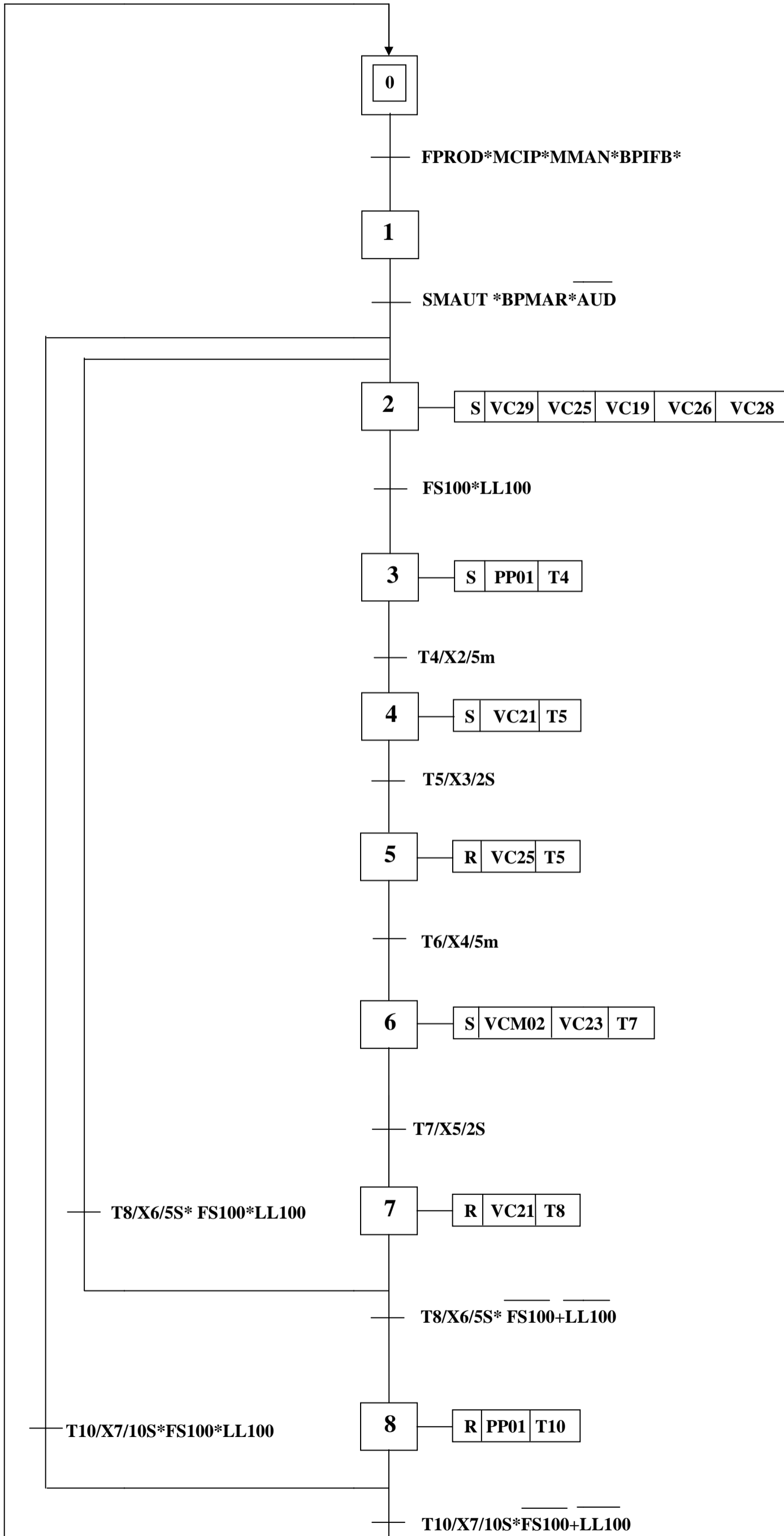


III.8.2. grafcet niveau 2 remplisseuse :

a) mode production :

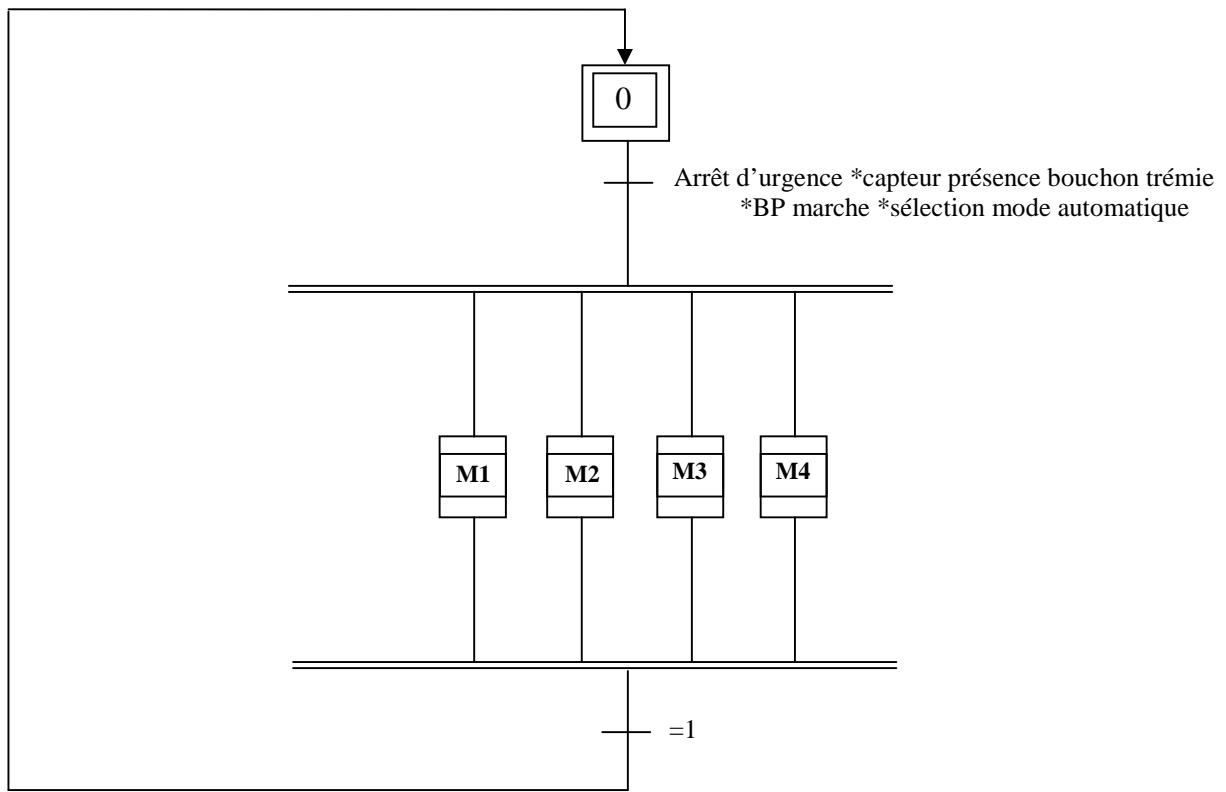


b) en mode CIP (NEP) :

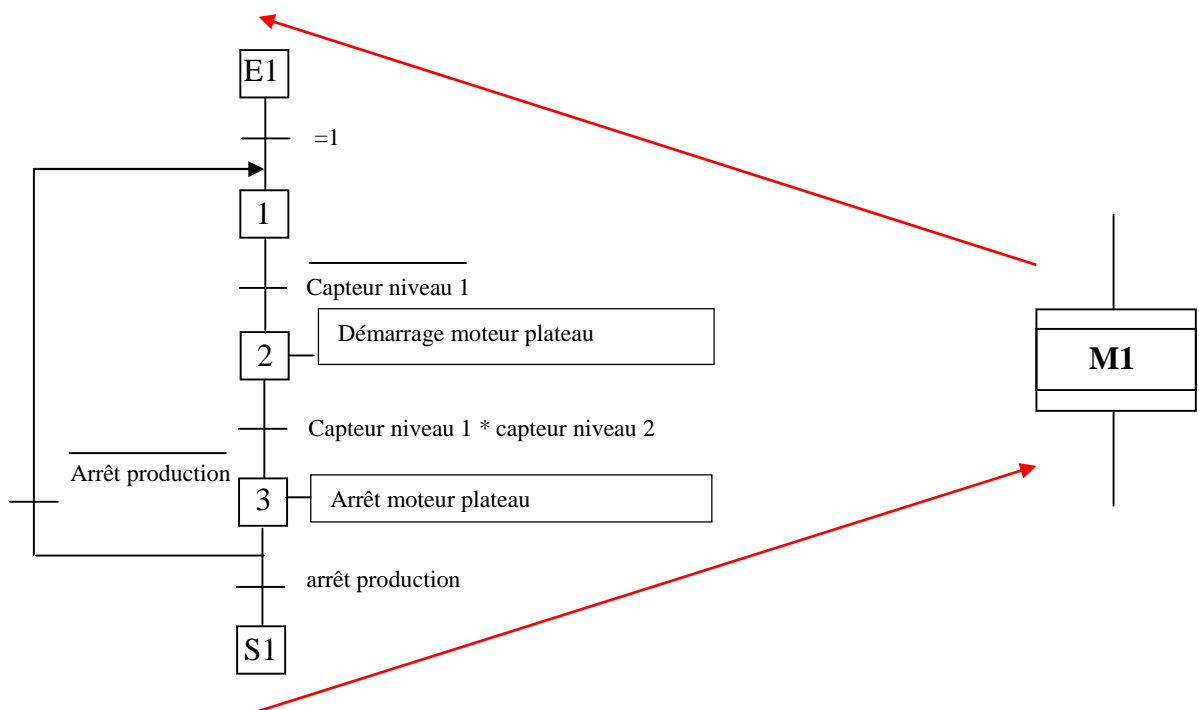


III.9. grafcet bouchonneuse :

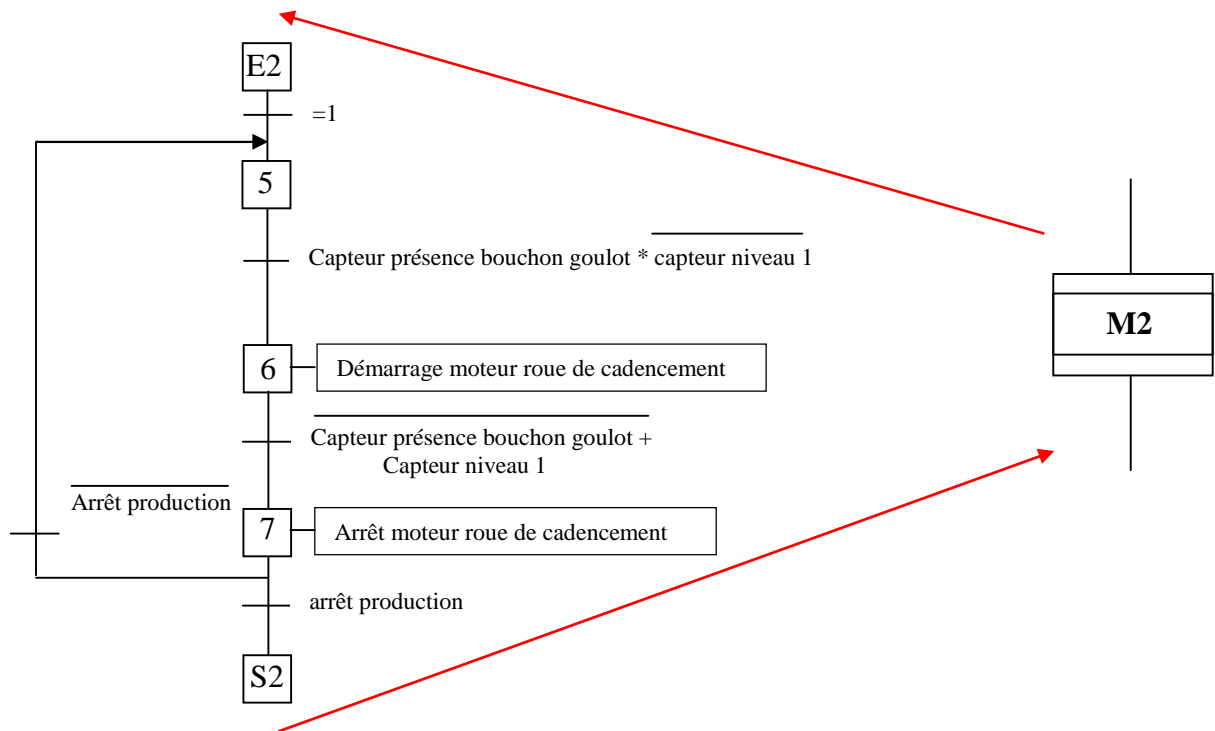
III.9.1. grafcet niveau 1 :



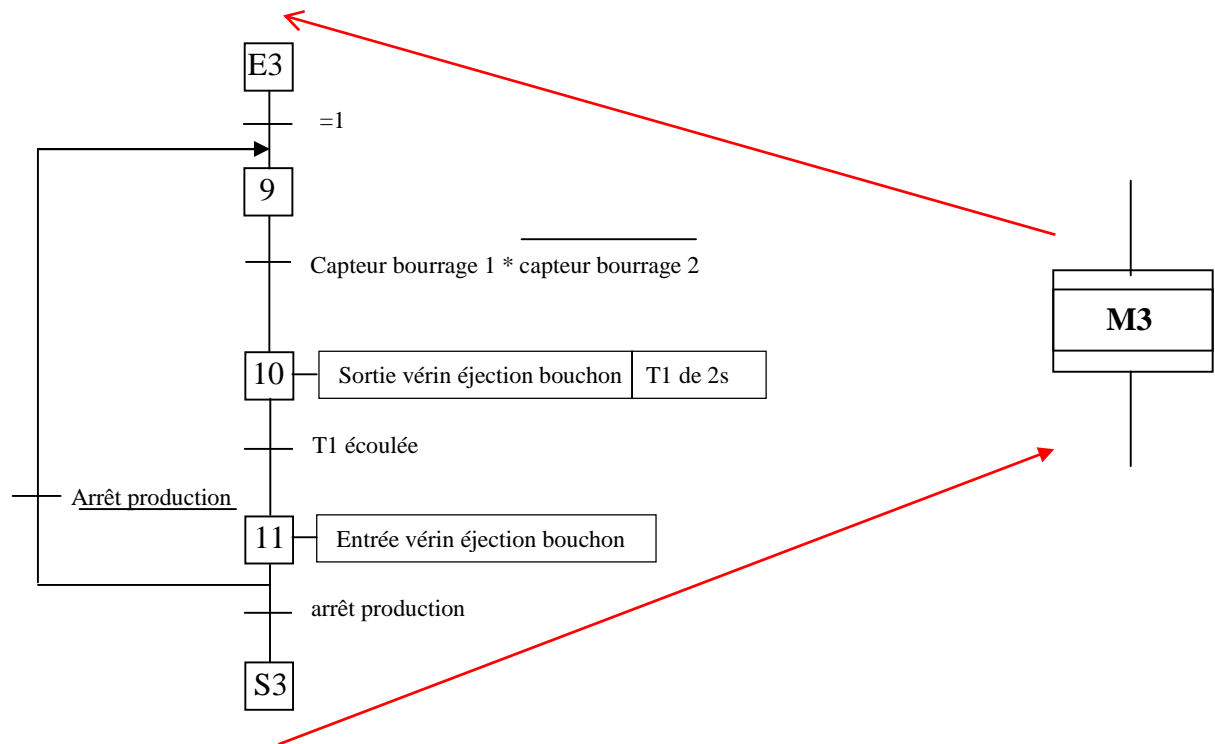
a) La macro étape : de moteur plateau



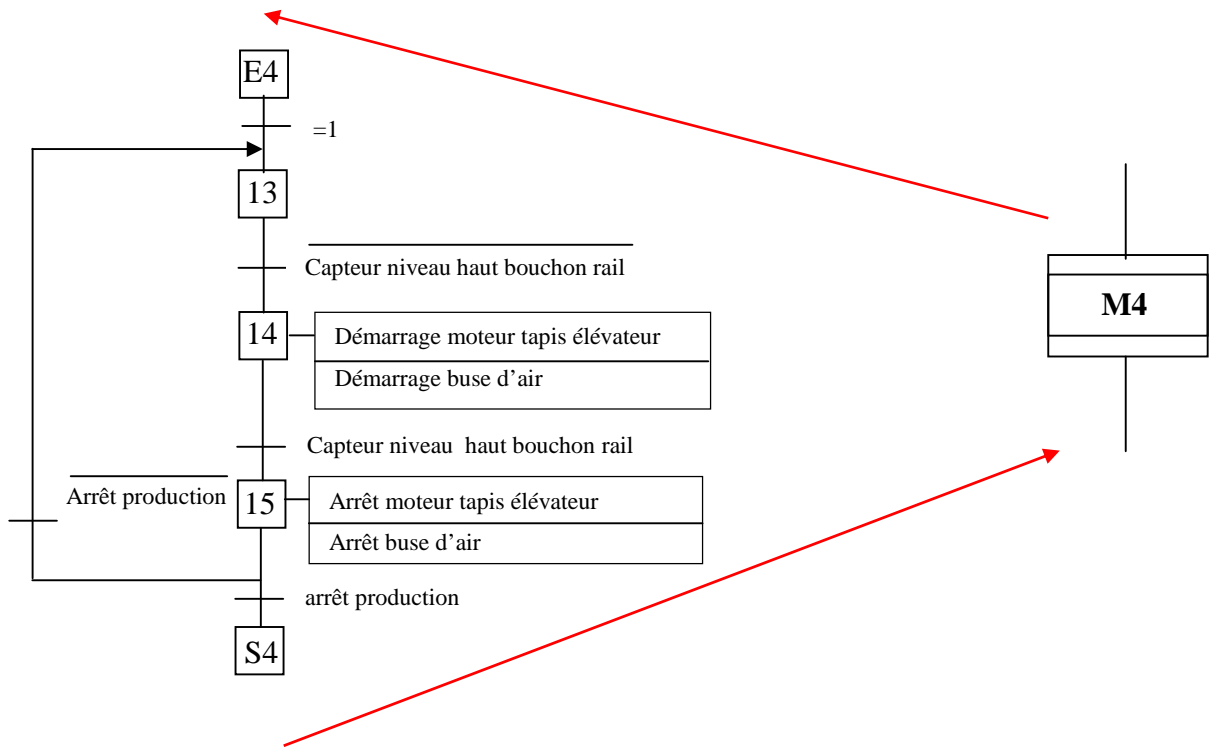
b) La macro étape : de moteur roue de cadencement



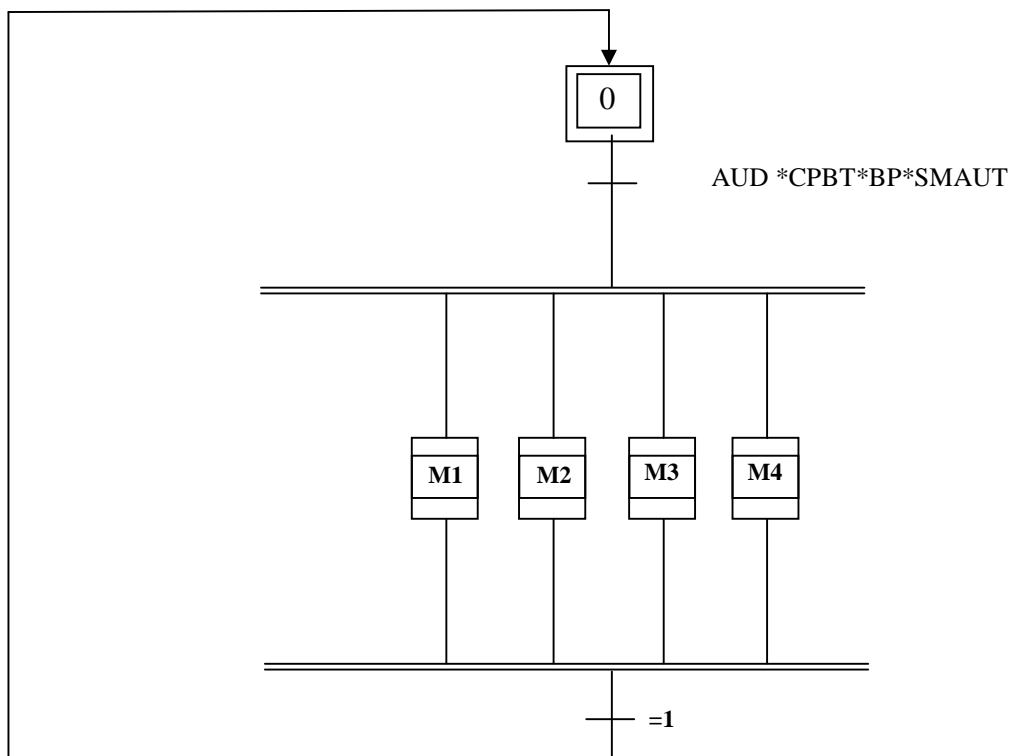
c) La macro étape : de vérin éjection bouchon



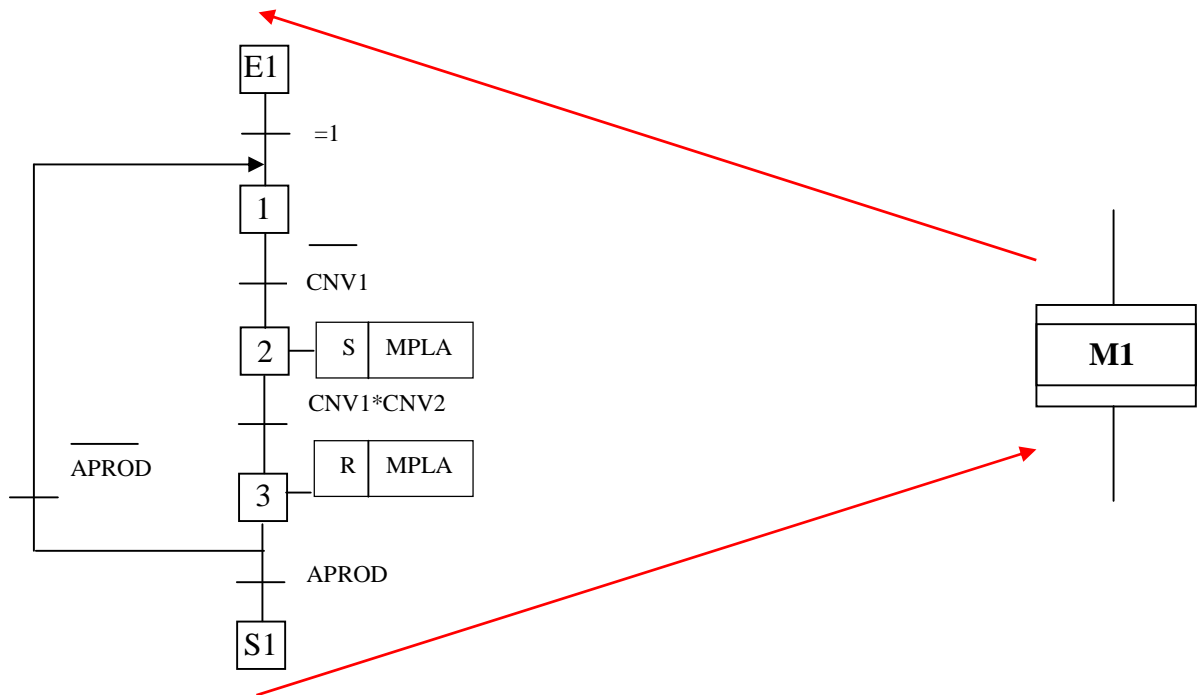
d) La macro étape : de moteur tapis élévateur et soufflète



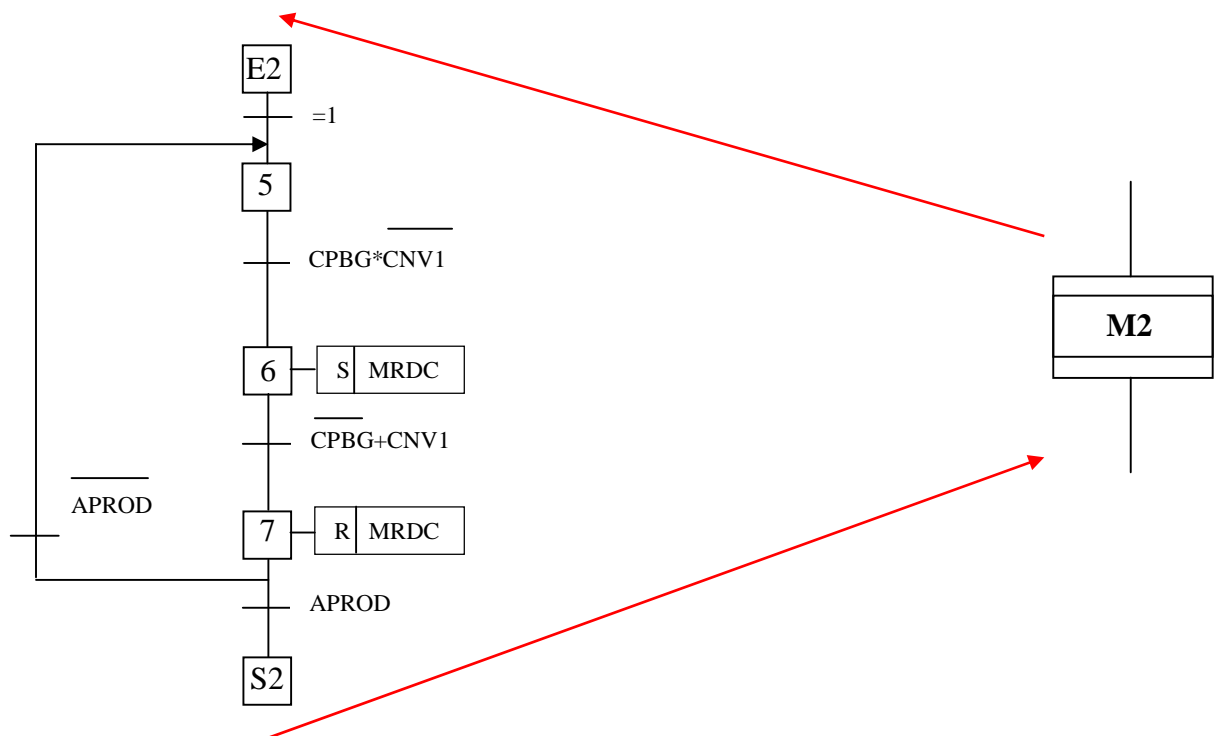
III.9.2 grafcet niveau 2 :



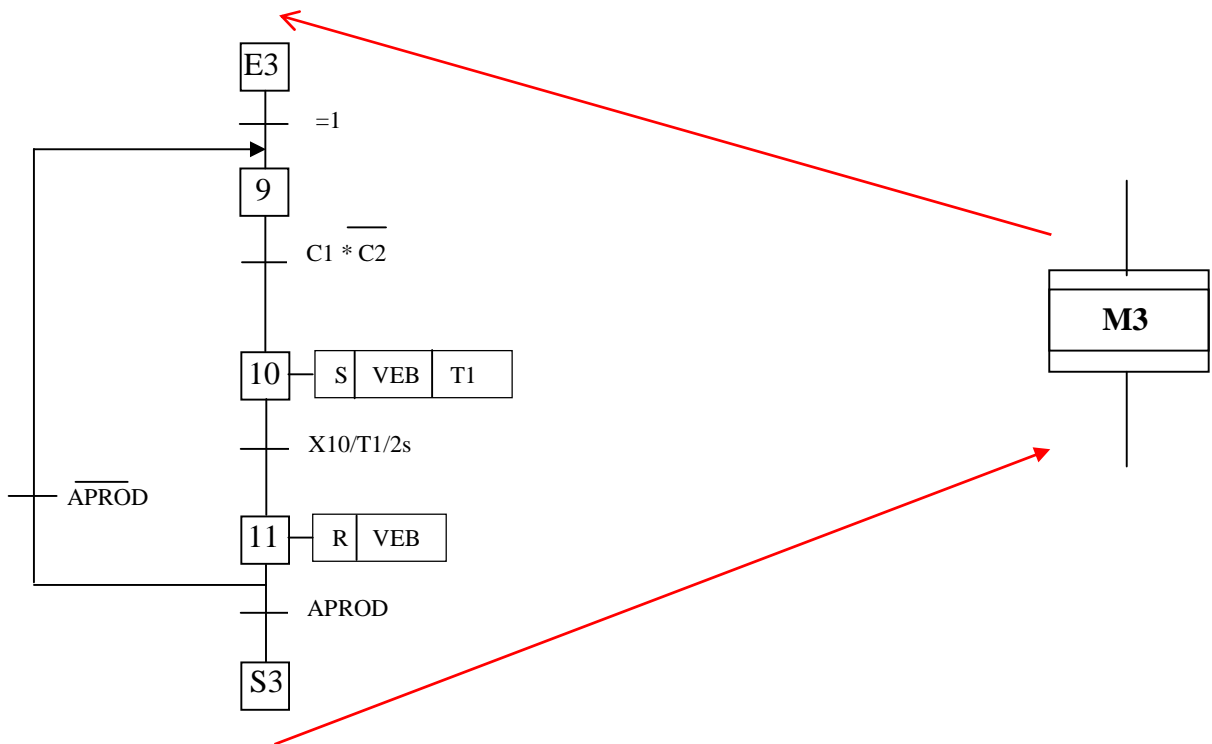
a) La macro étape : de moteur plateau :



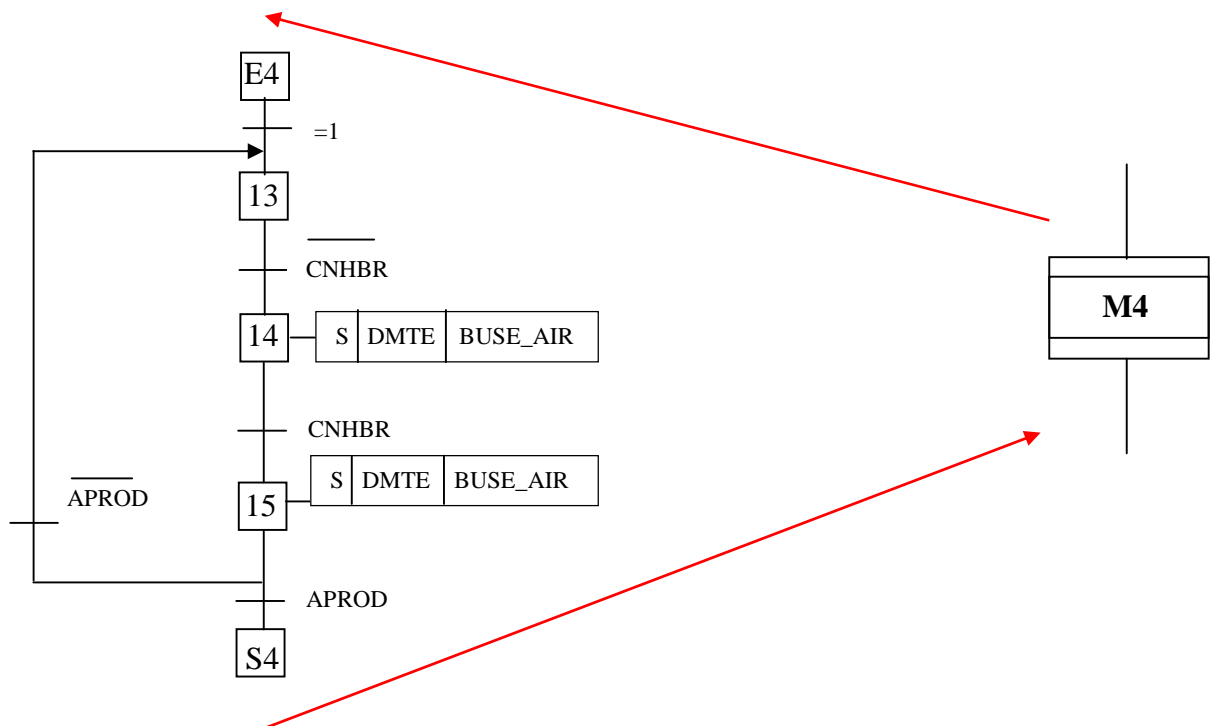
b) La macro étape : de moteur roue de cadencement :



c) La macro étape : de vérin éjection bouchon :



d) La macro étape : de moteur tapis élévateur et soufflète :



III.10. Conclusion :

En tenant compte de la complexité du processus ainsi que des contraintes imposées par l'entreprise, nous avons modélisé le procédé de commande à l'aide du GRAFCET. Nous avons élaboré en premier lieu un grafcet de niveau 1 pour expliquer le système, puis le grafcet niveaux 2 qui met en œuvre et décrit la partie opérative.

Au terme de ce chapitre nous concluons que le GRAFCET est un outil de modélisation qui permet facilement le passage d'un cahier des charges fonctionnel à un langage d'implémentation optionnel. Il permet la description du comportement attendu de la partie commande d'un système automatisé, comme il permet de créer un lien entre la partie commande et la partie opérative.

Ainsi, le GRAFCET a facilité considérablement le passage de la description à la modélisation, et nous permettra au chapitre suivant d'aborder la programmation de la partie opérative qui pilotera le procédé et ce à l'aide du STEP7.

CHAPITRE IV :



**Élaboration de la
Solution de Commande**

IV.1 Introduction :

Après avoir modélisé le fonctionnement de notre système par le GRAFCET, l'étape suivante consiste à concevoir le programme qui sera implanté dans l'automate S7-300. Avant d'entamer la programmation, nous avons jugé nécessaire de présenter l'automate utilisé et citer les critères sur lesquels notre choix est basé.

IV.2 Définition d'un automate programmable industriel (API) :

Un API (ou PLC programmable logique Controller) est un appareil électronique adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logique, analogique ou numérique.

Les automates SIMATIC S7 :

La gamme SIMATIC S7 comprend les automates programmables industriels suivant :

- S7-200 : un micro-automate compact de l'entrée de gamme.
- S7-300 : un micro-automate modulaire de milieu de gamme.
- S7-400 : il couvre le haut et très haut de gamme.

IV.3 Choix d'un automate :

Pour choisir un automate programmable, l'automaticien doit préciser :

- Le nombre et la nature des entrées et des sorties.
- Le type de programmation souhaité et les besoins de traitement permettant le choix de l'unité centrale et la taille de la mémoire utilisateur.
- La nature de traitement (temporisation, couplage,...etc).
- Le dialogue (la console détermine le langage de programmation).
- La communication avec d'autre système.
- La fiabilité et la robustesse.

IV.4 Le choix de S7-300 :

Conformément au nombre d'entrées (tous ce qui est capteurs ; interrupteurs, bouton poussoir,...etc) ; et de sorties (actionneurs : pompes, électrovannes,...etc), ainsi que leurs

correspondances (numérique, analogiques,...etc) il faut penser à un API performant intégrant plus de modules d'entrées/sorties. Du fait l'API S7-300 répond parfaitement à cette flexibilité.

IV.5 Présentation du S7-300 :

L'automate S7-300 est fabriqué par la famille SIMATIC. Il est de conception modulaire, une vaste gamme de module est disponible. Ces modules peuvent être combinés selon les besoins lors de la conception d'une solution d'automatisation.

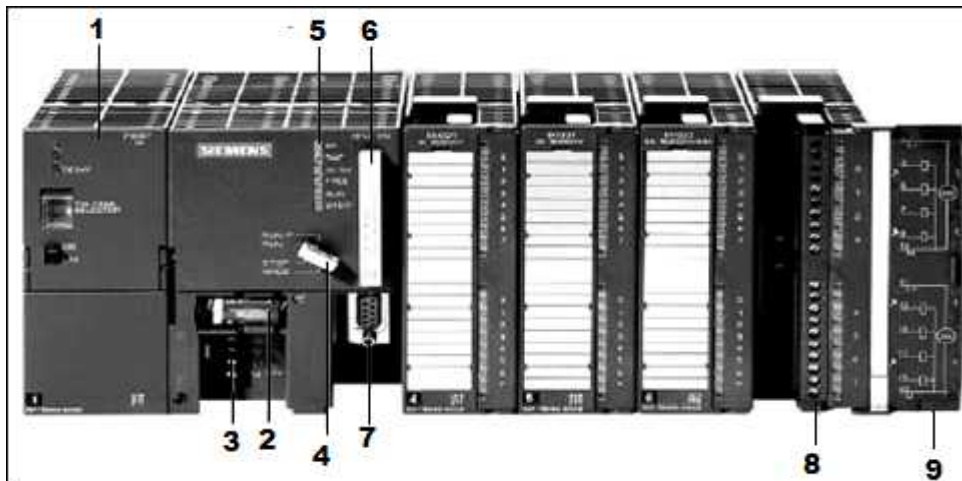


Figure. IV.1 : Automate modulaire SIEMENS.

- | | | | |
|---|---|---|----------------------------|
| 1 | Module d'alimentation | 6 | Carte mémoire |
| 2 | Pile de sauvegarde | 7 | Interface multipoint (MPI) |
| 3 | Connexion au 24V cc | 8 | Connecteur frontal |
| 4 | Commutateur de mode (à clé) | 9 | Volet en face avant |
| 5 | LED de signalisation d'état et de défauts | | |

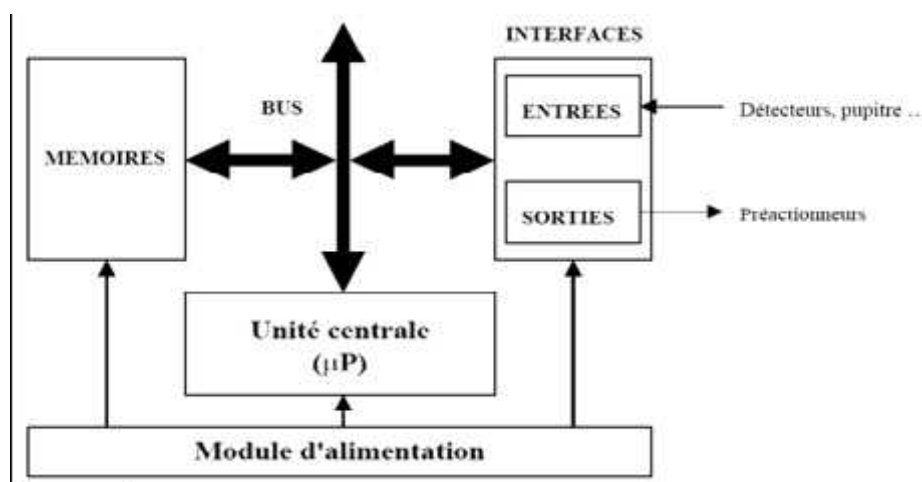


Figure. IV.2 : Structure interne des automates

IV.6 Les modules constitutionnels de l'automate S7-300

- a) Module d'alimentation (PS) :** Le module d'alimentation convertit la tension secteur 220/380V AC en 24V DC nécessaire pour l'alimentation de l'automate. Pour contrôler cette tension une LED qui s'allume en indiquant le bon fonctionnement et en cas de surcharge un témoin se met à clignoter.
- b) Unité centrale (CPU) :** Le S7-300 dispose d'une large gamme de CPU à différents niveaux de performance, on compte les versions suivantes :
- CPU à utilisation standard : CPU 313, CPU 314...
 - CPU avec fonctions intégrées : CPU 312 IFM et la CPU 314 IFM.
 - CPU avec interface Profibus DP : CPU 315-2 DP, CPU 316-2DP et CPU 318-2DP elles sont utilisées pour la mise en place des réseaux.
- c) Module de coupleur (IM) :** Les coupleurs permettent de configurer le S7-300 sur plusieurs rangées et assurent la liaison entre les châssis (le châssis d'extension et le châssis de base) et le couplage entre les différentes unités. Ainsi la communication entre les entrées/sorties et d'autre périphérique et l'unité centrale est assurée.
- Pour la gamme S7-300, les coupleurs disponibles sont :
- IM 365 : pour les couplages entre les châssis distant d'un mètre au maximum.
 - IM 360/ IM361 : pour les couplages allant jusqu'à 10 mètres de distance.
- d) Module de fonction (FM) :** Ces modules réduisent la charge de traitement de la CPU en assurant des tâches lourdes en calcul. On peut citer les modules suivant :
- FM 354/FM 357 : module de commande d'axe pour servomoteurs.
 - FM 353/FM 357 : module de positionnement pour moteur pas-à-pas.
 - FM 355 : module de régulation.
 - FM 350-1 : module de comptage.
- e) Module de communication (CP) :** Les processeurs de communication (CP) réalisent le couplage point-à-point qui relie les partenaires de communication (automates programmables, scanner, PC,...etc).

On peut citer les modules suivants : CP 340, CP 341,...

- f) Module de signaux (SM):** Les modules de signaux (SM) servent d'interface entre le processus et l'automate. Il existe des modules d'entrées, modules de sorties TOR ainsi que des modules d'entrées et modules de sorties analogiques.
- g) Module de simulation (SM 374) :** Ce module spécial qui offre à l'utilisateur la possibilité de tester son programme lors de la mise en service et en cours de fonctionnement. Dans le S7-300, ce module se monte à la place d'un module d'entrée ou de sortie TOR. Il assure plusieurs fonctions telles que :
- La simulation des signaux de capteurs aux moyens d'interrupteurs.
 - La simulation d'état des signaux de sorties par des LED.
- h) Le châssis (rack) :** Les châssis sont utilisés pour le montage et le raccordement électrique des différents modules.

IV.7 Caractéristique de l'automate S7-300 :

L'automate S7-300 offre les caractéristiques suivantes :

- Gamme diversifiée de CPU.
- Gamme complète de modules.
- Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.
- Bus de fond de panier intégré au module.
- Possibilité de mise en réseau avec MPI PROFIBUS ou INDUSTRIAL ETHERNET.
- Raccordement central de la PG avec accès à tous les modules.
- Liberté de montage aux différents emplacements.
- Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil configuration matériels.

IV.8 Le logiciel STEP 7 :

Le logiciel de programmation STEP 7 constitue l'outil standard pour les systèmes d'automatisation SIMATIC. Il permet à l'opérateur une utilisation simple et confortable de ses systèmes performants. Ainsi que de programmer individuellement un automate.

Le langage de programmation CONT, LOG, LIST et S7 GRAPH pour S7-300/400 font partie du logiciel de base STEP 7.

IV.9 Structure d'un programme S7 :

Le logiciel de programmation STEP 7 permet de structurer le programme utilisateur, c'est-à-dire de le subdiviser en différentes parties autonomes (blocs).

IV.9.1 Les blocs utilisateurs :

Ces blocs destinés à structurer le programme utilisateur dont on peut citer les blocs importants suivants :

- a) **Bloc d'organisation (OB) :** Ce bloc est appelé cycliquement par le système d'exploitation, il constitue donc une interface entre le programme utilisateur et le système d'exploitation. L'OB contient des instructions d'appel de blocs indiquant à l'unité de commande de l'automate l'ordre dans lequel il doit traiter les blocs.

- b) **Fonction :** Elle contient un programme qui est exécuté dès son appel par un autre bloc de code. Elle peut être utilisée pour :
 - ✓ Renvoyer une valeur de fonction au bloc appelant (exemple : fonction mathématique).
 - ✓ Exécuter une fonction technologique.

Ces données sont perdues après exécution de la fonction. Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de données

- c) **Bloc fonctionnel (FB) :** Il contient un programme qui est exécuté dès son appel par un autre bloc de code. Il facilite la programmation de fonction complexe, comme la commande de moteur (accélération,...etc).

- d) **Bloc de données (DB) :** Les DB sont des zones de données dans lesquelles l'on enregistre les données utilisateur.

- e) **Les blocs système :** Ils sont des blocs prédéfinis et intégrés dans le système d'exploitation de la CPU. Ces blocs peuvent être appelés par le bloc utilisateur et utilisés dans le programme. Il s'agit des blocs fonctionnels système (FSB), les fonctions système (SFC) et les données système (SDB).

IV.10 Utilisation de STEP 7:

Après avoir créé un projet sous STEP 7 et choisir la CPU qui convient, on passe à la configuration matérielle.

IV.10.1. configuration matérielle :

La configuration matérielle consiste en la disposition des châssis (racks), des modules et d'appareils de la périphérie centralisée. Les châssis sont représentés par une table de configuration dans laquelle on peut placer un nombre défini de modules, comme dans les châssis réels.

Nous avons choisi une alimentation PS 307 2 A, une CPU 315-2 DP, un module d'entrée TOR, un module de sortie TOR et un module d'entrée sortie analogique pour établir notre configuration matérielle.

Ce choix est justifié par le nombre d'entrées / sorties que possède notre installation ainsi que leurs nature :

La figure suivante illustre notre configuration matérielle :

Emplacement	Module	Référence	Firmware	Adresse MPI	Adresse d'entrée	Adresse ...	Commentaire
1	PS 307 2A	6ES7 307-1BA00-0AA0					
2	CPU315-2 DP(1)	6ES7 315-2AH14-0AB0	V3.0	2			
X2	DP				2047		
3							
4	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-0AA0			0..3		
5	DO32xDC24V/0.5A	6ES7 322-1BL00-0AA0				4..7	
6	AI4/AO2	6ES7 334-0KE00-0AB0			288..295	304..307	
7							

Figure IV.4. : Configuration matérielle.

On a essentiellement :

- 1 module d'alimentation de 2A.
- **CPU 315-2 DP.**
- 1 module d'entrées digitales 32 bits.
- 1 module de sorties digitales de 32bits.
- 1 module d'entrées sorties analogiques : 4entrée et 2sorties.

La structure générale du module d'entrée/sortie analogique est donnée par la figure suivante :

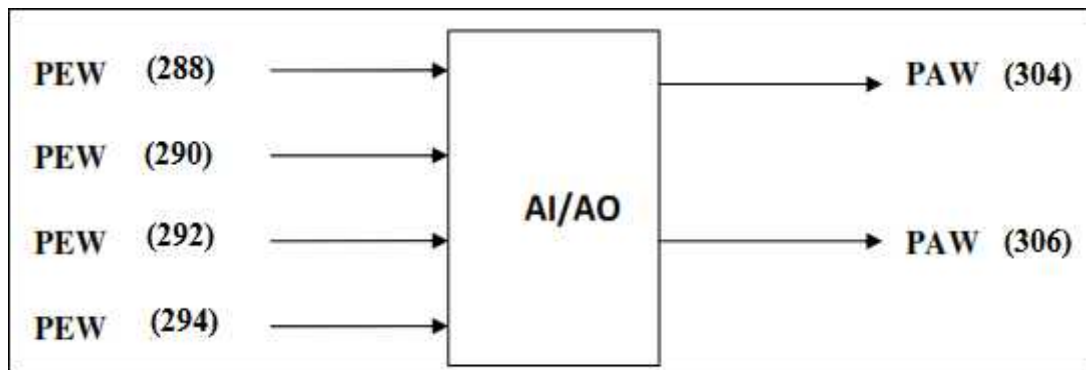


Figure. IV.5 : Module d'entrées sorties analogique.

- PEW (288) : entrée pour la sonde de niveau remplisseuse.
- PEW (290) : entrée pour capteur de débit (FS100) pour la pompe retour CIP.
- PEW (292) : entrée pour le capteur de température (TT100).
- PEW (294) : entrée non utilisée.
- PAW (304) : sortie du signal de commande de la vanne modulante (VCM02).
- PEW (306) : sortie non utilisée.

Après avoir fait la configuration matérielle on passe au programme.

IV.10.2. création de la table mnémorique :

Une mnémorique est un nom défini par l'utilisateur qui obéit à certaines règles de syntaxes. Ce nom peut remplacer une variable, un type de donnée, un repère de saut ou un bloc dans la programmation. Il est destiné à rendre le programme utilisateur lisible, et à se retrouver facilement dans le cas de grands nombres de variables. La table mnémorique (**figure IV.6**) est une table qui permet d'affecter des mnémoniques à des adresses de données globales qui sont accessibles à partir de tous les blocs de code (FC, FB, OB).

	Etat	Mnémomique	Opéra	Type de d	Commentaire
1		VCM02	A 4.0	DOOL	vanne modulante
2		VC19	A 4.1	BOOI	vanne 19
3		VC20	A 4.2	BOOI	vanne 20
4		VC21	A 4.3	BOOL	vanne 21
5		VC22	A 4.4	DOOL	vanne 22
6		VC23	A 4.5	DOOL	vanne 23
7		VC24	A 4.6	BOOI	vanne 24
8		VC25	A 4.7	BOOL	vanne 25
9		VC26	A 5.0	DOOL	vanne 26
10		VC27	A 5.1	DOOL	vanne 27
11		VC28	A 5.2	BOOI	vanne 28
12		VC29	A 5.3	BOOI	vanne 29
13		DMK	A 5.4	BOOL	démarrage moteur remplisseuse
14		PF01	A 5.5	DOOL	démarrage pompe retour CIP
15		MPIA	A 5.6	BOOI	démarrage moteur plateau
16		MNDK	A 5.7	BOOI	démarrage moteur roue de cadencement
17		VEB	A 6.0	BOOL	sortie verin éjection bouchon
18		buse_air	A 6.1	DOOL	démarrage buse d'air
19		MTELVA	A 6.2	DOOL	démarrage moteur tapis élévateur
20		VIR	A 6.3	BOOI	action verin libération bouchon
21		bloc_rempl	DB 2	DB 2	bloc de donnée variable pupitre
22		db_alarms	DB 4	DB 4	bloc de donnée alarme pupitre
23		AUD	E 0.0	DOOL	arrêt d'urgence
24		SMAUT	F 0.1	BOOI	sélection mode auto
25		SMPRO	F 0.2	BOOI	sélection mode production
26		BP	E 0.3	BOOL	bouton poussoir marche remplisseuse
27		SCM	E 0.4	DOOL	souffleuse en marche
28		SMA	F 0.5	BOOI	sélection mode asserv
29		CSRS	F 0.6	BOOI	capteur synchronisation remplisseuse souffleuse
30		CSSR	E 0.7	BOOL	capteur synchronisation souffleuse remplisseuse
31		LT01	E 1.1	DOOL	capteur niveau remplisseuse
32		APROD	E 1.3	DOOL	arrêt production
33		INTT	F 1.5	BOOI	bouton initialisation
34		RPIRH	F 1.6	BOOI	bouton poussoir insertion fausse bouteille

Figure. IV.6 : table des mnémoniques.

IV.10.3 création du programme :

Les différents blocs utilisés dans notre programme sont illustrés dans la (figure. IV.7).

N° de bloc	Nom symbolique	Langage de programmation	Adressage de la mémoire	Type
FC01	Cycle Execution	DCNT	174	Bloc d'organisation
FC05	CYC_NT5	DCNT	190	Bloc d'organisation
FC07	GRAPH_MOTEUR_PLATEAU	GRAPH	638	Bloc fonctionnel
FC08	GRAPH_MOTEUR_CIP	GRAPH	706	Bloc fonctionnel
FC09	GRAPH_SOUFFLEUSE	GRAPH	004	Bloc fonctionnel
FC41	COMT_C	ECL	1462	Bloc fonctionnel
FC11	BLOC_EXECUTION_PLATEAU	DCNT	210	Fonction
FC2	BLOC_SYNCH_FFMP_50	DCNT	134	Fonction
FC3	BLOC_OUV_FCVCM02	DCNT	102	Fonction
FC4	BLOC_NIVEAU_RESERV...	DCNT	88	Fonction
FC5	BLOC_ACHUIN	DCNT	78	Fonction
FC6	BLOC_CIP_MODE_CIP	DCNT	102	Fonction
FC7	BLOC_CIP_MODE_CIP	DCNT	100	Fonction
FC8	BLOC_CHEMIN_CIP	DCNT	86	Fonction
FC9	BLOC_CHEMIN_CIP	DCNT	86	Fonction
FC10	BLOC_CIP_CIP	DCNT	110	Fonction
FC11	BLOC_TENTATION	DCNT	90	Fonction
FC12		DCNT	68	Fonction
FC13	g_start_1100	DCNT	74	Fonction
FC14	BLOC_DOUCI_ONEJEC_CIP	DCNT	76	Fonction
FC15	BLOC_DOUCI_MOTEUR...	DCNT	140	Fonction
FC16	BLOC_BOUCHON_CIP...	DCNT	142	Fonction
FC17	BLOC_BOUCHON_CIP...	DCNT	150	Fonction
FC18	BLOC_DOUCI_CIP...	DCNT	130	Fonction
FC19	CALCUL_POSITION...	DCNT	110	Fonction
FC20	IS7_S10...	IST	11824	Fonction
FC106	RealTimeSync-1617	IST	24	Fonction
DB1		DB	074	CD d'instance du FC
DB2	bloc_rempl	DB	68	Bloc de données
DB3	db_alarms	DB	1442	CD d'instance du FC 3
DB4		DB	70	Bloc de données
DB5		DB	142	CD d'instance du FC 3
DB31		DB	162	CD d'instance du FC 41
SFC104		IST	SFC	
SFC107		IST	SFC	

Figure. IV.6 : structure du notre programme.

IV.10.4 quelques Exemples du notre programme :

a) **Une fonction :** La figure IV.7 est la programmation niveau réservoir.

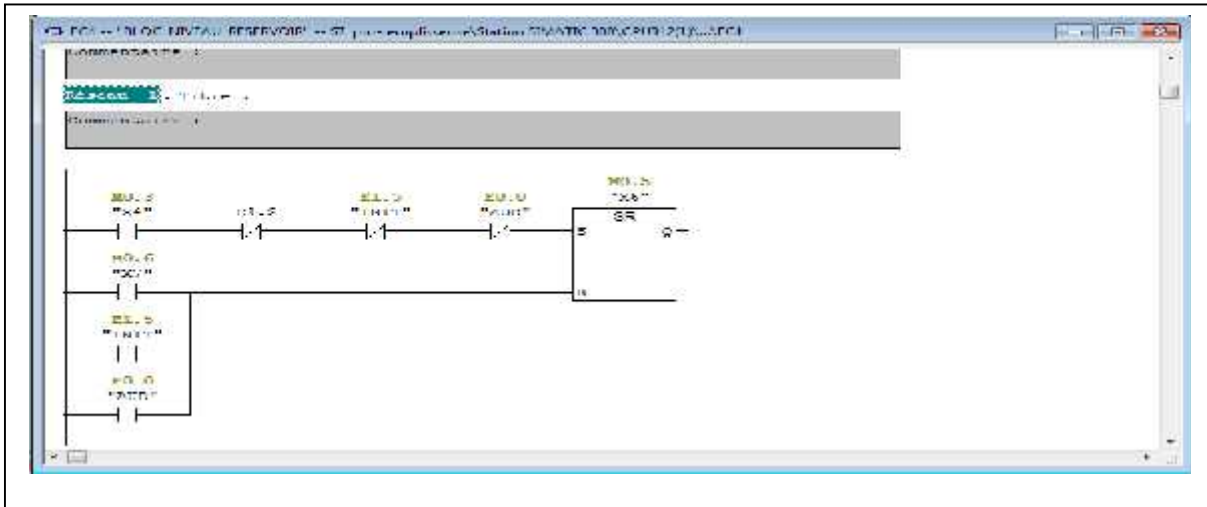


Figure. IV.7 : La fonction FC4.

b) **le bloc d'organisation OB1 :**

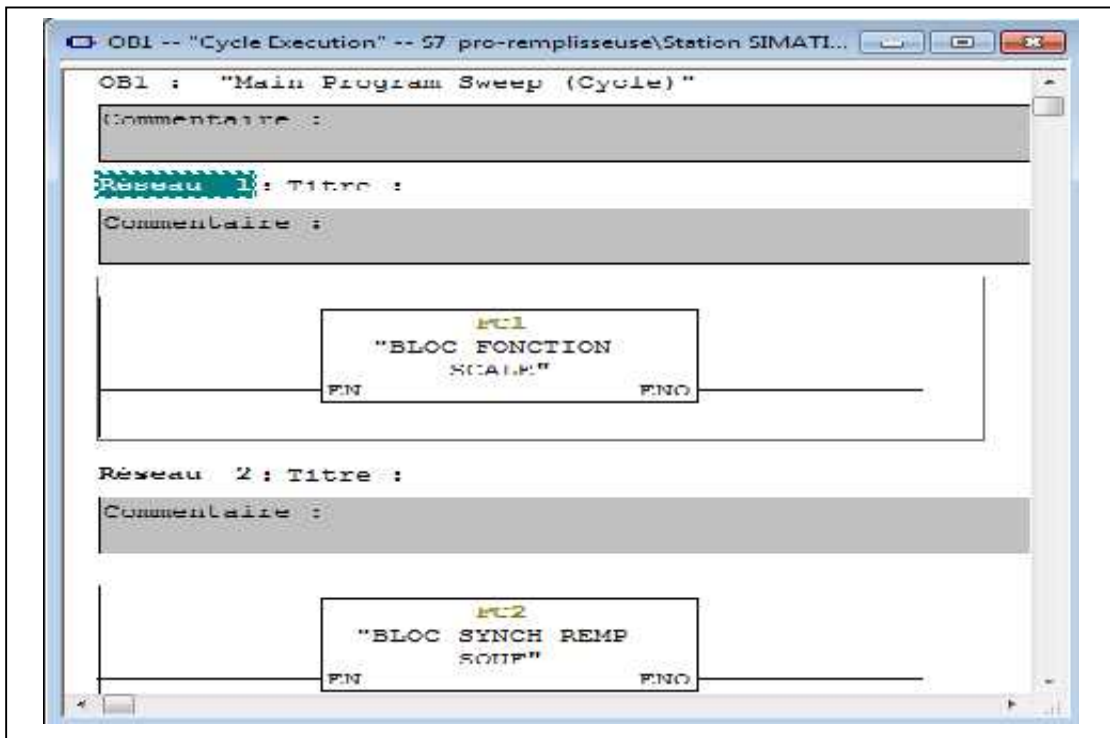


Figure. IV.8: La fonction FC1 et FC2 (appel dans OB1).

IV.10.5 Exemple de simulation de notre programme :

IV.10.5.1 Bloc de régulation (FB41) :

a) **Régulation Continue** : Dans une régulation dite continue, la grandeur à Contrôler (sortie ou réponse) est mesurée de façon continue et est ensuite comparée avec une valeur donnée en entrée du système (consigne). La régulation a pour objectif principal de rapprocher la valeur à réguler de celle injectée en entrée et cela en fonction du résultat de la comparaison.

b) **Paramétrage du régulateur PID** : Le rôle principal de ce régulateur qui sera paramétré dans le programme STEP7 est de Contrôler l'ouverture de la vanne modulante (VCM02) en fonction de niveau d'eau dans le réservoir en mode production. Le STEP7 renferme Dans sa bibliothèque plusieurs blocs qui font la régulation des processus de différentes manières. On peut citer :

- Le bloc **FB 41** « CONT_C » pour la régulation continue ;
- Le bloc **FB 42** « CONT_S » pour la régulation pas à pas ;
- Le bloc **FB 43** « PULSEGEN » pour la régulation à sortie impulsion ...etc.

Comme dans notre cas, la régulation de niveau utilise une grandeur d'entrée continue (signal 4...20mA issu du capteur de niveau) et une grandeur de sortie continue (signal 4...20mA) alors il est clair que le bloc qui convient le plus est le FB41.

c) **Description du bloc FB41** : Le bloc FB 41 « CONT_C » (continuous Controller) sert à réguler des processus industriels à grandeurs d'entrée et de sortie continues sur les automates programmables SIMATIC S7. Le paramétrage nous permet d'activer ou de désactiver des fonctions partielles du régulateur PID et donc d'adapter ce dernier au système régulé.

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

- EN : Mise sous tension du bloc ;
- MAN_ON : Activation du mode manuel ;
- SP_INT : Consigne interne ;
- PV_IN : Mesure interne ;
- MAN : valeur manuelle ;

- **GAIN** : coefficient d'action proportionnelle ;
- **TI** : Temps d'intégration ;
- **LMN** : Valeur de réglage ;
- **LMN_PER** : Valeur de réglage de périphérie.

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

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

KP : coefficient de gain proportionnel.

Ti : temps d'intégration.

Td : temps de dérivation.

Pour l'obtention d'un résultat de régulation satisfaisant, le choix du type de régulateur est déterminant.

Le paramétrage de celui-ci n'en est pas moins important, il faut donc judicieusement choisir les constantes K_p , T_i et T_d . Or dans notre cas la tâche qui consiste à choisir ces paramètres nous est simplifiée. En effet dans notre système existant actuellement au sein de l'unité, le système utilisé (vanne proportionnelle « VCM02 ») est identique à celui prévu pour notre cas et par conséquent on n'en a profité pour exploiter ses paramètres K_p , T_i et T_d qui sont respectivement :

- **Gain proportionnel : 1.5.**
- **Temps d'intégration : 1500ms.**
- **Temps de dérivation : 0ms.**

Grace à S7-PLCSIM et au traceur de courbe, nous avons simulé notre bloc de régulation. Le résultat obtenu et donnée par la figure suivante :



Figure. IV.8: Bloc de régulations FB41.

IV.9 Conclusion :

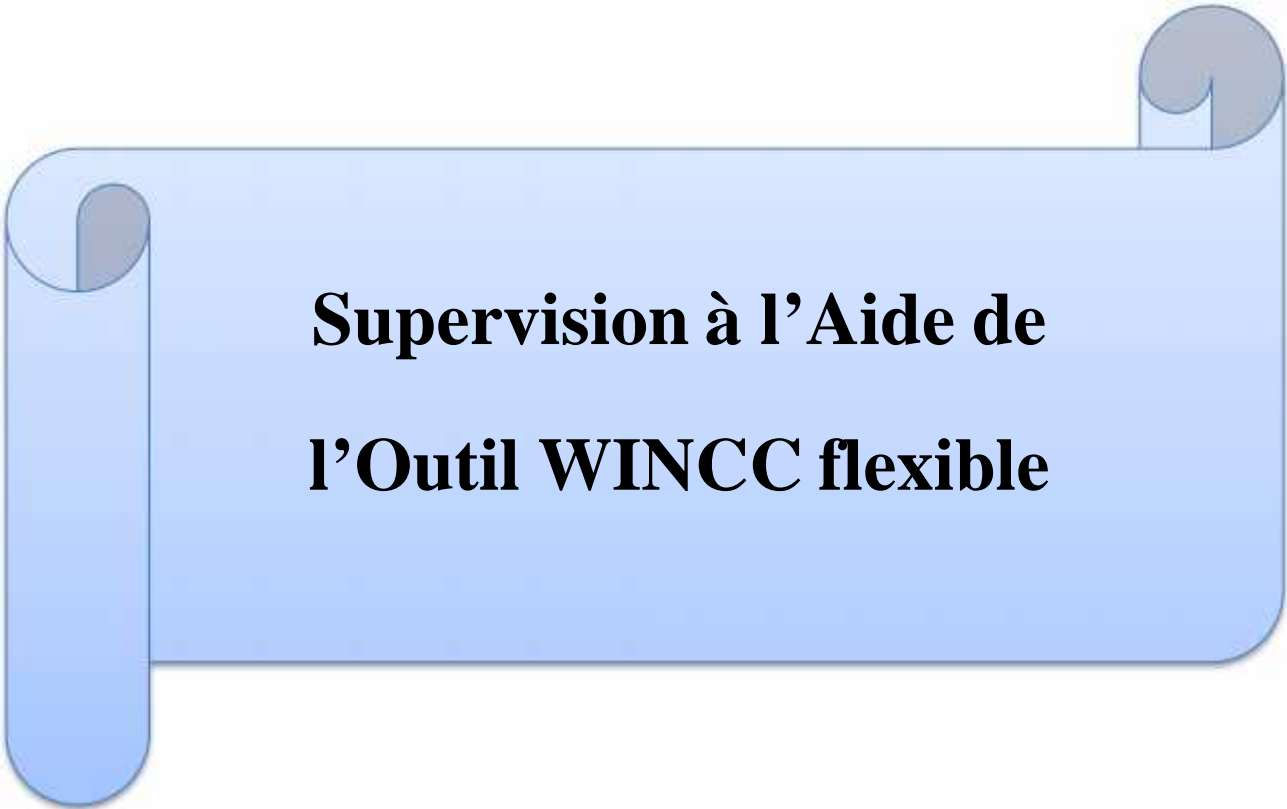
Les solutions programmées nous procurent plusieurs avantages tels que la flexibilité, la facilité d'extension de ses modules et la possibilité de visualisation du programme établi avant son implantation sur l'automate réel grâce à son logiciel de simulation S7-PLCSIM

Les actions de chaque sous-système sont programmées dans un FC dans le but de repérer et de rendre facile les modifications à apporter si cela est nécessaire.

Le logiciel de simulation S7-PLCSIM nous a permis de tester la solution programmée que nous avons développée pour la commande du procédé, de valider et de visualiser le comportement des sorties.

Une plateforme de supervision est développée dans le chapitre suivant.

CHAPITRE V :



**Supervision à l'Aide de
l'Outil WINCC flexible**

V.1. Introduction :

Le maximum de transparence est essentiel pour l'opérateur qui travaille dans un environnement où les processus sont de plus en plus complexes.

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

L'objectif de ce chapitre est l'étude d'un système de supervision avec le logiciel Win CC flexible pour visualiser l'état de fonctionnement de notre procédé dans le but de surveiller et de détecter en temps réel les anomalies qui peuvent survenir au cours de fonctionnement de ce procédé.

V.2 Définition de la supervision :

La supervision est une forme évoluée de dialogue Homme-Machine, elle sert à représenter et surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé. Elle assure aussi un rôle de gestionnaire des alarmes, d'archivage pour la maintenance, le traçage des courbes pour l'enregistrement des historiques des défauts et le suivi de la production.

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

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

V.3. Architecture d'un réseau de supervision :

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

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

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

Un réseau de supervision est souvent constitué de :

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

V.4. Avantage de la supervision :

Un système de supervision aide l'opérateur dans la conduite du processus.

Son but est de présenter à l'opérateur des résultats expliqués et interprétés et son avantage principal est :

- Surveiller le processus à distance ;
- La détection des défauts ;
- Le diagnostic et le traitement des alarmes.

V.5. Présentation du logiciel Win CC flexible :

Lorsque la complexité des processus augmente et que les machines et les installations doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette transparence s'obtient au moyen de l'Interface Homme Machine (IHM).

L'IHM constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et le processus (Machine/Installation). Le contrôle proprement dit : du processus est assuré par le système d'automatisation. Il existe par conséquent une interface entre l'opérateur et le Win CC (Windows contrôle center) flexible et entre le Win CC flexible et le système d'automatisation.

L'IHM se charge des tâches suivantes :

- **Visualisation du processus:** Le processus est visualisé sur le pupitre opérateur lorsque l'état de ce dernier évolue.
- **Conduite du processus :** L'opérateur peut contrôler le processus au moyen de l'interface utilisateur graphique. Il peut définir une valeur de consigne pour un automate ou démarrer un moteur.
- **Affichage des alarmes :** lorsqu'une anomalie survient, cela déclenche automatiquement une alarme.
- **Archivage des valeurs du processus et d'alarmes :** Le système IHM peut identifier les alarmes et les valeurs du processus. Cette fonction permet d'enregistrer des séquences de traitement et d'extraire des données de production antérieures.

Le Win CC flexible est le logiciel IHM pour la réalisation par des moyens d'ingénierie simples et efficaces des concepts d'automatisation évolutifs au niveau machine. Il réunit différents avantages, simplicité, ouverture et flexibilité.

V.5.1. Intégration du projet Win CC flexible dans le projet step7 :

Grace à la TIA (Totally Integrated Automate), on a la possibilité d'intégrer le projet Win CC soit avant, soit après sa finalisation dans le projet STEP 7 déjà existant. On doit configurer une liaison liant le pupitre IHM au programme STEP7 par réseau MPI ou PROFIBUS. Cela permet de choisir comme variable, les mêmes mnémoniques et blocs de données du programme sous STEP7 et sous Win CC. Ainsi on gagne du temps et on évite l'erreur due à la répétition dans la saisie. On évite aussi de redéfinir chaque variable.

La table des mnémoniques de STEP7 contient la définition de chaque variable (adresse, types... etc.) qu'on a paramétrée directement lors de la création du programme de commande et elle sera ainsi récupérée directement par le programme de supervision.

Les paramètres de communication contiennent les adresses ainsi que les protocoles de commande. On définit les paramètres de communication avec Net Pro de SIMATIC.

V.5.2. Création de la liaison entre le projet IHM et l'API

La communication entre les pupitres opérateur et les automates SIMATIC S7 peut être réalisée via les réseaux suivants :

- MPI (Multi point Interface) : Le pupitre opérateur est connecté à l'interface MPI de l'automate. Il est possible de connecter plusieurs pupitres opérateurs à un automate SIMATIC S7.
- PROFIBUS (process Field Bus) .
- Ethernet.

V.6. Elaboration de la plateforme de supervision et description des vues de l'installation :

V.6.1. Elaboration de la supervision :

La supervision du processus de système de remplissage permet de contrôler et de commander plusieurs paramètres tel que l'ouverture et la fermeture des vannes, le démarrage et l'arrêt de la pompe retour CIP et connaître son état en temps réel ainsi que l'état de niveau du réservoir.

Elle permet aussi de visualiser la température d'eau en entrée, et le tau d'ouverture de la vanne modulante ainsi que d'afficher leurs valeurs instantanées et les alarmes en cas d'anomalie.

V.6.2. Description du pupitre :

Le pupitre est structuré de quatre fenêtres à savoir :

- Une fenêtre de la vue d'accueil.
- Une fenêtre de la vue d'utilisateur (remplisseuse).
- Une fenêtre de la vue des paramètres.
- Une fenêtre de la vue des alarmes.

a) Vue d'accueil : C'est une vue qui comporte le titre et des informations concernant notre projet, et un modèle qui nous a permis la navigation entre les différentes vues développés dans cette solution de supervision. Cette vue est représentée dans la **(Figure V.1)** :



Figure. V.1 : Vue d'accueil.

- b) Vue d'utilisateur (remplisseuse) :** Cette vue (figure. V.2) nous permet de visualisé, commandé et contrôlé la machine en deux mode (mode production et mode CIP). Il nous permet aussi de visualisé l'état d'ouverture et de fermeture de la vanne modulante (VCM02) en pourcentage, ainsi que la température (TT100) de l'eau en entrée en degré Celsius et le niveau d'eau dans le réservoir en mm. Suivre aussi l'état de marche et arrêt des vannes et de la pompe retour CIP (PP01).

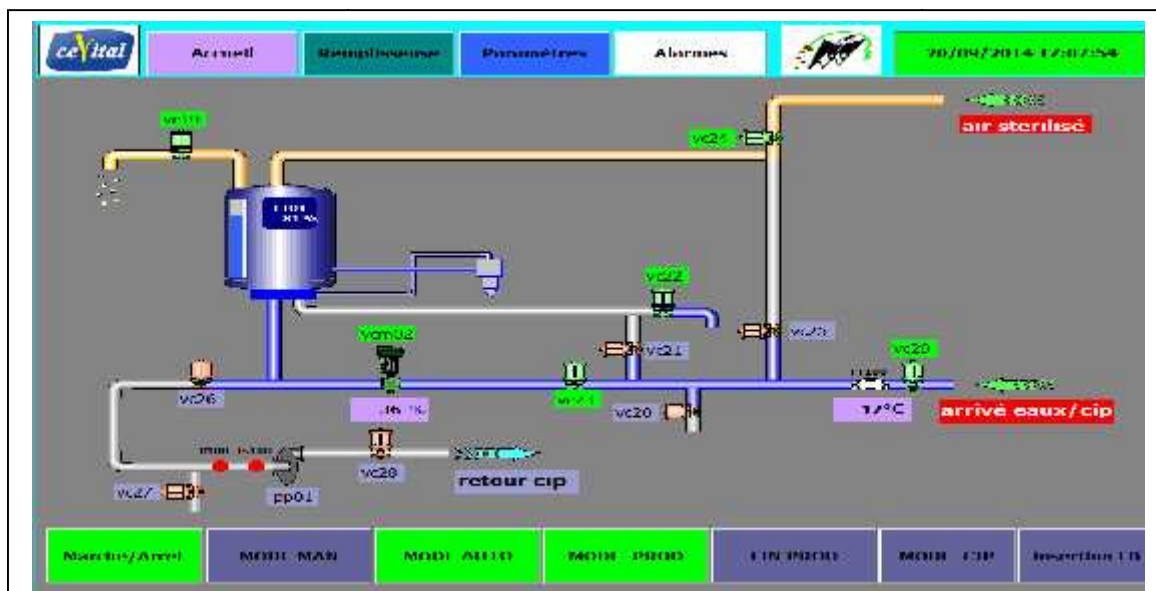


Figure. V.2 : Vue remplisseuse.

- c) **Vue des paramètres** : Cette vue (**figure. V.3**) nous permis d'introduire des consigne manuelle, comme pour la vanne modulante et niveau remplisseuse en cas d'une défaillance automatique.

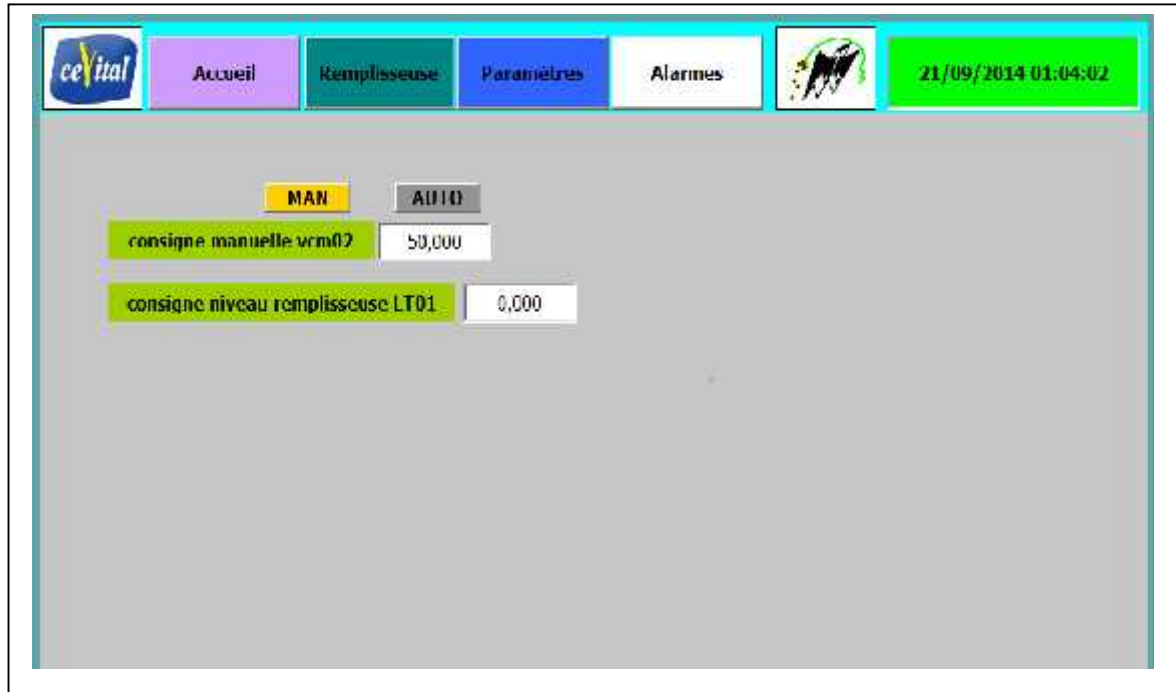
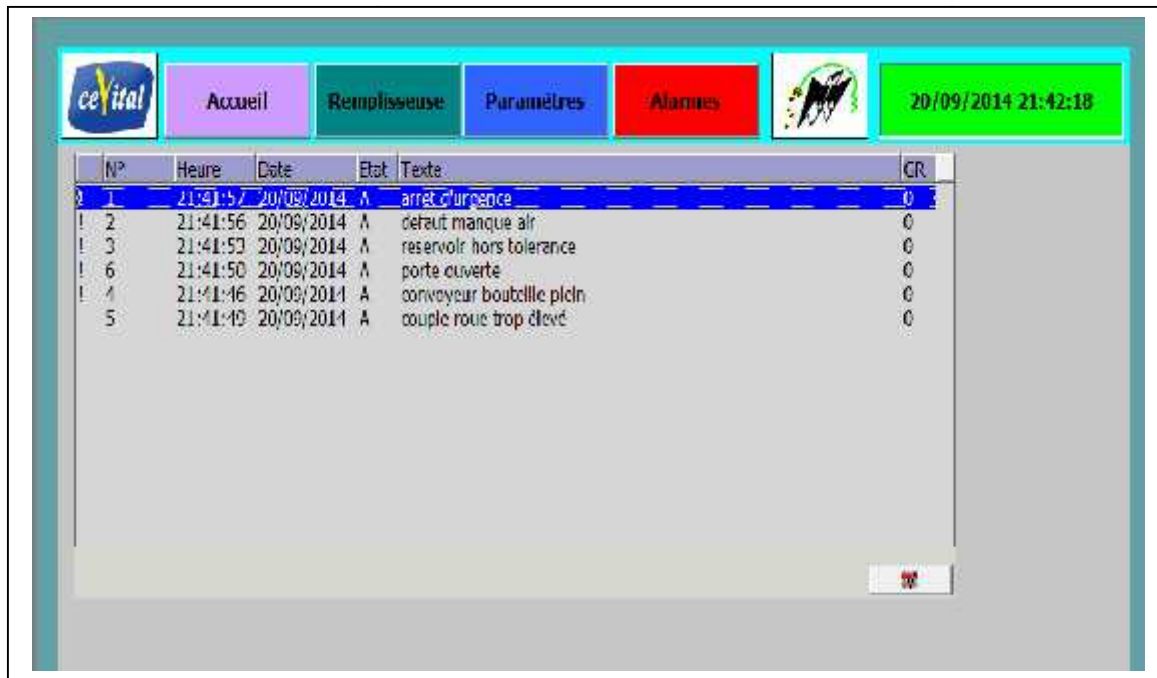


Figure. V.3 : Vue des paramètres.

- d) **Vue des alarmes** : La visualisation des alarmes est très importante, car elle sert de plateforme d'avertissement en cas de problème, c'est-à-dire lorsque des défauts surviennent dans le processus de remplissage. Ces alarmes sont immédiatement déclenchées. Les alarmes utilisées sont des alarmes de types toute ou rien (TOR), et chacune de ces alarmes est composée toujours des éléments suivants: le texte d'alarme qui donne la description de l'alarme, son numéro qui est unique et aussi son temps déclenchement (date et l'heur) et un bouton pour les acquitté.

La figure suivante (**figure V.7**) montre la vue de la liste des alarmes utilisées dans notre projet :



N°	Heure	Date	Etat	Texte	CR
1	21:41:57	20/09/2014	A	arrêt d'urgence	0
2	21:41:56	20/09/2014	A	début manque air	0
3	21:41:53	20/09/2014	A	reservoir hors tolérance	0
6	21:41:50	20/09/2014	A	porte ouverte	0
4	21:41:46	20/09/2014	A	conveyeur bouteille plein	0
5	21:41:40	20/09/2014	A	couple roue trop élevé	0

Figure. V.4 : Vue des alarmes.

V.7. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons donné une description générale sur la supervision de notre procédé. Nous avons commencé par donner quelques notions de base sur le logiciel de supervision utilisé (Win CC flexible). Ensuite, nous avons élaboré sous ce logiciel la supervision du procédé à travers un écran où opère la machine remplisseuse, et on a créé les différentes vues qui permettent de suivre l'évolution du fonctionnement de ce dernier, comme des boutons permettant le pilotage des organes principaux (Vannes et Pompes) du processus. Ceci nous offre une grande flexibilité de contrôle.



Conclusion générale

Notre projet de fin d'étude a été réalisé en grande partie au sein de l'unité d'eau minérale LALLA KHEDIDJA dans le cadre d'un stage pratique de mise en situation professionnelle de trois mois.

Par ailleurs, ce travail nous a permis de nous confronter au monde professionnel, d'approfondir nos connaissances dans divers domaines tels que la pneumatique, les automatismes industriels. Nous avons, également, pu appliquer nos connaissances théoriques sur un cas pratique ce qui nous a permis d'appréhender notre stage d'une meilleure façon.

Dans notre étude nous avons utilisé plusieurs logiciels tel que le S7 Graph utilisé pour la modélisation du procédé, le STEP7 pour la configuration et la programmation de l'automate SIMATIC S7-300 et le PLCSIM pour la simulation du programme ainsi que le WIN CC que on a utilisé pour la supervision de procédé. L'utilisation de cet ensemble des logiciels nous a permis d'améliorer nos connaissances dans le domaine de l'informatique industrielle.

Notre conviction est d'avoir répondu dans la mesure de nos possibilités aux exigences du cahier de charge imposé.

Nous souhaitons comme perspective que notre travail servira de support supplémentaire à d'autres étudiants pour les promotions à venir.

A blue scroll graphic with a gradient from light to dark blue. The scroll is unrolled in the middle, with the top and bottom edges curling upwards. The word "Bibliographie." is written in a bold, black, serif font in the center of the unrolled section.

Bibliographie.

1. Documentation technique interne de l'unité « eau minérale LALLA KHEDIDJA », 2009.
2. Documentation technique de SIDEL fournis a SARL SAEMO (monobloc de soutirage et de bouchage bouteilles), réf : ISRFE0054.FR.USM000, année 2009.
3. Alain GONZAGA. « Les Automates programmables industriels », année 2004.
4. Cours_compteurs_cira1 : Description des systèmes séquentiels de comptage (codeur rotatif), Année 2007.
5. L.ANDJOUH L R.TOUATI, « automatisation et supervision de la fosse de relevage de la raffinerie d'huile au niveau de complexe agroalimentaire cevital », mémoire d'ingénieur *U.M.B.BOUMERDES* (département AUTOMATISATION ET ELECTRIFICATION DES PROCEDES INDUSTRIELS), 2012/2013.
6. F.ZERROUKI S. SEGGAR, «Contribution à la conception et automatisation d'une station de stockage et transfert de sucre liquide et de sa sous station CIP. », Mémoire d'ingénieur *U.M.M.T.O* (département AUTOMATIQUE), 2008/2009.
7. S.MORENO E.PEULOT, « le grafcet conception-implantation dans les automates programmables industriels » réf : C48, année: 1996, 252p.
8. Manuel technique WinCC flexible, version 2008.
9. Manuel technique SIMATIC Step 7, S7-PLCSIM, version 5.4.