

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERRI, Tizi-Ouzou



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

Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme

D'Ingénieur d'Etat en Automatique

Thème

Conception d'une solution commande-
contrôle pour la siroperie de Coca Cola

Proposé par : M^{er} BACHI

Présenté par :

Dirigé par : M^{er} CHARIF

M^{elle} LOUALI KATHIA

Soutenu le : / /2010

Promotion 2010

Ce travail a été préparé à : FRUITAL COCA COLA ROUIBA.

Remerciements

Je remercie vivement :

*Mon promoteur M^{er} Chrif pour son aide très précieuse et sa
patience.*

*M^{er} Bachi l'encadreur, M^{er} K̄helif l'automaticien et tout le
personnel du département électricité au niveau de Coca Cola.
Tous ceux qui ont participé de loin ou de près à l'élaboration de
ce travail.*

*Les membres du jury qui m'ont fait l'honneur d'accepter
d'évaluer mon travail.*

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à ceux qui ont sacrifié leur vie pour moi : mes chères parents qui ont cru en moi et ont tant attendu ce jour.

A mes chères sœurs : Djidji, Messad, Fatiha et Souhila.

A mon cher frère : Mahrez.

A mon cher oncle : Amar et sa famille.

A mes tantes Djouhar, Nouara et leur famille.

A Doudouche.

A toute la promotion de 2009/2010.

Sommaire

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

Chapitre I : Description et fonctionnement de l'installation

1 Introduction.....	4
2 Description de l'unité siroperie.....	4
2.1 Constituants de la siroperie.....	4
2.1.1 Trémie.....	4
2.1.2 Dissoluteurs.....	4
2.1.3 Filtres.....	4
2.1.4 Refroidisseurs.....	4
2.1.5 Cuves de stockage.....	5
2.1.6 Station de concentré.....	5
3 Fonctionnement de la siroperie.....	7
4 Equipements et instrumentation.....	8
4.1 Cuves de stockage.....	9
4.2 Plaque multivoies.....	9
4.3 Actionneurs.....	9
4.3.1 Vannes.....	9
4.3.2 Electrovanes.....	9
4.3.3 Pompe centrifuge.....	10
4.3.4 Agitateurs.....	10
4.4 Capteurs.....	10
4.4.1 Capteurs TOR.....	10

4.4.2 Capteurs analogiques.....	10
4.4.2.1 Sonde de niveau.....	10
4.4.2.2 Débitmètre.....	11
5 Modifications apportées à la siroperie.....	12
6 Conclusion.....	14

Chapitre II : Modélisation du procédé par l’outil GRAFCET

1 Introduction.....	15
2 Définition.....	15
3 structure d’un automatisme.....	15
4 Eléments du GRAFCET.....	16
4.1 Etape.....	16
4.2 Transition.....	17
4.3 Liaison.....	17
5 Règles d’évolution du GRAFCET.....	18
6 Structures de base.....	19
6.1 Branchement ET.....	19
6.1 Branchement OU.....	19
7 Programmation avec GRAFCET.....	20
8 Mise en équation d’un GRAFCET.....	20
9 Modélisation de la siroperie.....	22
9.1 Remplissage avec du sirop simple.....	22
9.2 Remplissage avec des arômes.....	25
10 Conclusion.....	27

Chapitre III : Automatisation de la siroperie

1 Introduction.....	28
---------------------	----

2 Définition générale des APIs.....	28
3 Structure et constituants d'un API.....	28
3.1 Module d'alimentation.....	29
3.2 CPU.....	29
3.3 Mémoires.....	29
3.4 Bus internes.....	29
3.5 Modules d'entrées/sorties.....	30
3.6 Coupleur.....	30
3.7 Module de fonction.....	31
3.8 Module de communication.....	31
4 Choix de l'automate.....	31
5 Base d'entrées/sorties.....	32
6 PROFIBUS DP.....	34
7 Description du logiciel de programmation STEP7.....	35
8 Conception du programme.....	37
9 Structure d'un programme sous STEP7.....	42
10 Blocs utilisateurs.....	43
11 Arborescence du programme.....	44
12 Conclusion	45

Chapitre IV : Supervision de l'installation

1 Introduction.....	46
2 Constitution d'un système de supervision.....	46
3 Avantage de la supervision.....	47
4 Logiciel Win CC flexible.....	47
4.1 Définition.....	47
4.2 Applications disponibles.....	48

5 Conception d'une interface Homme/Machine.....49

6 Conclusion.....54

Conclusion générale.....55

Bibliographie

Annexes

Introduction Générale

Historique

La saga Coca-Cola débute en 1886, lorsque John Pemberton, un pharmacien d'Atlanta, met au point un nouveau sirop dont il vante les vertus médicamenteuses. Depuis cette époque, l'histoire de Coca-Cola a beaucoup évolué et prend un essor considérable et devient la première boisson gazeuse non alcoolisée consommée dans le monde.

Création de Coca Cola en Algérie

En 1993 (le 09 septembre plus exactement) la production et la vente en boîtes de la boisson Coca Cola a vu le jour en Algérie. Il s'agit du premier pas de 'The Coca Cola Company' vers son objectif : devenir le leader des boissons gazeuses dans cet important marché, qu'est l'Afrique du nord.

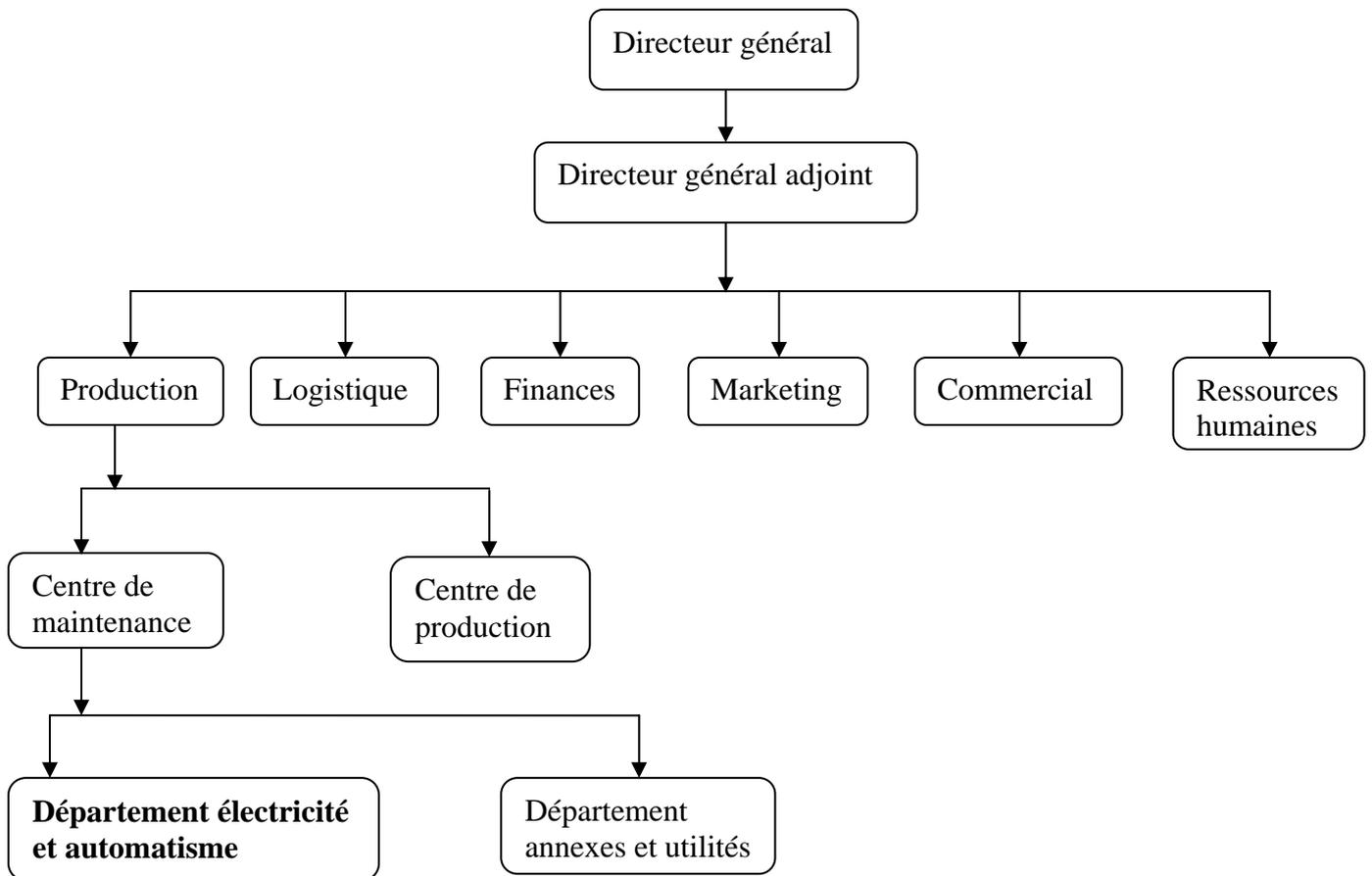
Coca Cola est produite par deux Unités : Fruital I et Fruital II appartenant au groupe NCA-Fruitall, qui grâce à leur installations à la pointe du progrès technologique et son expérience dans le domaine de l'agro-alimentaire s'est vu octroyer une licence pour l'élaboration des produits de la compagnie en Algérie.

- Fruital I basée à Khemis El Khechna.

- Fruital II située sur la route nationale N°5 dans la zone industrielle de Rouiba.

Concernant le processus de fabrication, Fruitall achète le produit qui est le concentré de chez Coca Cola international (dont la formule est secrètement gardée) et respecte les normes de qualité qui conservent le contenu et le contenant. Ces deux aspects (qualité contenu / contenant) sont supervisés en permanence par le contrôle qualité de Fruitall à Alger et par celui de Coca Cola à l'étranger.

Organigramme de Fruital Coca Cola



Mon stage s'est effectué au niveau du département d'électricité et automatisme.

Introduction générale

Dans un monde industriel en pleine évolution où l'objectif essentiel des entreprises est d'augmenter leurs chiffres d'affaires, l'automatisme devient une nécessité absolue.

Quelques entreprises algériennes dans ces dernières années ont pris de l'avance en optant pour la solution automatisée. Cette dernière consiste en l'implantation d'un automate programmable industriel (API) ayant pour caractéristique l'adaptation et l'intégration dans les processus industriels complexes.

L'unité de production de boissons gazeuses de FRUITAL est un exemple d'automatisation des systèmes de production en Algérie. Toutes les étapes de production sont assurées par un matériel industriel automatisé avec des automates programmables et techniques de supervisions très récentes, où l'intervention humaine est réduite à la surveillance des différents paramètres des machines qui assurent le bon fonctionnement de la chaîne de production.

La production de boissons gazeuses se fait à base d'un sirop, à partir de la siroperie de l'unité, notre travail consiste à l'élaboration d'un système de commande et de supervision pour la gestion des cuves de préparation du sirop fini. Nous avons également apporté quelques changements dans le fonctionnement de l'installation.

Pour cela, nous présentons notre travail en quatre chapitres :

- ✓ Chapitre I pour la description de l'unité (siroperie) et son fonctionnement.
- ✓ Chapitre II pour la conception et la modélisation du nouveau système.
- ✓ Chapitre III portant sur l'automatisation de la siroperie, le choix de l'automate et la programmation du procédé avec le logiciel STEP7 de Simatic.
- ✓ Chapitre IV évoquant la supervision et la configuration du pupitre de commande avec le logiciel Win CC flexible.

Enfin le travail sera clôturé par une conclusion générale sur le travail accomplis.

Chapitre 1

*Description et
fonctionnement de la
siroperie*

1. Introduction

Nous allons étudier dans ce chapitre l'état et le fonctionnement de la siroperie afin d'établir une analyse et une description qui nous permettra de faire un diagnostic et préconiser des changements appropriés dans l'installation de production du sirop fini pour les boissons gazeuses.

2. Description de l'unité siroperie

La siroperie a pour but de produire le sirop fini pour les boissons gazeuses à partir du sucre cristallisé. La préparation de la boisson se fait généralement en deux étapes :

- La préparation du sirop simple.
- La préparation du sirop fini.

2.1. Constituants de la siroperie

La siroperie est essentiellement constituée de (voir figure I.1) :

2.1.1. Trémie

On y verse le sucre, elle est dotée d'un tamis empêchant le passage d'impuretés et d'un convoyeur à vis entraîné par un moteur asynchrone permettant le transfert du sucre vers les dissoluteurs.

2.1.2. Les dissoluteurs

Ce sont des citernes iso-thermiques ayant pour fonction la dissolution du sucre cristallisé à l'aide d'eau chauffée avec un échangeur thermique tubulaire jusqu'à atteindre 80°C. La capacité de ces dissoluteurs est de 20000L.

2.1.3. Les filtre

Afin d'éliminer toute impureté éventuelle, le sirop simple passe par deux filtres :

- Un filtre à farine faucille pour éliminer les microparticules.
- Un filtre à sac pour vérifier la clarté du sirop simple.

2.1.4. Les refroidisseurs

Après être filtré, le sirop passe par des refroidisseur jusqu'à atteindre la température de 20°C et sera envoyé par la suite vers les cuves de préparation de sirop fini.

2.1.5. Les cuves de stockage

La siroperie dispose de treize préparateurs de sirop fini de capacités 20000 L chacun, se remplissent à partir des dissoluteurs (sirop simple) et des cuves de la station concentré (essences et acide citrique).

2.1.6. Station de concentré

La station de concentré est une petite installation composée de deux cuves en acier inoxydable de capacité 300L chacune, la cuve d'essence et celle de citrique utilisées pour la préparation des arômes concentrés (formules des les boissons) ainsi le produit obtenu est envoyé vers les préparateurs.

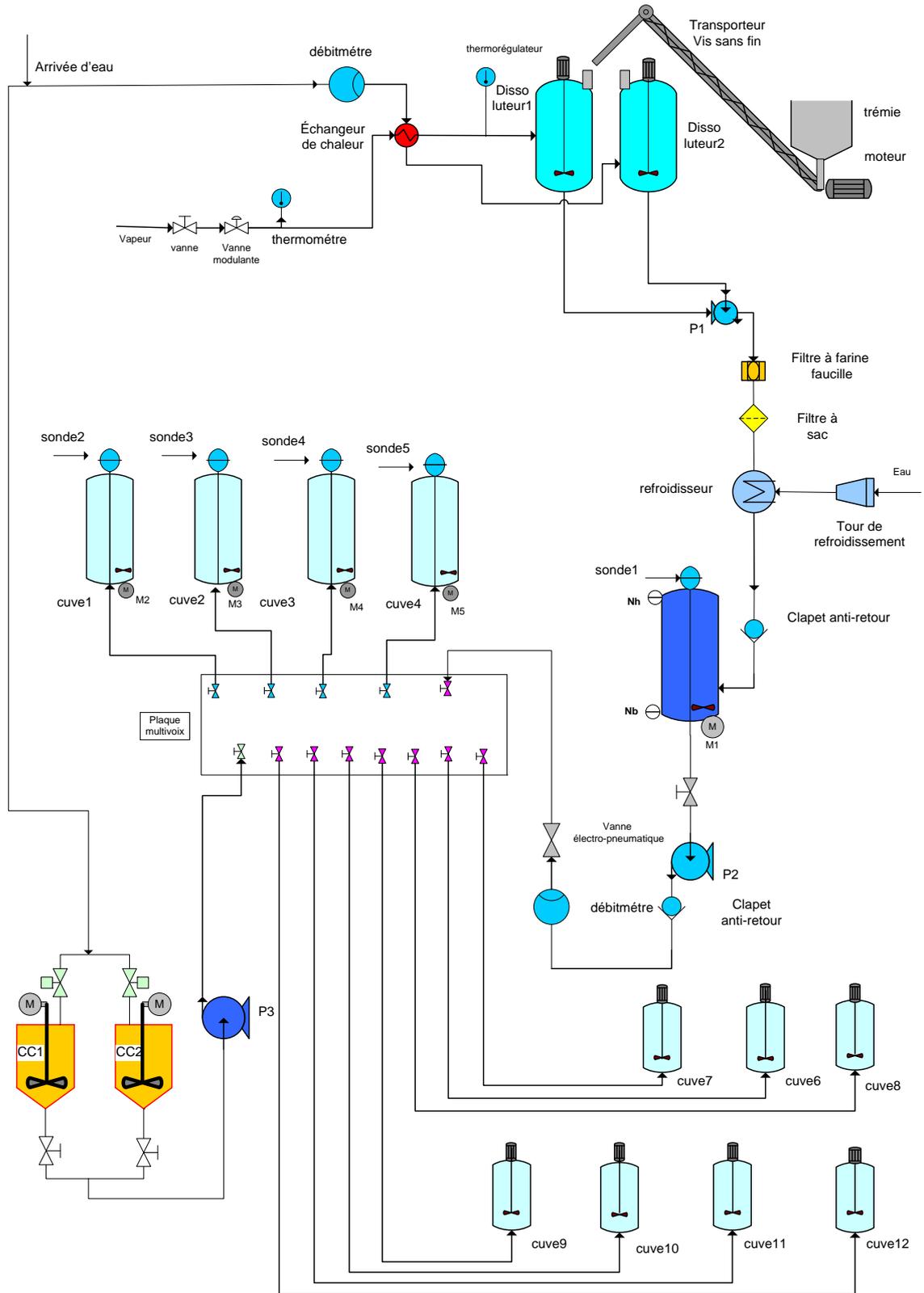


Figure I.1 : schéma synoptique de la siroperie.

3. Fonctionnement de la siroperie

On peut résumer le fonctionnement de la siroperie selon ce schéma :

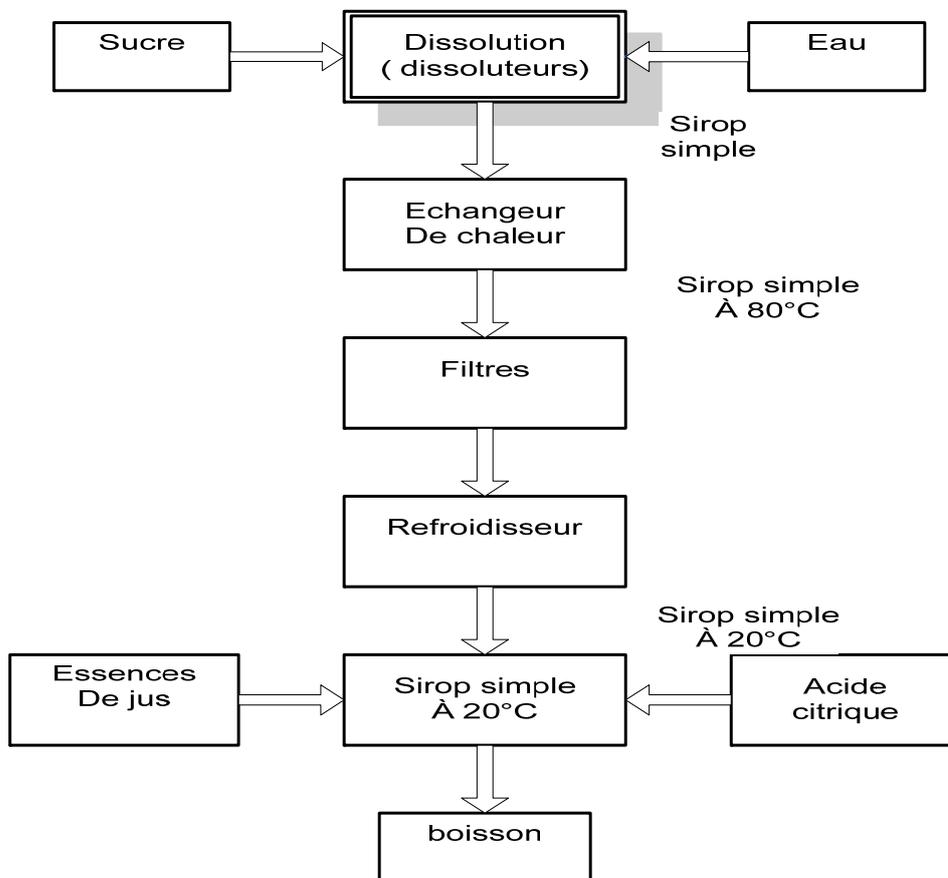


Figure I.2 : Le processus de production de la boisson.

Le sirop simple est obtenu à partir du mélange eau + une certaine quantité de sucre contrôlée par des cellules de pesé sous l'effet de la température et ce grâce à l'échangeur de chaleur. Ce sirop est ensuite filtré pour éliminer toute impureté éventuelle à l'aide des filtres cités précédemment. Lorsque le sirop simple est conditionné et stocké dans les préparateurs, on passe à la préparation du sirop de soda (fini) en ajoutant le concentré de Coca (des acides et des essences) qui sont dosés et mélangés dans la station de concentré (préparation manuelle). Ce dernier est ensuite pompé vers les préparateurs, après raccordement (par un flexible sur la plaque multivoies) du préparateur sélectionné et la cuve des jus pour obtenir à la fin un sirop fini avec un arôme voulu, selon la recette choisie. Du gaz carbonique est, éventuellement, ajouté pour renforcer l'arôme et prolonger la durée de conservation.

4. Equipements et instrumentations

Notre projet consiste à automatiser le transfert du sirop simple de l'un des préparateurs (nommé la cuve tampon) vers quatre autres préparateurs à travers la plaque multivoies.

Les différents composants de l'unité:

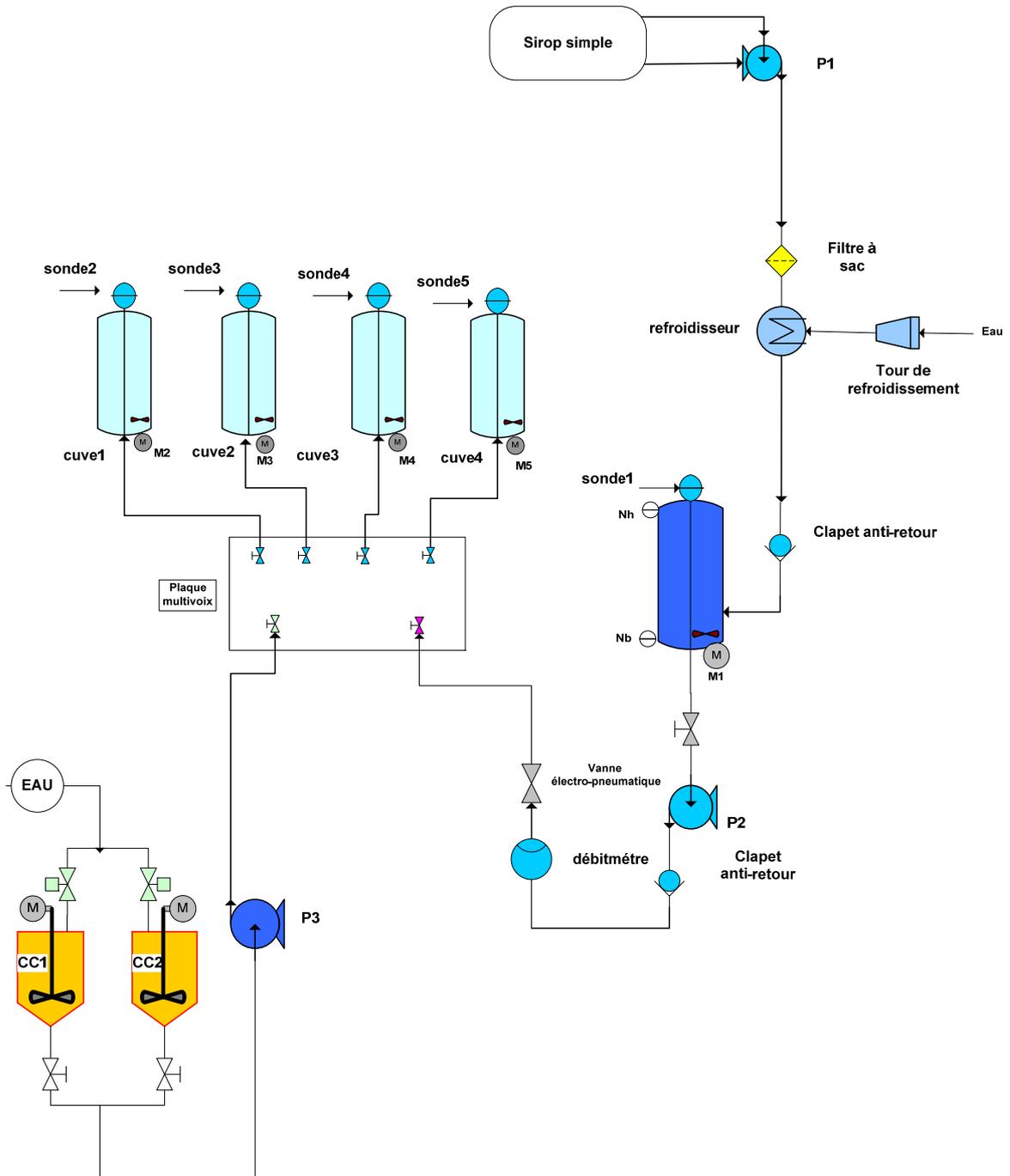


Figure I.3 : Schéma synoptique de notre procédé.

4.1. Cuves de stockage

On dispose de cinq préparateurs : un pour stocker du sirop simple et les quatre restant pour la préparation du sirop fini.

Le transfert du sirop simple de la cuve tampon vers les quatre autres cuves se fait à l'aide d'un flexible à travers la plaque multivoies.

4.2. Plaque multivoies

La plaque multivoies permet le transfert du sirop de la cuve tampon vers les quatre autres cuves, l'ajout d'arômes, la sanitation et le soutirage vers les lignes de production.



Figure I.4 : panneau multivoies.

4.3. Actionneurs

Dans un système automatisé, un actionneur est un organe de la partie opérative, sur ordre de la partie commande via le pré actionneur, convertit l'énergie qui lui est fournie sous une forme utile pour les tâches programmées d'un système automatisé.

4.3.1. Vannes

La majorité des vannes utilisées dans la gestion du sirop sont de type manuel, ce qui nécessite à chaque fois l'intervention de l'opérateur sur site pour contrôler le transfert du produit.

4.3.2. Electrovanes

Une électrovanne est un dispositif commandé électriquement, permettant d'autoriser ou d'interrompre par une action mécanique la circulation d'un fluide ou d'un gaz dans un circuit. C'est un actionneur électromagnétique TOR (tout ou rien), appelé souvent bobine ou solénoïde.

L'électrovanne est constituée principalement d'un corps de vanne où circule le fluide et d'une bobine alimentée électriquement qui fournit une force magnétique déplaçant le noyau mobile qui contrôle l'orifice de passage permettant ainsi, ou non le passage du fluide. La bobine doit être alimentée d'une manière continue pour maintenir le noyau attiré.

4.3.3. Pompe centrifuge

Elle assure l'envoi du sirop dans les différentes cuves de l'unité. Les parois de contact sont en Inox. Les pompes sont équipées de démarreurs progressifs pour des conditions de sécurité.

4.3.4. Agitateurs

Chaque cuve possède un agitateur entraîné par un moteur asynchrone fixé en bas de la cuve, afin d'assurer le mélange du produit (le sirop simple ou fini). Le mélange se fait à chaque remplissage lancé par l'opérateur. Chaque agitateur est doté d'un variateur de fréquence.

4.4. Capteurs

Un capteur est un organe de prélèvement permettant à partir des grandeurs physiques différentes prélevées d'avoir des informations sur l'état du système afin d'avoir la possibilité d'agir sur le système.

4.4.1. Capteur TOR

La cuve tampon est équipée de deux capteurs de niveau pour des raisons de sécurité :

- Niveau maximum permettant d'arrêter la pompe(1) pour éviter tout débordement.
- Niveau bas permettant le démarrage de la pompe(1) pour éviter les prises d'air.

4.4.2. Capteurs analogiques

4.4.2.1. La sonde de niveau

Les cuves sont équipées d'un capteur de niveau servant à afficher sa valeur sur le pupitre pour informer l'opérateur sur la quantité de sirop existante dans les cuves en émettant un signal continu de 4-20mA.

Principe de mesure

Avec un transmetteur utilisant le principe de la mesure du temps de parcours. Il mesure la distance entre le point de référence et la surface du produit. Des impulsions haute fréquence sont émises et guidées le long d'une sonde. Elles sont réfléchies par la surface du produit, captées par l'unité d'exploitation et converties en information de niveau.

4.4.2.2. Débitmètre massique

Le débitmètre est un appareil permettant la mesure du débit des fluides en émettant un signal de 4-20mA.

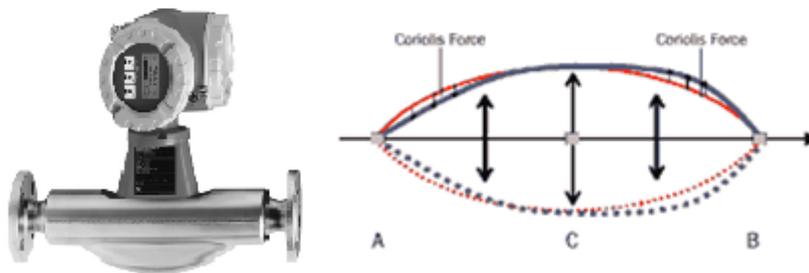


Figure I.5 : Appareil de mesure du débit.

Principe de mesure

Des forces de Coriolis FC apparaissent dans des systèmes en rotation, si l'on fait subir à une masse liquide ou gazeuse une translation vers l'axe de rotation ou vers sa périphérie. Une bobine excitatrice soumet le tube de mesure à un mouvement oscillant droit autour de l'axe de repos A - B. Lorsque les particules du fluide se déplacent dans le tube avec la vitesse v , elles provoquent des forces de Coriolis (FC) qui agissent sur les deux moitiés du tube dans des sens opposés. Ces forces sont directement proportionnelles au débit-masse et engendrent une distorsion du tube de mesure. Entre les points A et C, ces particules de liquide sont accélérées par la rotation du tube. La force de Coriolis induite en AC est opposée au déplacement instantané du tube. Inversement les particules de liquide sont décélérées en CB par la rotation du tube. Ceci génère une force de Coriolis dans le sens de déplacement du tube. Cette distorsion de Coriolis est extrêmement faible et se superpose à l'oscillation de base du tube de mesure. Le mouvement total du tube de mesure est mesuré à l'aide de capteurs inductifs. Un système de traitement de signal correspondant génère une valeur de mesure qui dépend directement du débit-masse du liquide qui traverse le tube de mesure.

5 .Modifications apportées à la siroperie

Afin d'élaborer une solution automatisée et de gérer le transfert du sirop d'une façon optimale, nous avons opté pour les changements suivant :

- a) Insérer des capteurs détecteurs de présence entre la cuve tampon et les autres cuves et entre la station de concentré sur la plaque multivoies. Ceci nécessite la modification de la redistribution des vannes sur le panneau multivoies. Cet ajout garantit la sécurité de l'opérateur et éviter le gaspillage du sirop.

a.1) Détecteurs de présence inductif

Les capteurs inductifs produisent à l'extrémité de leur tête de détection un champ magnétique oscillant. Ce champ est généré par une self et une capacité montée en parallèle.

Lorsqu'un objet métallique pénètre dans ce champ, il y a perturbation de ce champ puis atténuation du champ oscillant. Cette variation est exploitée par un amplificateur qui délivre un signal de sortie et le capteur commute.

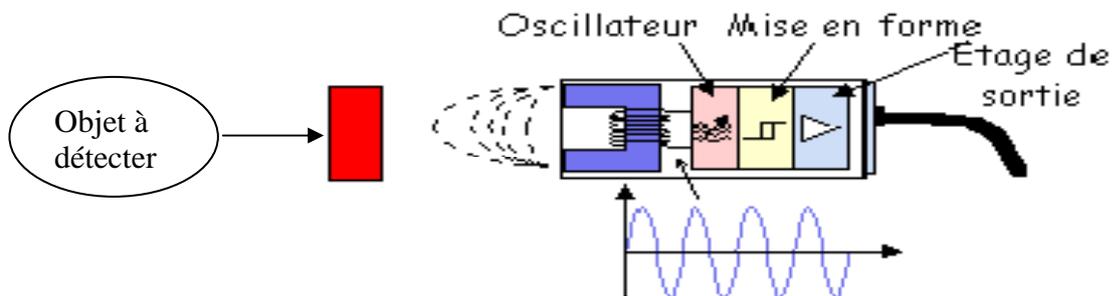


Figure I.6: Principe d'un détecteur de proximité.

- b) Remplacer le flexible de transfert par un coude en Inox équipé d'une tige métallique au milieu permettant la commutation du capteur détecteur de proximité.
- c) Ajout d'électrovannes à l'entrée de chaque cuve de façon à commander le transfert du sirop automatiquement (seront activées par les détecteurs de proximité).

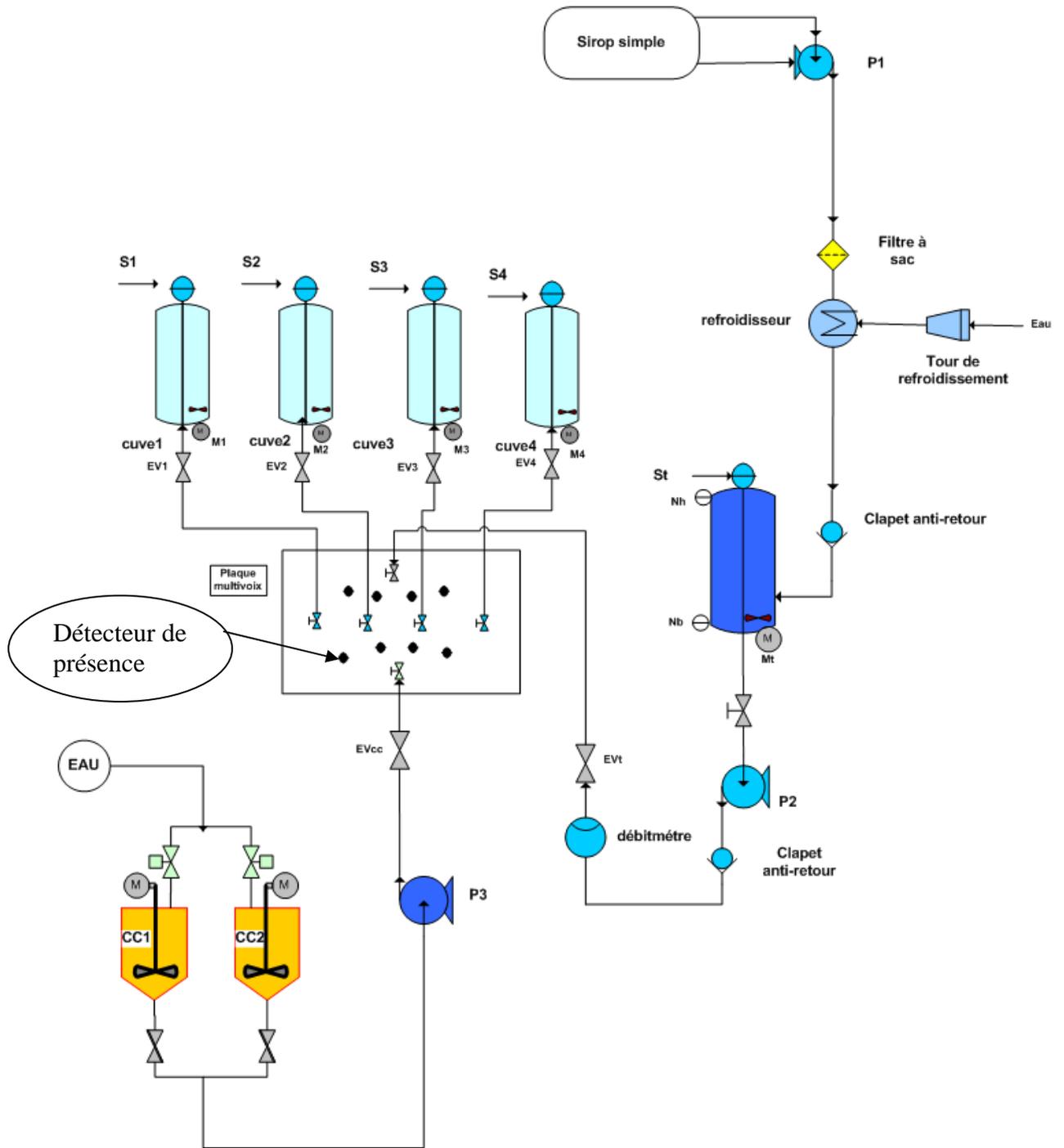


Figure I.7 : schéma synoptique du procédé après modification.

Les notations utilisées

symbole	signification
P1	pompe (1) remplissant la cuve tampon.
P2	pompe (2) remplissant les quatre préparateurs.
P3	pompe (3) transférant les essences de jus vers les préparateurs.
St	sonde de niveau de la cuve tampon.
S1	sonde de niveau de la cuve (1).
S2	sonde de niveau de la cuve (2).
S3	sonde de niveau de la cuve (3).
S4	sonde de niveau de la cuve (4).
Mt	moteur agitateur de la cuve tampon.
M1	moteur agitateur de la cuve (1).
M2	moteur agitateur de la cuve (2).
M3	moteur agitateur de la cuve (3).
M4	moteur agitateur de la cuve (4).
EVt	électrovanne de la cuve tampon.
Evcc	électrovanne de la station de concentré.
EV1	électrovanne de la cuve (1).
EV2	électrovanne de la cuve (2).
EV3	électrovanne de la cuve (3).
EV4	électrovanne de la cuve (4).
Nh	capteur de niveau haut.
Nb	capteur de niveau bas.

Figure I.8 : Tableau des notations utilisées.

6. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons défini notre processus, avec explication des fonctions assurées par des instruments de mesures et aussi des actionneurs de l'installation. Enfin nous avons proposé les changements apportés à cette installation tout en respectant la technologie et l'instrumentation utilisées.

Chapitre 2

*Conception et
Modélisation du procédé
par l'outil GRAFCET*

1. Introduction

La conception d'un automatisme nécessite l'élaboration d'un cahier de charges. Le dialogue entre concepteurs, utilisateurs et toute personne en relation avec l'automatisme n'est pas toujours facile et compréhensible. Afin de remédier à cet inconvénient, des représentations graphiques décrivant des procédés ont été mises en œuvre, telle que le GRAFCET.

L'objectif de ce chapitre consiste à faire une brève présentation de l'outil de modélisation GRAFCET, par la suite la modélisation de notre système avec cet outil.

2. Définition

L'acronyme GRAFCET signifie: **GR**Aphe **F**onctionnel de **C**ommande **E**tape **T**ransition (SFC Sequential Function Chart). C'est une méthode de représentation graphique permettant de décrire le cahier de charge d'un automatisme. Il est adapté aux systèmes à évolution séquentielle, il est défini par un ensemble d'éléments graphiques de base traduisant le comportement de la partie commande vis-à-vis de ses entrées et de ses sorties. Un programme GRAFCET décrit un procédé comme une suite d'étapes, reliées entre elles par des transitions.

3. Structure d'un automatisme

Un système automatisé se décompose en trois parties distinctes :

➤ La partie opérative

C'est la partie puissance, celle qui opère, qui agit (le muscle), elle comprend tous les près-actionneurs, actionneurs et capteurs.

➤ La partie commande

C'est la partie qui commande la partie opérative, celle qui sait ce qu'il faut faire (le cerveau), pilotée par un automate programmable, elle élabore des ordres transmis à la partie opérative à partir des informations fournies par la machine au moyen de capteurs.

➤ La partie dialogue

La partie dialogue se trouve entre la partie commande et l'homme (l'opérateur), elle permet à ce dernier de transmettre à l'automate des informations au moyen de dispositifs adaptés (boutons poussoirs, commutateurs...etc.) et de l'automate à l'opérateur des informations au moyen de visualisations ou sonorisations (des informations optiques ou sonores).

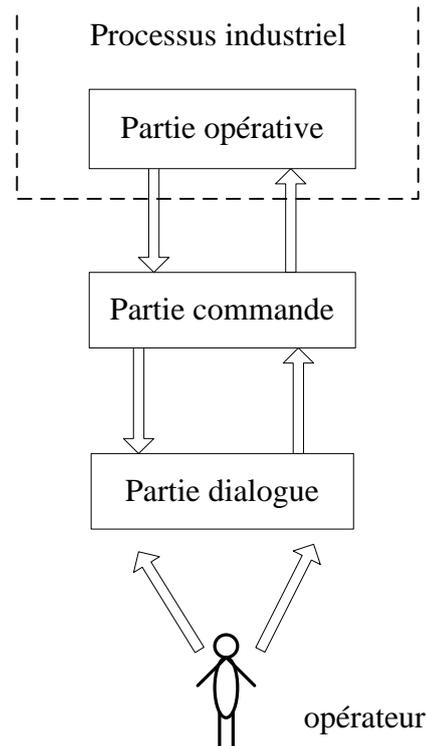


Figure II.1 : Structure générale d'un automatisme.

4. Elements du GRAFCET

Un GRAFCET est composé de:

4.1. Etape

Un GRAFCET est un cycle composé d'étapes, chaque étape correspond à une partie du fonctionnement durant laquelle on effectue une action. On représente chaque étape par un carré sauf pour l'étape initiale qui est représentée par un carré double, l'action est représentée dans un rectangle à gauche. On numérote chaque étape par un entier positif, mais pas nécessairement croissant, par pas de 1, il ne faut jamais que deux étapes différentes aient le même numéro.



Figure II.2 : Représentation graphique d'une étape initiale.

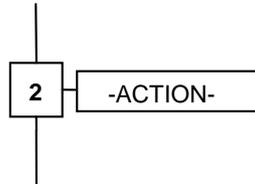


Figure II.3 : Représentation graphique d'une étape simple avec action associée.

Une étape est dite active, lorsqu'elle correspond à une phase "en fonctionnement", c'est à dire qu'elle effectue l'action qui lui est associée. On représente quelquefois une étape active à un instant donné, en ajoutant une marque à l'intérieur de l'étape.

Une étape est symbolisée par X_i , avec i le numéro de l'étape.

4.2. Transition

On représente une transition par un petit trait horizontal sur une liaison verticale.

Une transition est une condition de passage d'une étape à une autre. Cette condition est définie par une réceptivité qui n'est que logique (sous forme d'une expression booléenne).

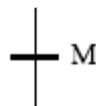


Figure II.4: Représentation graphique d'une transition.

4.3. Liaison

Une liaison est un arc orienté (ne peut être parcouru que dans un sens) indiquant l'évolution du GRAFCET, reliant les étapes aux transitions et les transitions aux étapes. On la représente par un trait plein rectiligne, vertical ou horizontal. Une verticale est parcourue de haut en bas, sinon il faut le préciser par une flèche. Une horizontale est parcourue de gauche à droite, sinon le préciser par une flèche.

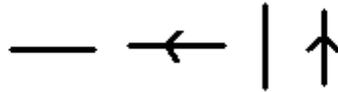


Figure II.5 : Représentation graphique de liaison.

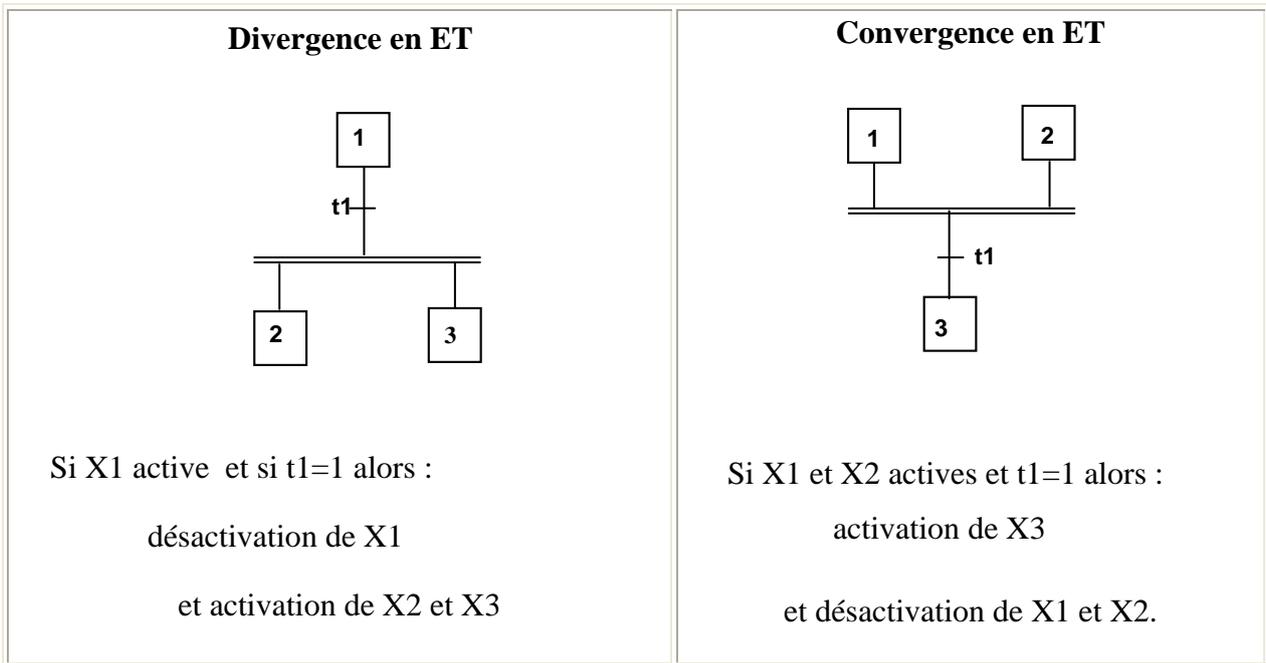
5. Règles d'évolution d'un GRAFCET

On appelle situation du GRAFCET (à un instant donné) l'ensemble des étapes actives à cet instant. L'évolution de cette situation se fait par franchissement de transitions selon cinq règles :

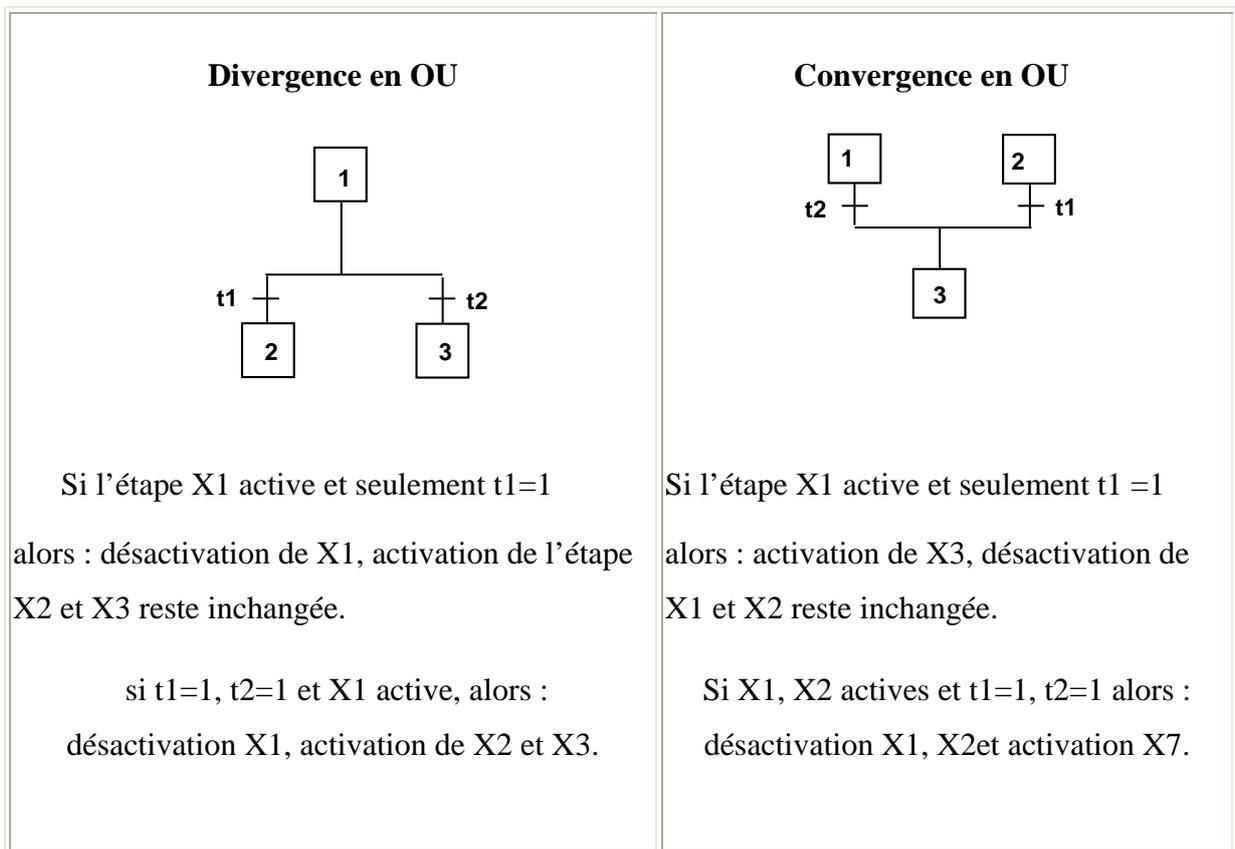
- **Règle 1 :** Les étapes initiales sont celles qui sont actives au début du fonctionnement.
- **Règle 2 :** Une transition est franchissable, si et seulement, si toutes les étapes en amont de la transition sont actives (on dit que la transition est alors validée) et que la réceptivité de la transition est vraie.
- **Règle 3 :** On franchit une transition en désactivant toutes les étapes précédant la transition et en activant toutes les étapes suivant la transition, simultanément.
- **Règle 4 :** Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.
- **Règle 5 :** Lorsqu'une étape doit être simultanément activée et désactivée, elle reste activée. L'activation doit être prioritaire sur la désactivation au niveau d'une même étape.

6. Structures de base

6.1. Branchement 'ET'



6.2. Branchement 'OU'



7. Programmation avec GRAFCET

Conçu au départ comme outil de spécification du cahier des charges, le GRAFCET est devenu, également, un outil de programmation des automates programmables. Pour ce fait, on dispose de deux niveaux de programmation :

- **GRAFCET niveau1:** Appelé aussi graphe fonctionnel. Il décrit l'enchaînement des étapes et le comportement de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative sans prendre en considération la technologie (sans tenir compte des capteurs, actionneurs...). Il peut être représenté de façon littérale ou symbolique.
- **GRAFCET niveau2:** Obtenu en tenant compte des exigences technologiques de la partie commande et de la partie opérative (capteurs, actionneurs ...).

8. Mise en équation d'un GRAFCET

Soit une partie d'un GRAFCET représentée par la figure ci-dessous :

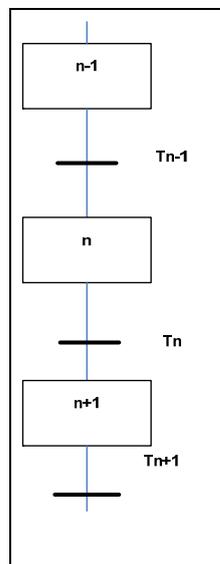


Figure II.5 : Exemple de GRAFCET.

Pour décrire l'activation et la désactivation de l'étape n , nous nous référons à la notion suivante :

$X_n=1$ si l'étape n est active.

$X_n=0$ si l'étape n est inactive.

La réceptivité étant une variable booléenne a pour valeur :

$T_n=1$ si la transition est vraie.

$T_n=0$ si la transition est fausse.

Les équations logiques seront déduites à partir des règles d'évolution du GRAFCET.

- La traduction de la règle (2) nous donne la condition d'activation de l'étape n qui suit :

$$CAX_n = X_{n-1} * T_{n-1}$$

- D'après la règle (3), nous aurons la condition de désactivation de l'étape n qui suit :

$$CDX_n = X_n * T_n = X_{n+1}$$

D'où l'équation de l'étape n :

$$X_n = CAX_n / CDX_n$$

Désignation :

Symbole	signification
AP3	arrêt de la pompe (3)
BP.V	désactivation de l'alarme
BP1	démarrage de la pompe (1)
BP3	démarrage de la pompe (3)
C1	capteur détecteur de présence (1) entre cuve tampon et cuve (1)
C2	capteur détecteur de présence (2) entre cuve tampon et cuve (2)
C3	capteur détecteur de présence (3) entre cuve tampon et cuve (3)
C4	capteur détecteur de présence (4) entre cuve tampon et cuve (4)
C5	capteur détecteur de présence (5) entre cuve concentré et cuve (1)
C6	capteur détecteur de présence (6) entre cuve concentré et cuve (2)
C7	capteur détecteur de présence (7) entre cuve concentré et cuve (3)
C8	capteur détecteur de présence (8) entre cuve concentré et cuve (4)
CD2	capteur de flux (2)
CD3	capteur de flux (3)

9. Modélisation de notre système

9.1. Remplissage avec du sirop simple

La cuve tampon sert à stocker le sirop simple et le distribuer aux quatre préparateurs.

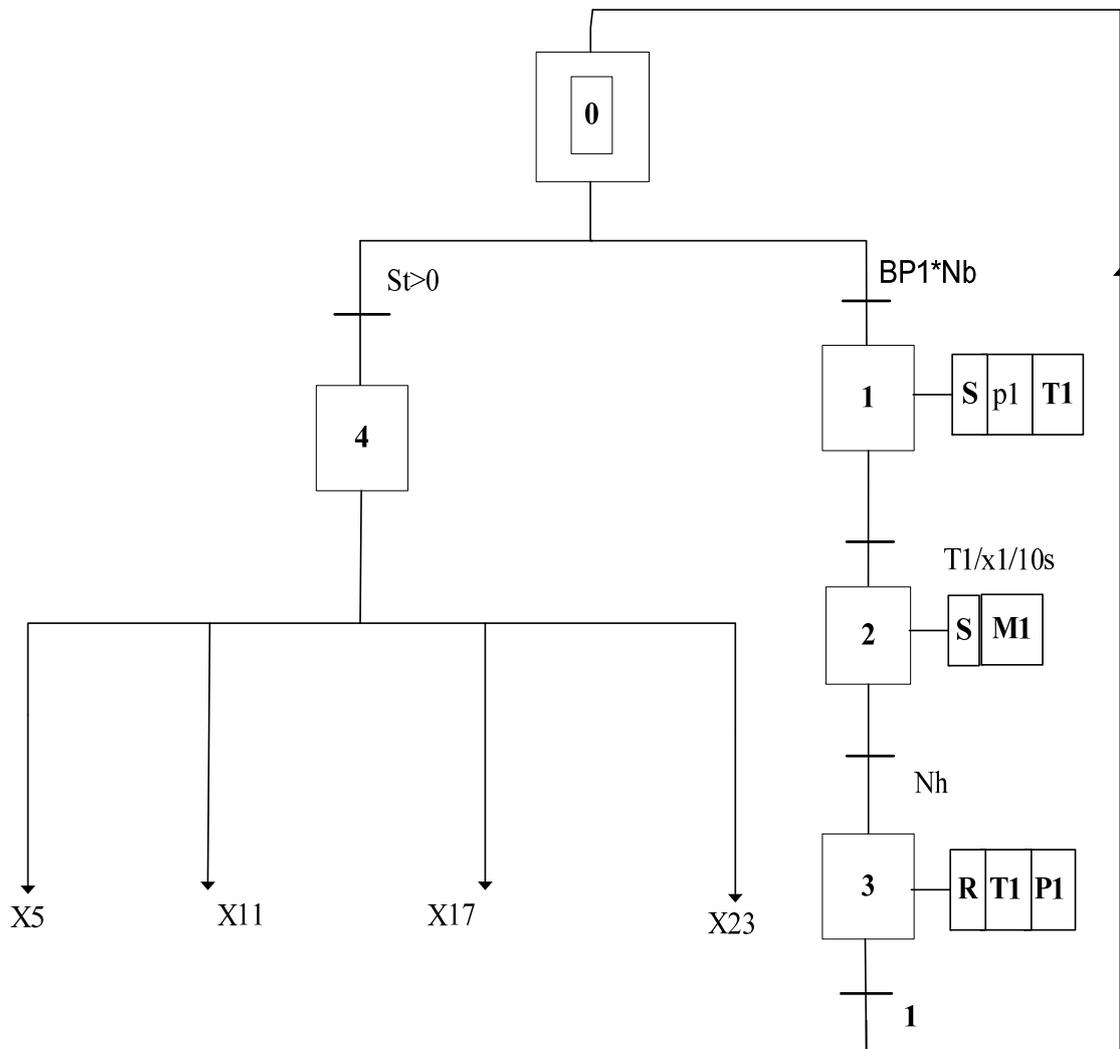


Figure II.6 : Remplissage de la cuve tampon et le choix de distribution.

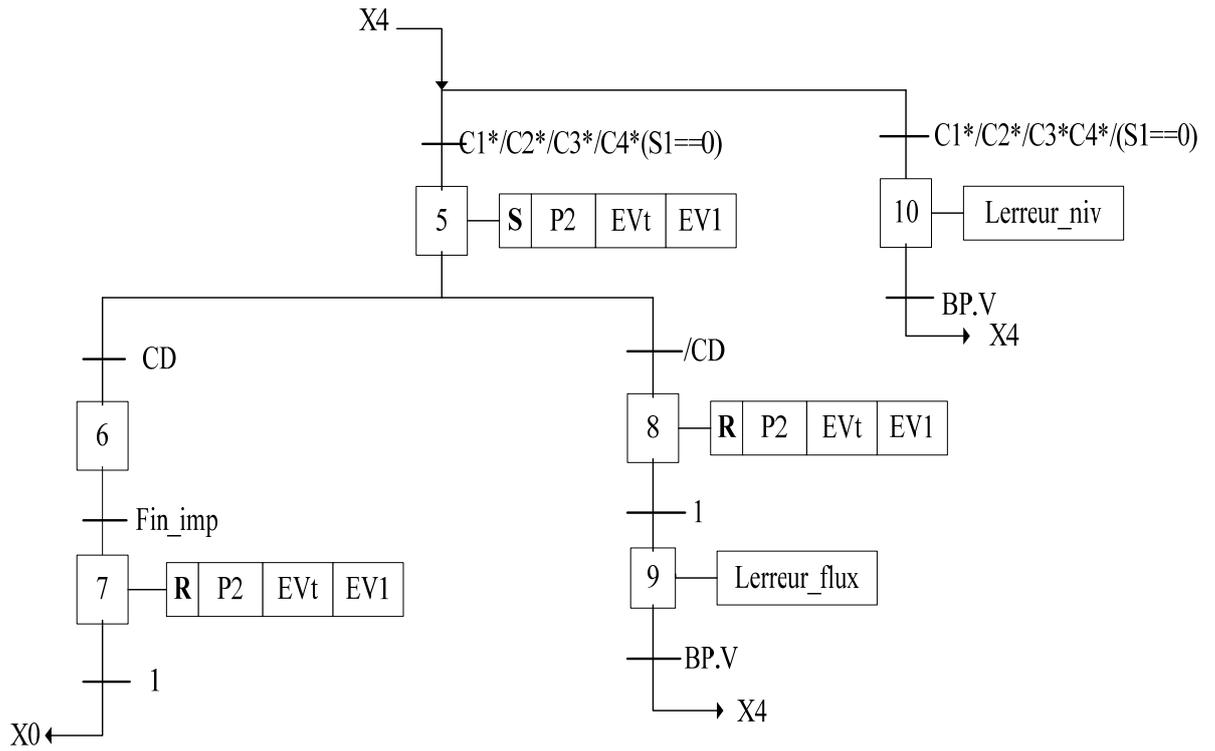


Figure II.7 : Remplissage de la cuve (1).

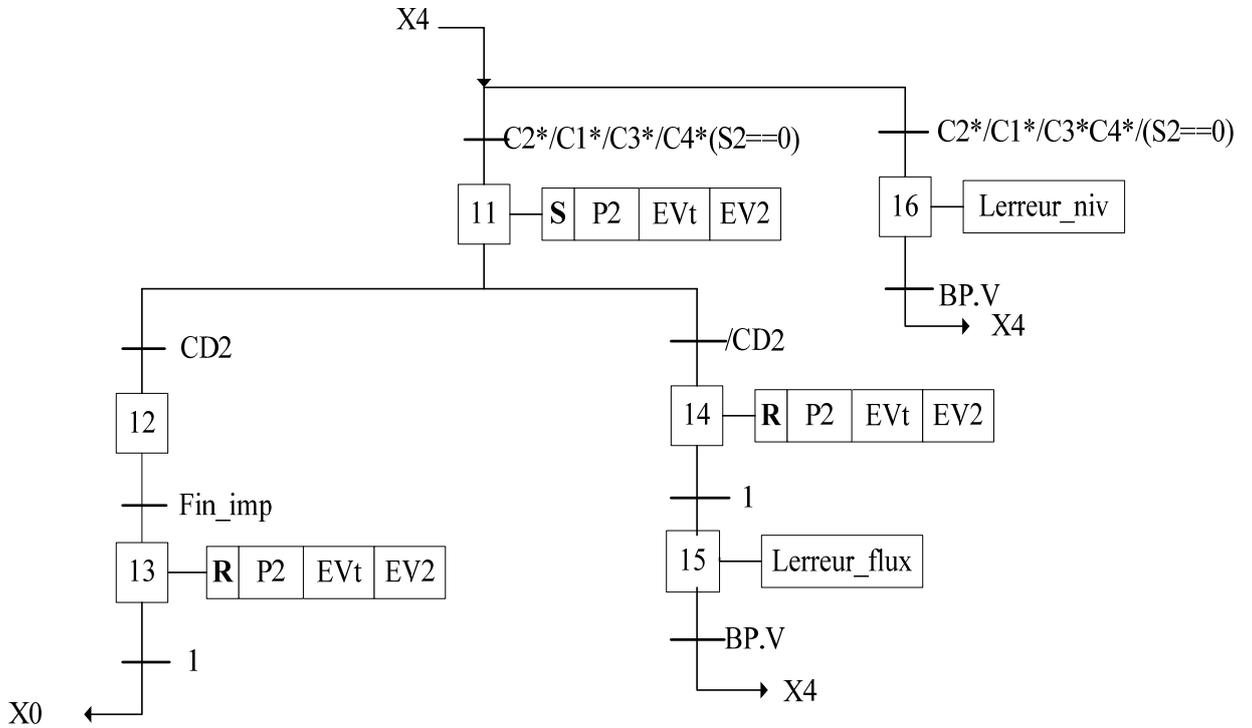


Figure II.8 : Remplissage de la cuve (2).

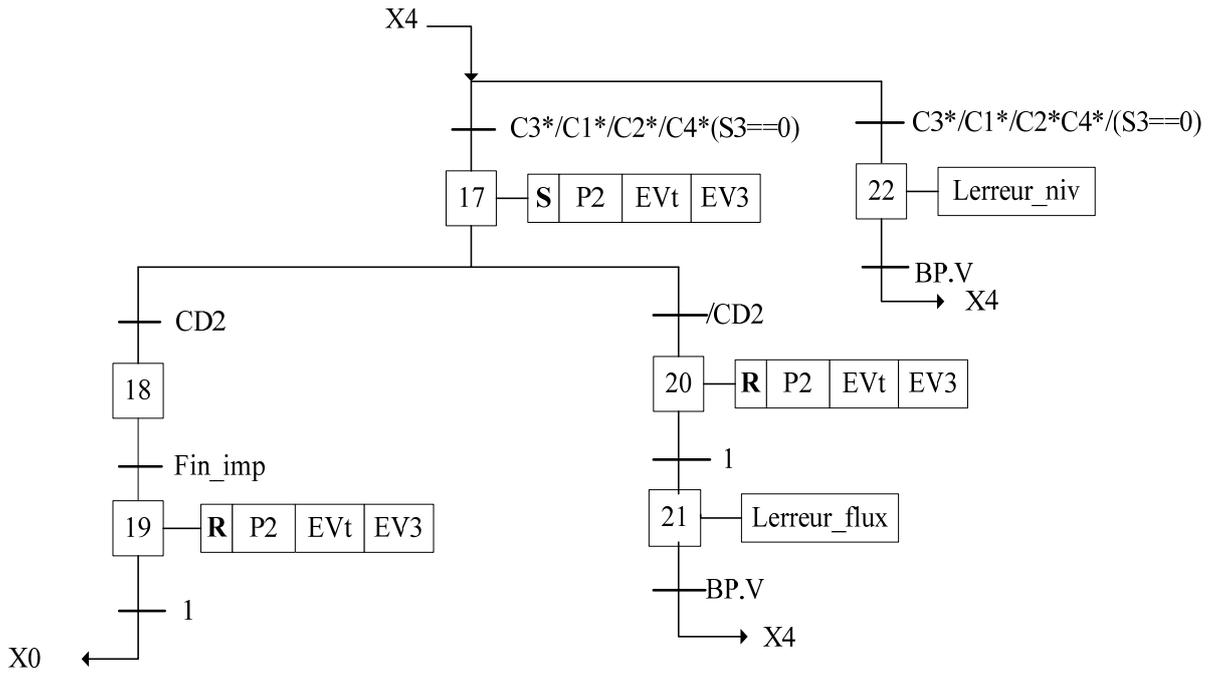


Figure II.9 : Remplissage de la cuve (3).

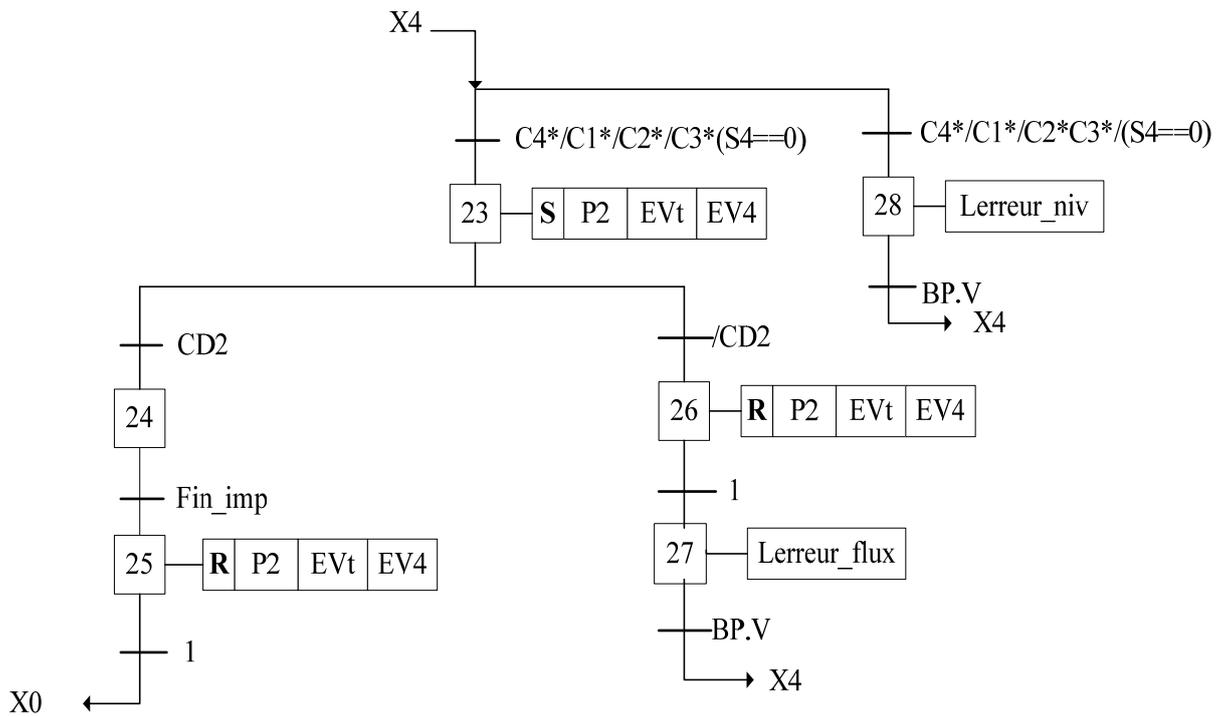


Figure II.10 : Remplissage de la cuve (4).

9.2. Remplissage avec les arômes

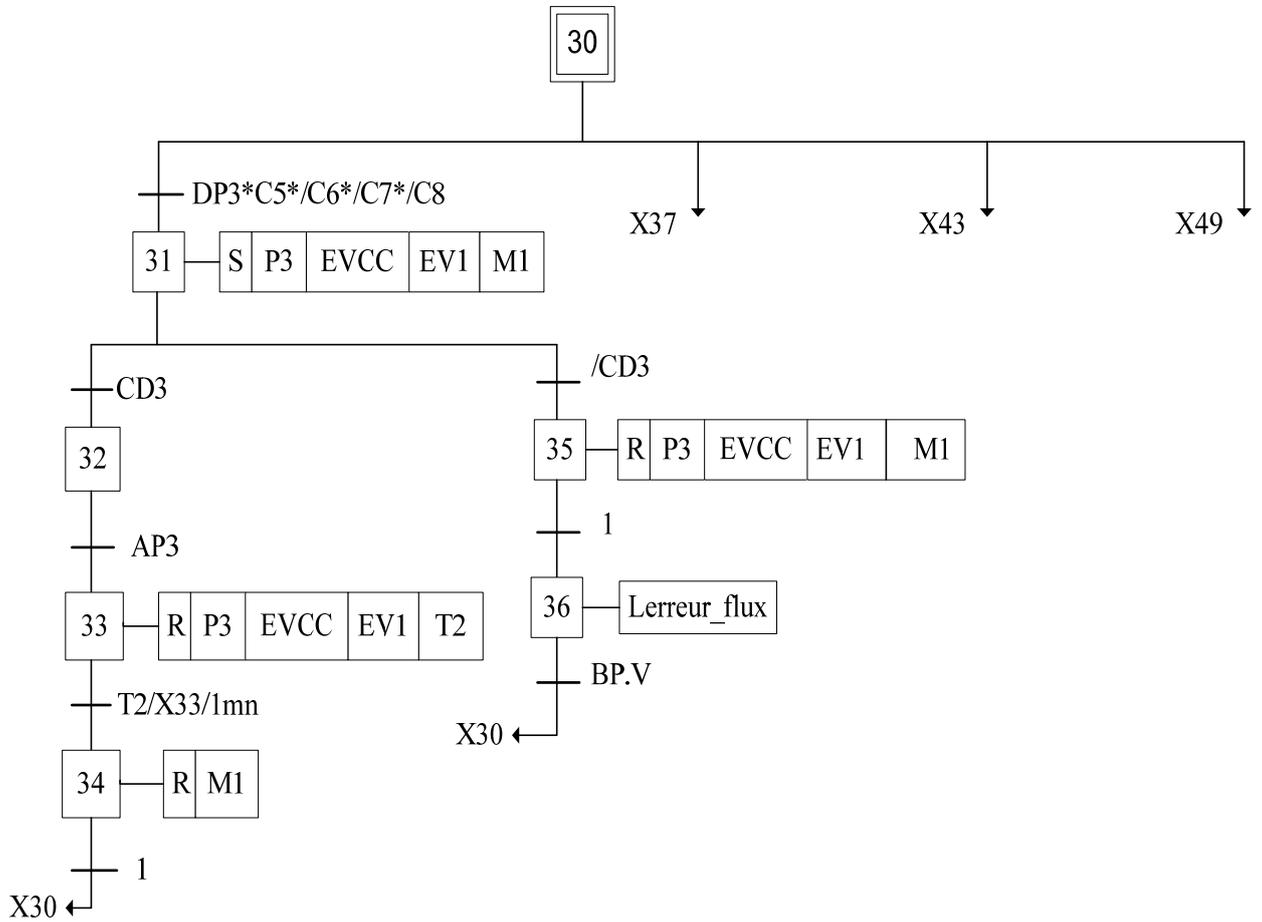


Figure II.11 : Remplissage de la cuve (1).

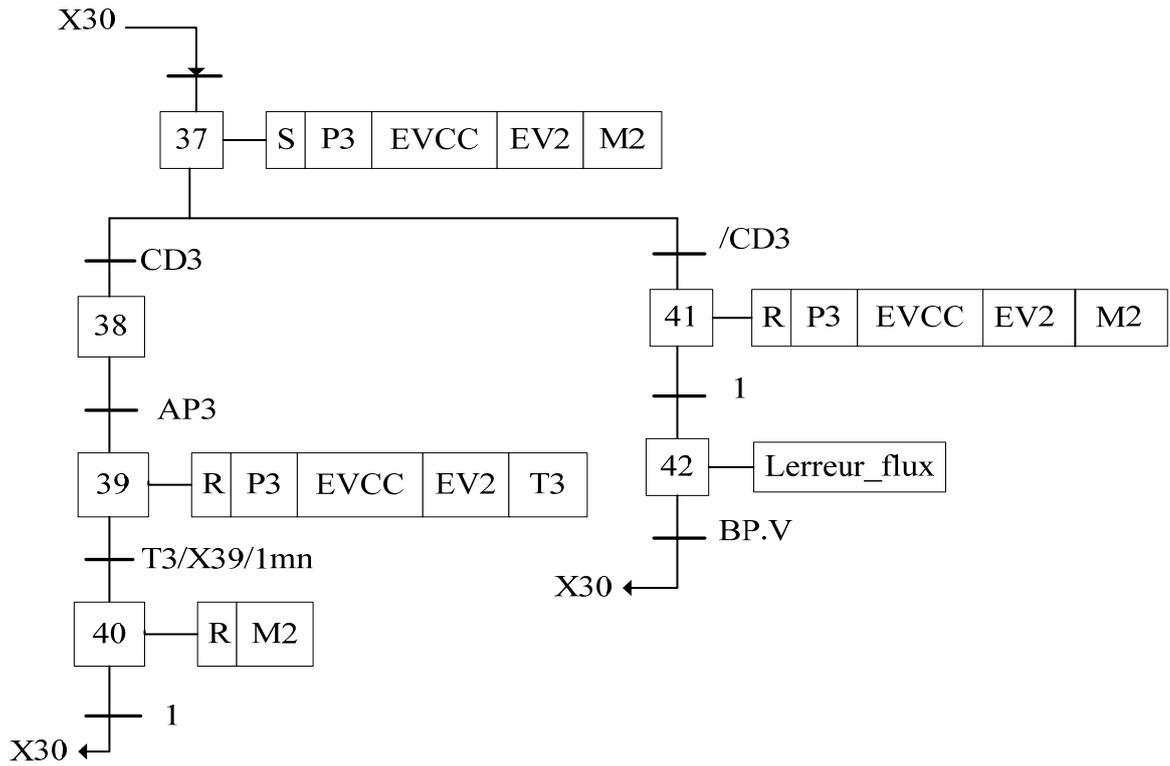


Figure II.12 : Remplissage de la cuve (2).

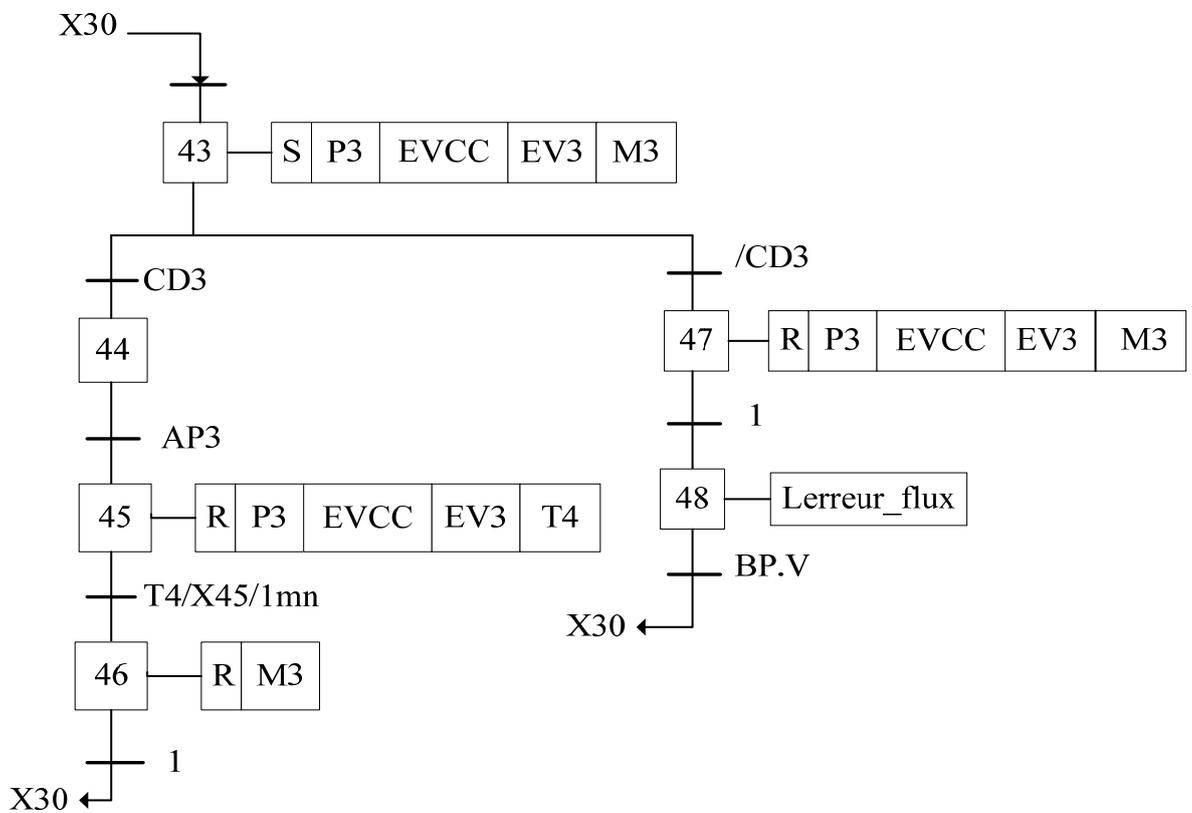


Figure II.13 : Remplissage de la cuve (3).

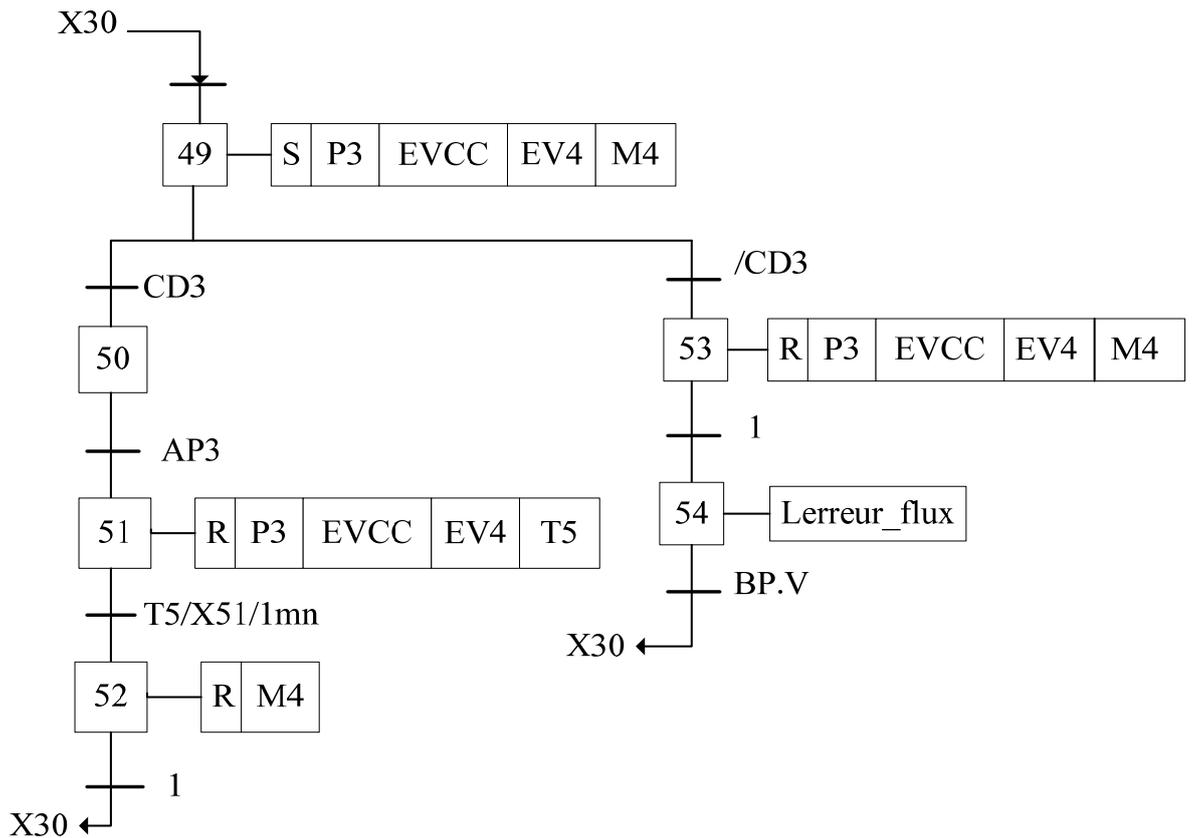


Figure II.14 : Remplissage de la cuve (4).

10. Conclusion

L'outil de modélisation GRAFCET nous a permis de modéliser le nouveau fonctionnement de l'installation en respectant toutes les contraintes possible que nous avons rencontrées et en introduisant tous les changements nécessaires afin d'adapter la commande actuelle à une commande programmable plus performante et automatisée, cela nous amène à déterminer les nouvelles affectations des modules d'entrées et de sorties de l'automate adéquat pour notre application future.

Chapitre 3

Automatisation De la Siroperie

1. Introduction

Depuis sa première apparition qui fut en Amérique (en 1969) pour satisfaire l'industrie de l'automobile, l'utilisation de l'automate programmable industriel (API) ne cesse de s'élargir, son adaptation et sa flexibilité le rendent indispensable pour tout type d'industrie.

Dans ce présent chapitre, nous allons donner une définition d'un Automate Programmable Industriel (API) d'une manière générale, sa structure (externe et interne), ses différentes fonctions ainsi que ces critères de choix.

2. Définition générale des APIs

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

L'automate a comme rôles principaux dans un processus :

- D'assurer l'acquisition de l'information fournie par les capteurs;
- En faire le traitement ;
- Elaborer la commande des actionneurs ;
- Assurer également la communication pour l'échange d'informations avec l'environnement.

3. Structure d'un automate programmable industriel

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire :

➤ Type compact

On distinguera les modules de programmation (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider,...) des micro-automates. Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il peut réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques ...) et recevoir des extensions en nombre limité.

Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.

➤ **Type modulaire**

Le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées/sorties résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant le "fond de panier" (bus plus connecteurs). Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où la puissance, la capacité de traitement et la flexibilité sont nécessaires.

3.1. Module d'alimentation

Le module d'alimentation fournit et assure la distribution d'énergie aux différents modules. Il convertit la tension du réseau (220V AC) en tension de service (24V DC, 12V ou 5V).

3.2. Unité centrale (CPU)

A base de microprocesseurs, l'unité centrale est chargée d'exécuter le programme utilisateur, elle doit assurer des opérations logiques et arithmétiques ainsi que des fonctions de temporisation et de comptage.

3.3. Mémoires

Elles permettent de stocker le système d'exploitation (ROM ou PROM), le programme (EEPROM) et les données système lors du fonctionnement (RAM). Cette dernière est généralement secourue par une pile. On peut, en règle générale, augmenter la capacité mémoire par adjonction de barrettes mémoires.

3.4. Bus interne

Il permet la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions.

3.5. Modules d'entrées / sorties

❖ Modules d'entrées

Ils assurent le rôle d'interface entre la CPU et le processus, en récupérant les informations sur l'état de ce dernier et en coordonnant les actions. Il existe deux types de modules d'entrées:

➤ Module d'entrée TOR

Le module d'entrées tout ou rien permet à l'unité centrale de l'automate, d'effectuer une lecture de l'état logique des capteurs du système automatisé.

➤ Module d'entrée analogique

Il reçoit un signal analogique qui représente l'état que prend un capteur entre deux limites. Ce module est munit d'un convertisseur analogique/numérique.

❖ Module de sortie

Ils permettent de commander les divers pré-actionneurs et éléments de signalisation du système automatisé de production.

Il existe deux types modules de sorties :

➤ Module de sortie TOR

Il permet à l'automate programmable d'agir sur les actionneurs à travers les pré-actionneurs ou d'envoyer des messages à l'opérateur.

➤ Module de sortie analogique

Il émet un signal analogique qui représente l'état que prend un actionneur entre deux limites. Ce module est munit d'un convertisseur numérique- analogique.

3.6. Coupleur

Les coupleurs sont des cartes électroniques assurant la communication entre les entrées/sorties, l'unité centrale et d'autres périphériques. Ils permettent de configurer le S7-300 sur plusieurs rangées, et assurent la liaison entre les châssis et le couplage entre les différentes unités.

3.7. Module de fonction (FM)

Ces modules réduisent la charge de traitement de la CPU, en assurant des tâches lourdes en calcul. Comme ils assurent, aussi, les fonctions spéciales telles que le comptage, la régulation et la commande numérique.

3.8. Module de communication (CP)

Par des exigences très fortes en vitesse de transmission rapide, et de gros volumes de données, les modules de communication jouent un rôle clé dans le cadre de la communication industrielle. Ils permettent d'établir des liaisons homme-machine qui sont effectuées à l'aide des interfaces de communication.

4. Choix de l'automate

Après la détermination des différentes entrées et sorties vues précédemment ainsi que la définition des conditions requises pour l'automatisation on a abouti au choix d'un automate de la gamme S7-300.

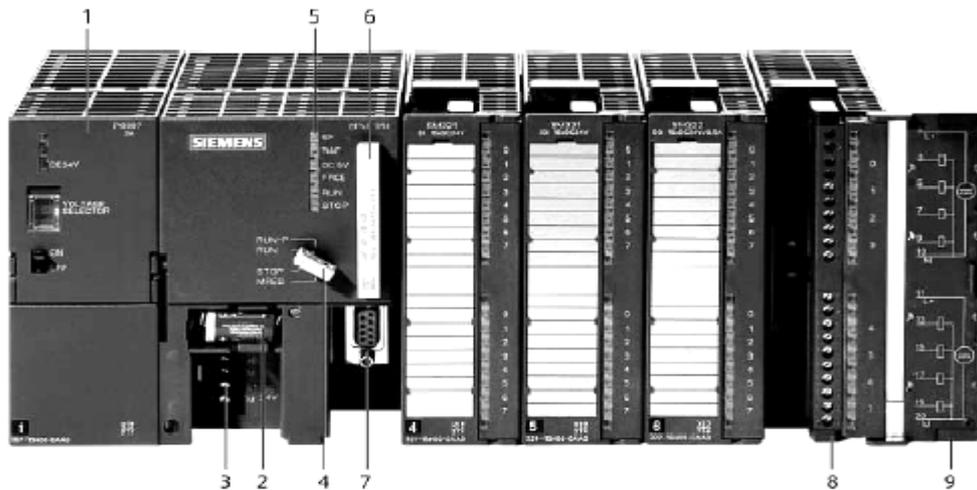
Raisons de ce choix

C'est un automate de conception modulaire destiné à des tâches d'automatisation moyenne et haute gamme qui est caractérisée par :

- ✓ Gamme diversifiée de CPU.
- ✓ Gamme complète de module.
- ✓ Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.
- ✓ Possibilité de mise en réseau avec :
 - PROFIBUS.
 - L'interface multipoints.
 - Industrial Ethernet.

Et d'autres raisons comme :

- ✓ Garantir la communication avec d'autres systèmes automatisés (avec des S7 300).
- ✓ La proposition faite par les responsables.



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

Figure III.1 : Automate modulaire S7-300 (SIEMENS).

5. Base des entrées / sorties

Après l'analyse fonctionnelle et l'étude du fonctionnement du conditionnement du sirop, on a défini les différentes entrées et sorties qui vont être gérées par l'automate programmable.

5.1. Les entrées

Nous avons défini deux types d'entrées : Analogiques et TOR ;

➤ Les entrées analogiques

Sont celles des signaux électriques élaborés par les transmetteurs des niveaux. Ces signaux sont de type courant normalisé entre : [4mA, 20mA] ; donc ils sont directement reliés dans les modules d'entrée analogique de l'automate. Et ces modules réaliseront la conversion des signaux issus du processus en signaux numériques pour le traitement interne de l'automate S7-300.

➤ Les entrées TOR

Conviennent aux raccordements d'appareils à contacts, et celles des signaux élaborés par les différents défauts qui peuvent se produire au cours du conditionnement.

5.2. Les sorties

Les sorties existantes dans la configuration de l'automate sont des sorties TOR. Elles correspondent aux actionneurs (pompe), pré-actionneurs (électrovannes), et les différentes alarmes ou voyants.

5.3. Configuration matérielle

La connaissance du nombre et de la nature des entrées/sorties nous conduit aux choix des modules qui vont répondre à nos besoins.

- Nombre d'entrées analogiques : 5
- Nombre d'entrées TOR : 39
- Nombre de sorties TOR : 13

Ce qui nous mène à la configuration suivante :

5.3.1. Modules d'entrées

- Un module d'entrées TOR : SM 321 DI32*DC24V ;
- Un module d'entrées TOR : SM 321 DI16*DC24V ;
- Un module d'entrées analogiques : SM 331 AI8*12bits.

5.3.2. Modules De Sorties

- Un module de sorties TOR : SM 322 DO16*DC24V/0.5A.

5.3.3. Choix De La CPU

La CPU est le cerveau de l'automate, notre choix est la **CPU315-2DP**. Elle dispose d'une mémoire de programmation de 128Ko et peut être utilisée comme maître ou esclave dans un réseau PROFIBUS DP et est destinée aux automatismes mettant en œuvre des structures de périphérie centralisée et décentralisée ainsi que l'interface multipoint MPI qui est un port de communication intégré de tous les SIMATIC S7-300 permettant la mise en réseau de l'automate.

Notre intérêt au choix de cette CPU est de pouvoir réaliser une communication par PROFIBUS avec l'automate gérant la partie dissolution et celle du soutirage pour l'envoi d'information sur l'état de remplissage des cuves, avec les variateurs de vitesse des agitateurs des cuves et la liaison avec l'écran de supervision.

6. Utilisation du PROFIBUS DP

6.1. Le PROFIBUS DP

Le PROFIBUS (*Process Field Bus*) est le nom d'un type de bus de terrain inventé par Siemens et devenu peu à peu une norme de communication dans le monde de l'industrie.

Le PROFIBUS est un réseau permettant la communication de périphéries décentralisées, appareils de contrôle et de nombreux autres appareils de terrain avec les systèmes d'automatisation, la communication sert à l'échange de données entre automates programmables ou entre un automate et les stations décentralisées.

6.2. Quelques particularités du PROFIBUS-DP

- Connecte 126 stations (maximum).
- Possibilité de réalisation d'un réseau capillaire (très fin).
- Programmation des stations également par le bus de terrain.
- Extension modulaire, le bus de terrain peut croître avec les exigences
- Système ouvert, possibilité de raccorder les appareils de terrain d'autres fabricants.
- Communication directe entre esclaves DP.

6.3. Avantage du réseau PROFIBUS-DP

- Disponibilité élevée.
- Sécurité de transport des données.
- Coupure ou mise en marche d'un appareil de terrain en cour de service sans répercussion sur les autres.

6.4. La communication via PROFIBUS-DP

La communication est assurée par un système de télégramme de commande et de réponse. Le maître envoie en continu des télégrammes adressés aux esclaves (dans notre cas : les variateurs de fréquence, le pupitre de commande ainsi que d'autres automates) et il attend de leur part des télégrammes de réponse.

Le maître peut envoyer un même télégramme simultanément à tous les esclaves raccordés au bus.

6.5. Configuration centralisée

Les appareils d'extension peuvent être implantés à proximité de l'appareil de base, les coupleurs prolongent les bus internes vers les appareils d'extension et leur transmet la tension d'alimentation.

6.6. Configuration décentralisée

Les appareils d'extension sont implantés à proximité des capteurs et actionneurs du procédé, elle permet de réduire considérablement le coût de câblage.

7. Description du logiciel de programmation STEP7

Le STEP 7 est le progiciel de base pour la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation SIMATIC S300 et S400. Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. Le logiciel de base assiste dans toutes les phases du processus de création de la solution d'automatisation, La conception de l'interface utilisateur du logiciel STEP 7 répond aux connaissances ergonomiques modernes et son apprentissage est très facile.

STEP 7 comporte les quatre sous logiciels de base suivants :

7. a. Gestionnaire de projets SIMATIC Manager

SIMATIC Manager constitue l'interface d'accès à la configuration et à la programmation.

Ce gestionnaire de projets présente le programme principal du logiciel STEP7 il gère toutes les données relatives à un projet d'automatisation.

7. b. Editeur de programme et les langages de programmation

Les langages de programmation CONT, LIST et LOG, font partie intégrante du logiciel de base.

- ♦ Le schéma à contacts (CONT) est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions fait penser aux schémas de circuits électriques. Le langage

CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines.

- ♦ La liste d'instructions (LIST) est un langage de programmation textuel proche de la machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme.
- ♦ Le logigramme (LOG) est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes, comme par exemple les fonctions mathématiques, peuvent être représentées directement combinées avec les boîtes logiques.

On dispose de langages de programmation plus évolués, au détriment de l'optimisation mémoire:

- ♦ **GRAPH** est un langage de programmation permettant la description aisée de commandes séquentielles (programmation de graphes séquentiels). Le déroulement du processus y est subdivisé en étapes. Celles-ci contiennent en particulier des actions pour la commande des sorties. Le passage d'une étape à la suivante est soumis à des conditions de transition.
- ♦ **Hi Graph** est un langage de programmation permettant la description aisée de processus asynchrones non séquentiels sous forme de graphes d'état. A cet effet, l'installation est subdivisée en unités fonctionnelles pouvant prendre différents états. Ces unités fonctionnelles peuvent se synchroniser par l'échange de messages.
- ♦ **SCL** est un langage textuel évolué. Il comporte des éléments de langage qu'on trouve également sous une forme similaire dans les langages de programmation Pascal et C. SCL convient donc particulièrement aux utilisateurs déjà habitués à se servir d'un langage de programmation évolué.
- ♦ **CFC** pour S7 et M7 est un langage de programmation graphique permettant l'interconnexion graphique de fonctions existantes. Ces fonctions couvrent un large éventail allant de combinaisons logiques simples à des régulations et commandes complexes. Un grand nombre de ces fonctions est disponible sous la forme de blocs dans une bibliothèque.

7. c. Paramétrage de l'interface PG-PC

Cet outil sert à paramétrer l'adresse locale des PG/PC, la vitesse de transmission dans le réseau MPI ou PROFIBUS en vue d'une communication avec l'automate et le transfert du projet.

7. d. Le simulateur des programmes PLCSIM

L'application de simulation de modules S7-PLCSIM permet d'exécuter et de tester le programme dans un automate programmable (AP) qu'on simule dans un ordinateur ou dans une console de programmation. La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP7, il n'est pas nécessaire qu'une liaison soit établie avec un matériel S7 quelconque (CPU ou module de signaux). L'AP S7 de simulation permet de tester des programmes destinés aux CPU S7-300 et aux CPU S7-400, et de remédier à d'éventuelles erreurs. S7-PLCSIM dispose d'une interface simple permettant de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme (comme, par exemple, d'activer ou de désactiver des entrées). Tout en exécutant le programme dans l'AP de simulation, on a également la possibilité de mettre en œuvre les diverses applications du logiciel STEP 7 comme, par exemple, la table des variables (VAT) afin d'y visualiser et d'y forcer des variables.

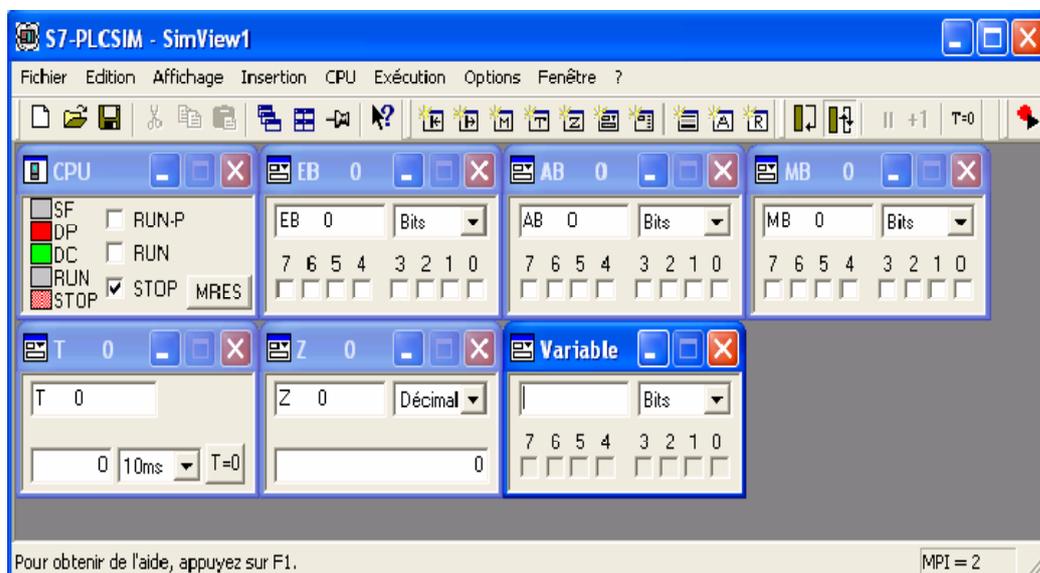


Figure III.2 : logiciel de simulation PLC-SIM.

8. Conception du programme

La mise en place d'une solution d'automatisation avec STEP 7 nécessite la réalisation des tâches fondamentales suivantes :

- ♦ Création du projet SIMATIC Step7

Avant de commencer la programmation, il est nécessaire de créer un projet à l'aide du gestionnaire de projets, dans lequel, les données et les programmes utilisateurs à créer seront structurés.

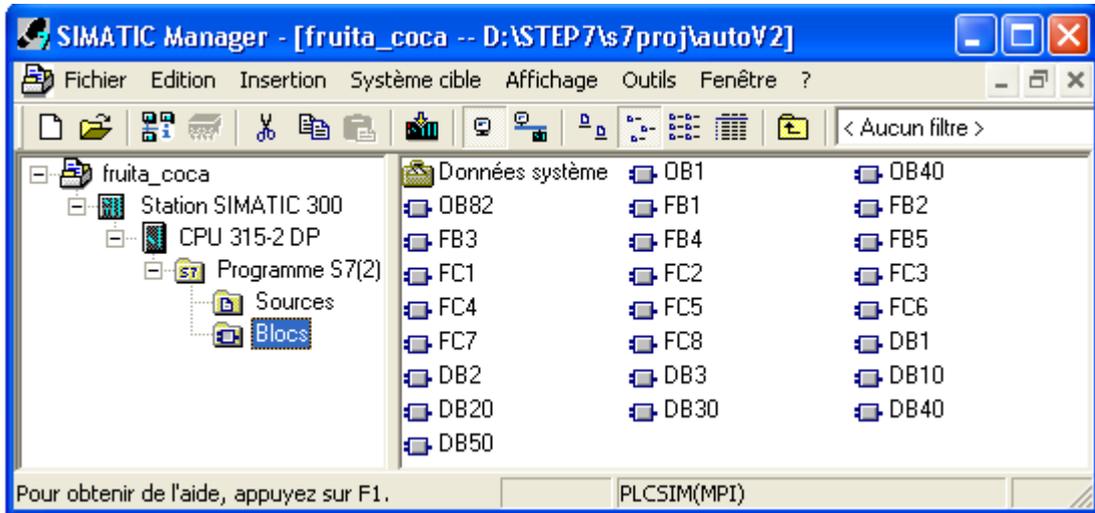


Figure III.3 : Création du projet sous Step7.

- ♦ Configuration matérielle HW Config

Dans une table de configuration, on définit les modules mis en œuvre dans la solution d'automatisation ainsi que les adresses permettant d'y accéder depuis le programme utilisateur, pouvant en outre, y paramétrer les caractéristiques des modules.

Le paramétrage sert à définir les paramètres de la CPU pour la configuration du réseau PROFIBUS-DP (communication avec les variateurs de vitesse).

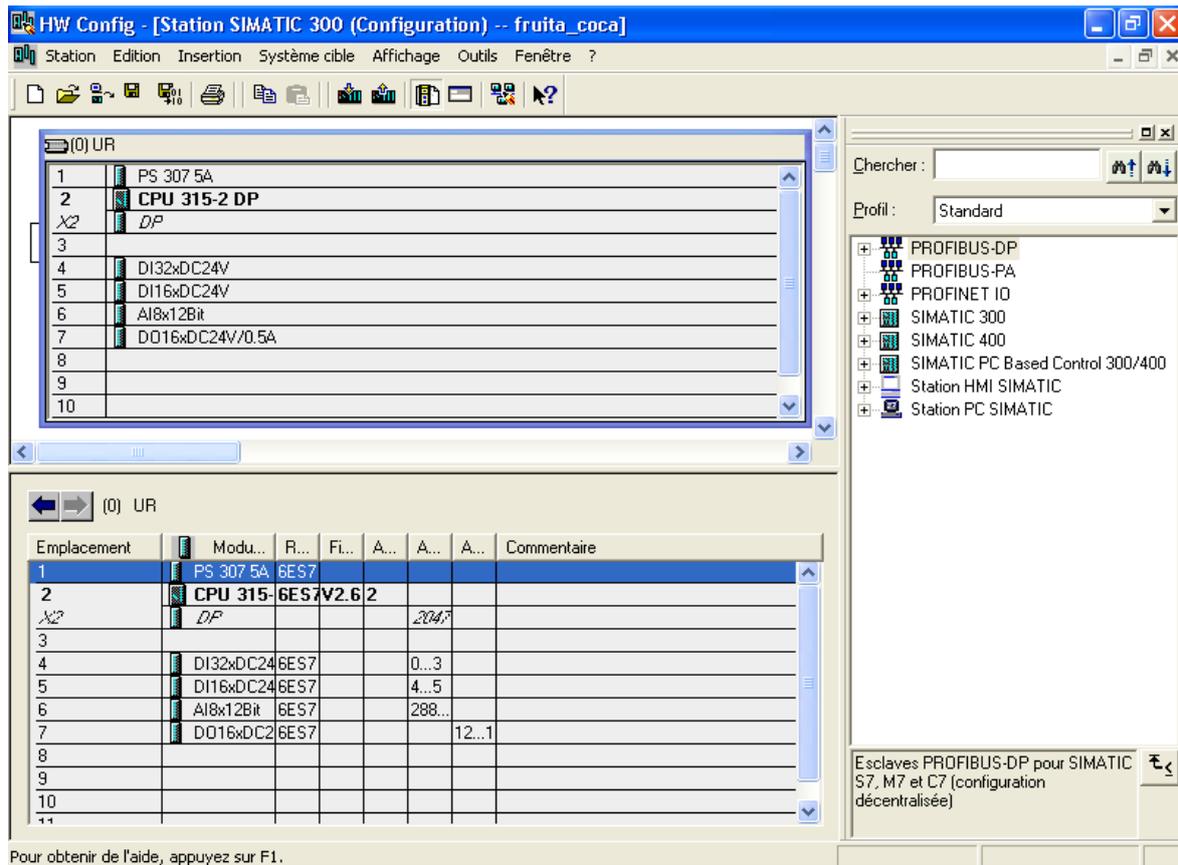


Figure III.4 : la configuration matérielle du projet.

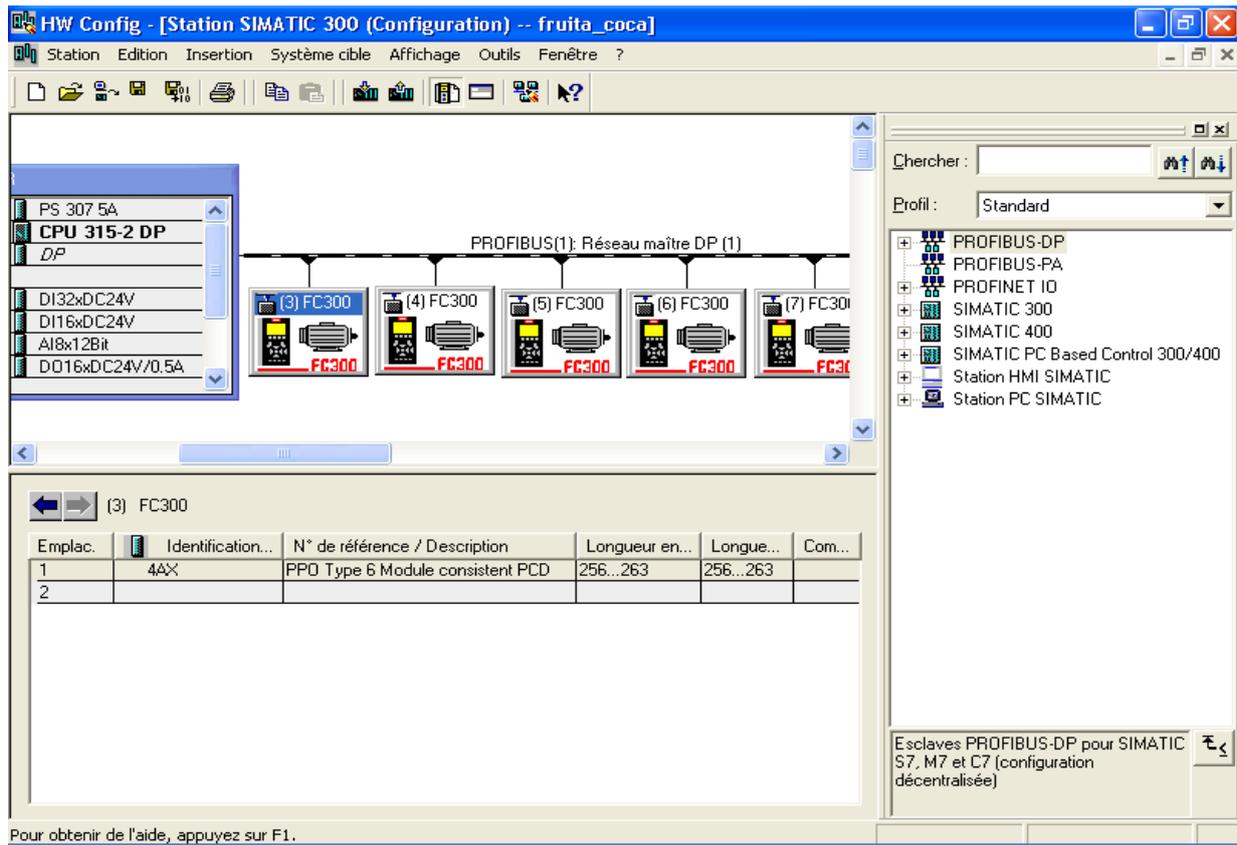


Figure III.5 : Configuration et connexion des variateurs de vitesse au PROFIBUS.

- ◆ Définition des mnémoniques

Permet de gérer toutes les variables globales. C'est-à-dire la définition de désignations symboliques et de commentaires pour les signaux du processus (entrées/sorties) mémentos et blocs.

	Etat	Mnémonique	Opérande	Type de d	Commentaire
46		Lerreur_Niv	A 13.7	BOOL	lampe indicant que les cuves ne ...
47		Nb	E 0.1	BOOL	capteur de sécurité niveau bas d...
48		Nh	E 0.5	BOOL	capteur de sécurité niveau haut ...
49		P1	A 12.0	BOOL	pompe(1)
50		P2	A 12.2	BOOL	pompe(2)
51		P3	A 12.5	BOOL	pompe(3)
52		RM1	E 3.0	BOOL	relais thermique de protection du...
53		RM2	E 3.3	BOOL	relais thermique de protection du...
54		RM3	E 3.6	BOOL	relais thermique de protection du...
55		RM4	E 4.1	BOOL	relais thermique de protection du...
56		RMt	E 1.0	BOOL	relais thermique de protection du...
57		RP1	E 0.4	BOOL	relais thermique de protection de...
58		RP2	E 1.5	BOOL	relais thermique de protection de...
59		RP3	E 2.1	BOOL	relais thermique de protection de...
60		S1b	M 3.1	BOOL	la cuve(1)est vide
61		S2b	M 3.2	BOOL	la cuve(2)est vide
62		S3b	M 3.3	BOOL	la cuve(3)est vide
63		S4b	M 3.4	BOOL	la cuve(4)est vide

Figure III.6 : Editeur des mnémoniques.

- ♦ Création du programme utilisateur

En utilisant l'un des langages de programmation mis à disposition, on crée le programme, qu'on enregistre sous forme de blocs, de sources ou de diagrammes.

- ♦ Test du programme et détection d'erreurs

Pour effectuer un test, on a la possibilité d'afficher les valeurs des variables depuis le programme utilisateur ou depuis une CPU, d'affecter des valeurs à ces variables et de créer une table des variables qu'on souhaite afficher ou forcer.

Exemple de simulation :

Ceci est un exemple concret de notre programme dans lequel il est procédé à la simulation de la fonction FC1 (démarrage de la pompe (1) ayant pour fonction le remplissage de la cuve tampon.

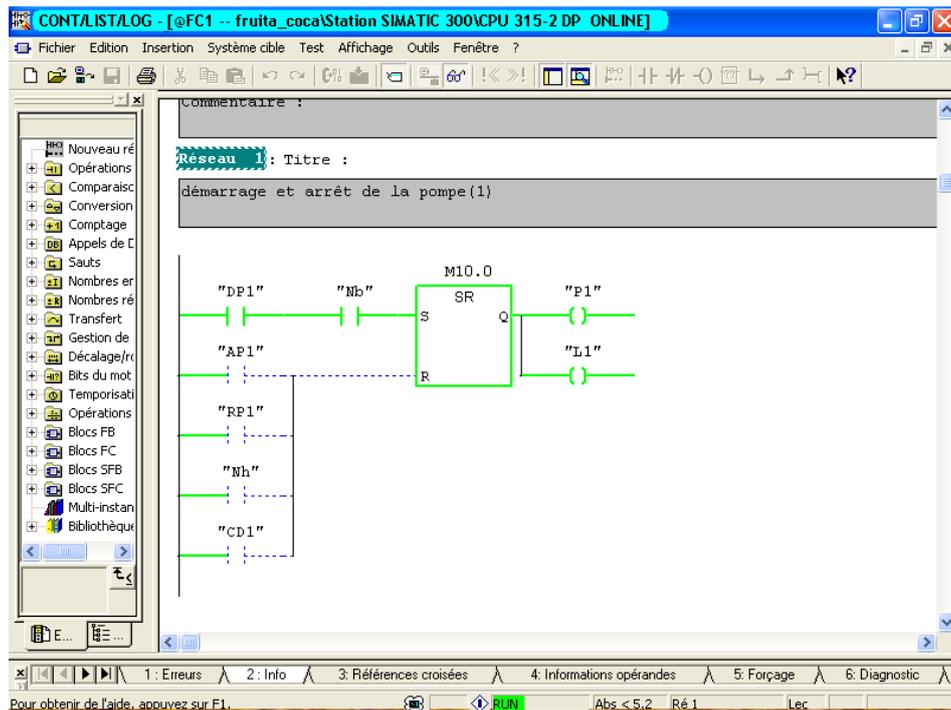


Figure III.7 : Exemple de simulation de FC1.

- ♦ Chargement du programme dans le système cible

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

- ♦ Surveillance du fonctionnement et diagnostic du matériel

Le diagnostic du matériel fournit un aperçu de l'état du système d'automatisation. Dans une représentation d'ensemble, un symbole permet de préciser pour chaque module, s'il est défaillant ou pas. Un double clic sur le module défaillant permet d'afficher des informations détaillées sur le défaut.

9. Structure d'un programme sous STEP7

Il existe deux types de structures de programme :

- Programme linéaire : toutes les opérations sont contenues dans le même bloc d'organisation (OB1), qui traite cycliquement le programme.

- Programme structurel : les fonctions réutilisables sont chargées dans différents blocs et l'OB1 fait appel à ces blocs et délivrent les données correspondantes. On utilise souvent le programme structuré car il simplifie l'organisation et la gestion du programme et ce fut notre choix de programmation.

10. Blocs utilisateurs

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

- Blocs d'organisation OB : ils constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils sont appelés par le système d'exploitation et gèrent le traitement du programme cyclique et programmes déclenchés par alarme, ainsi que le comportement à la mise en route de l'automate programmable et par le traitement des erreurs.
Les blocs d'organisation définissent l'ordre dans lequel les différentes parties du programme sont traitées.
- Blocs fonctionnelles (FB) : ce sont des blocs de codes associés à des blocs de données d'instances, dans lesquels sont sauvegardés les paramètres effectifs et les données statiques des blocs fonctionnels.
- Blocs fonctionnels (FC) : ce sont des blocs de code sans mémoire c'est-à-dire qu'ils ne sont pas associés à des blocs de données donc les paramètres effectifs ne sont pas sauvegardés automatiquement.
- Blocs de données (BD) : ils servent à stocker les données du programme utilisateur. On fait la distinction entre les blocs de données globaux et les blocs de données d'instance :
 - ✓ Les blocs de données globaux ne sont pas affectés à un bloc précis.
 - ✓ Les blocs de données d'instance sont affectés à des blocs fonctionnels.

De plus, il existe les blocs fonctionnels système (SFB) et les fonctions système (SFC) qui sont des fonctions préprogrammés.

11. Arborescence programme step7

Nous avons organisé le programme comme suit :

Dans l'**OB1** on a programmé le démarrage et l'arrêt de l'installation et les différents appels des blocs fonctionnels du **FB1** jusqu'au **FB5** et des fonctions de **FC1** à **FC8**.

- Chacun des blocs fonctionnels **FB1** à **FB5** présente un programme qui gère le remplissage de chacune des cuves.
- Les blocs **FC1**, **FC7** et **FC8** gèrent la pompe (1) responsable du remplissage de la cuve tampon, la pompe (2) ayant pour fonction le transfert du liquide vers les quatre autres cuves et la pompe (3) responsable de l'ajout des arômes.
- Le bloc **FC2** pour le fonctionnement du débitmètre.
- Les blocs **FC4** et **FC5** sont réservés respectivement à l'adressage des entrées analogiques et l'affichage des niveaux en litres.
- Les blocs **FC3** et **FC6** sont utilisés pour déterminer les cuves vides ou non vides.

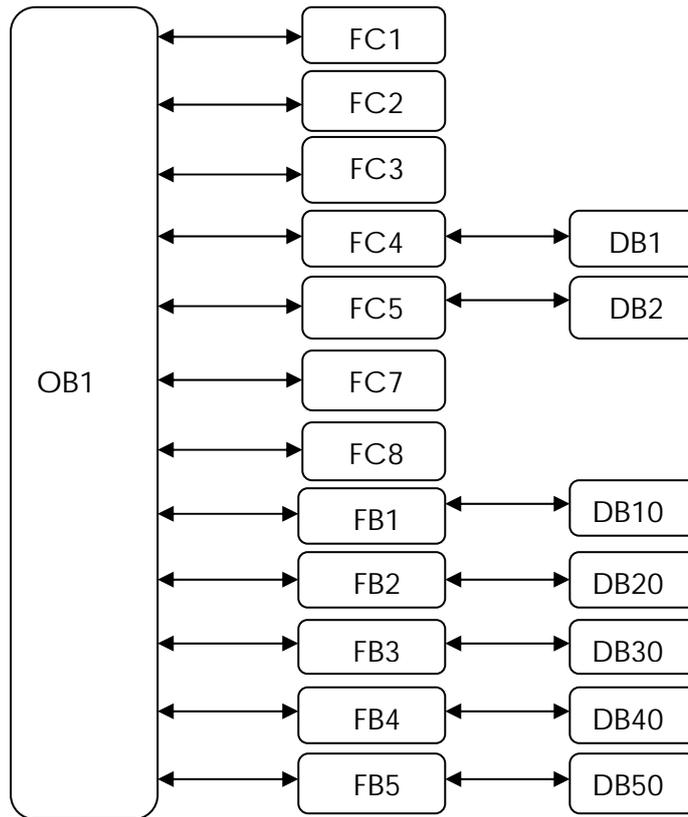


Figure III.8 : Arborescence du programme.

12. Conclusion

La validation des programmes de conduite que nous avons développés a été réalisée grâce au logiciel de simulation des modules physiques, cette procédure nous a permis d'apporter les corrections nécessaires à nos programmes développés.

Dans un souci de développement d'une solution de supervision «ON LINE », nous avons opté pour la programmation structurelle afin que l'opérateur de conduite ait toutes les informations nécessaires pour une bonne prise de décisions.

Dans le dernier chapitre, nous allons développer une plate forme de supervision et la proposer aussi complète que possible, permettant une visualisation dynamique des entrées/sorties et simplifiant la tâche de control à l'opérateur de conduite.

Chapitre 4

Partie Supervision

1. Introduction

Dans le but de surveiller l'état et le fonctionnement d'un procédé on doit disposer d'un système permettant la visualisation en temps réel de l'état d'évolution des paramètres du procédé en question. Il s'agit de la supervision.

La supervision se situe au plus haut niveau dans la hiérarchie des fonctions de production ; il est donc essentiel de présenter à l'opérateur sous forme adéquate les informations sur le procédé nécessaires pour une éventuelle prise de décision. Cette présentation passe par les images synthétiques représentant un ensemble de vues ; le processus est représenté par une synoptique comprenant des images et objets animés par l'état des organes de commande et les valeurs transmises par les capteurs. Outre la synoptique, on trouve aussi des vues d'alarme, de statistique, de régulation...etc.

2. constitution d'un système de supervision

Les systèmes de supervision se composent généralement d'un moteur central (logiciel), auquel se rattachent des données provenant des équipements (automates). Le logiciel de supervision assure l'affichage, le traitement des données, l'archivage et la communication avec d'autres périphériques.

- **Le module de visualisation** ayant pour fonction la mise a la disposition de l'opérateur des données instantanées du procédé, par conséquent, l'évaluation de ce dernier.
- **Le module d'archivage** ayant comme rôles la mémorisation des données (alarme et événement) pendant une longue période et l'exploitation des données dans des applications spécifiques à des fins de maintenance ou de gestion de production.
- **Le module de traitement** permettant la mise en forme des données afin de les présenter via le module de visualisation aux opérateurs sous une forme prédéfinie.
- **Le module de communication** ayant pour fonctions l'acquisition et le transfert de données et la gestion de la communication avec les automates programmables industriels et autres périphériques.

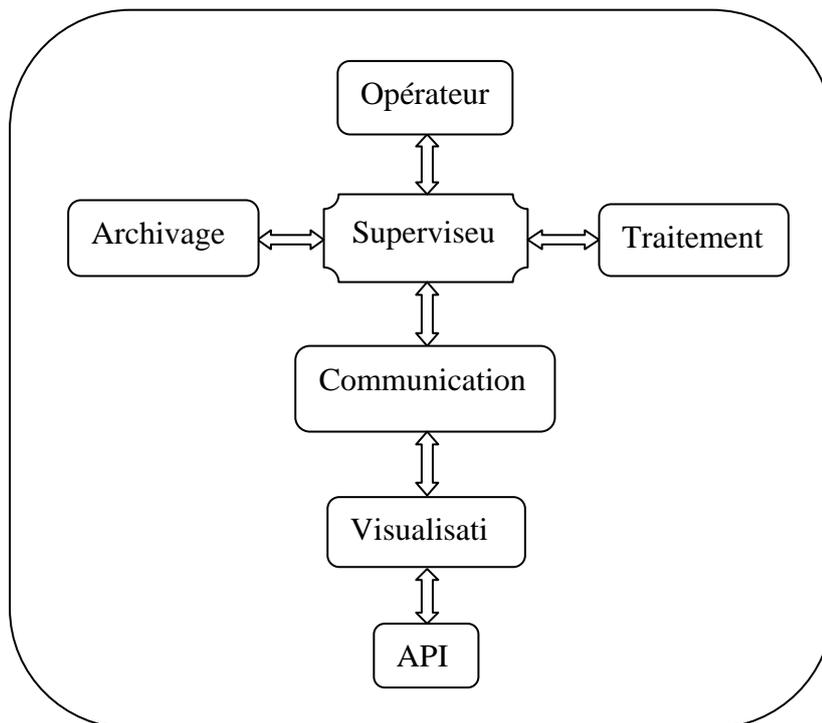


Figure IV.1 : Schéma synoptique d'une supervision.

3. Avantage de la supervision

Un système de supervision donne de l'aide à l'opérateur dans la conduite du processus, son objectif est de présenter à l'opérateur des résultats expliqués et interprétés et ses avantages principaux sont :

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

4. Logiciel de conception et configuration d'interface Win CC flexible

4.1. Définition

Le Win CC flexible (Windows Control Center) est une Interface Homme/Machine graphique (l'interface entre l'opérateur et le processus). Il permet à l'opérateur de visualiser, surveiller et d'intervenir rapidement dans les événements interrompant le bon fonctionnement du procédé.

Le Win CC offre une bonne solution de supervision en raison des fonctionnalités adaptées aux exigences courantes des installations industrielles qu'il met à la disposition des opérateurs.

4.2. Applications disponibles sous Win CC

Win CC comprend plusieurs applications afin d'accomplir la tâche de supervision. Ces différentes applications sont :

4.2.1. Graphic designer

Ayant une bibliothèque intégrée, il permet la création des vues du processus selon les besoins et la configuration de ces en leur affectant les variables correspondantes. Le Graphic designer assure la fonction de visualisation grâce au Graphic runtime.

4.2.2. Tag logging

On y définit les archives, les valeurs de processus à archiver et les temps de cycle de saisie et d'archivage.

4.2.3. Alarm logging

Elle se charge de l'acquisition et de l'archivage des alarmes en mettant à la disposition des utilisateurs les fonctions nécessaires (traitement, visualisation, acquittement et archivage).

4.2.4. Global script runtime

Disposant des deux éditeurs C et Visuel Basic (VBS), cette application a pour fonction la création d'actions et fonctions non prévues par Win CC.

4.2.5. Report designer

Contient des informations avec lesquelles on peut lancer la visualisation d'une impression ou ordre d'impression. On y trouve aussi des modules de mise en page de journal qu'on peut adapter en fonction du besoin.

4.2.6. User administrator

C'est là que s'effectue la gestion des utilisateurs et des autorisations. On y crée de nouveaux utilisateurs ; on leur attribue des mots de passes et on leur affecte la liste des autorisations.

5. Conception d'une interface Homme/Machine

La conception d'une interface Homme/Machine passe par plusieurs étapes

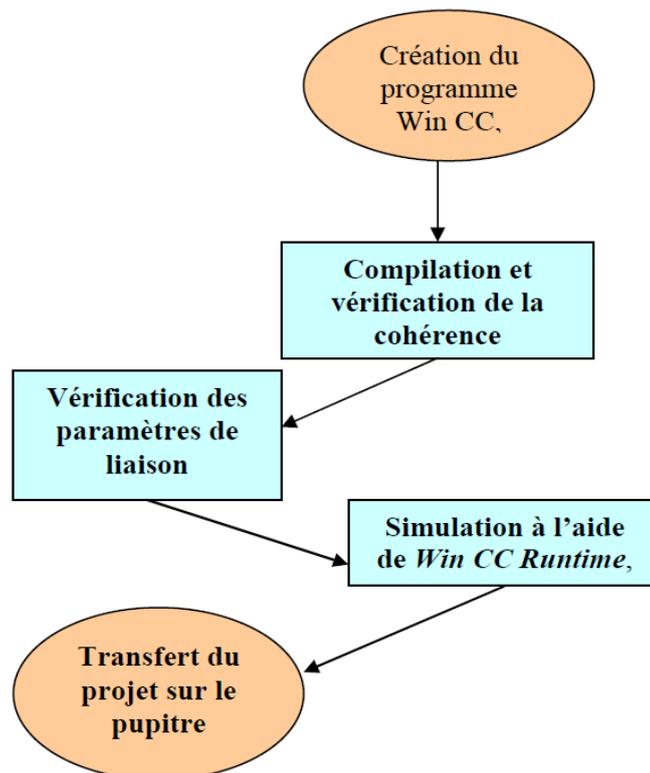


Figure IV.2 : Les étapes de conception d'une interface Homme/Machine.

Dans Win CC flexible, chaque projet conçu contient principalement des vues que l'on crée pour le contrôle-commande de machines et d'installations. Lors de la création des vues, on dispose d'objets prédéfinis permettant d'afficher des procédures et de définir les valeurs du processus.

Les différents outils et barres de l'éditeur de vues sont :

- Barre des menus contenant toutes les commandes nécessaires à l'utilisation de Win CC flexible.
- La barre d'outils permettant d'afficher tout ce dont le programmeur a besoin.

- Zone de travail servant à configurer des vues, de façon plus compréhensible, très facile à manipuler et à consulter.
- Boîte à outils proposant un choix d'objets simples ou complexes à insérer dans les vues, p. ex. des objets graphiques et éléments de commande.
- Fenêtre des propriétés dans laquelle on peut éditer les propriétés d'un objet sélectionné.

Après la création de notre projet (création de toutes les vues nécessaires et compilation), on intègre celui-ci au projet de programmation conçu sous Step7 afin d'introduire les variables manipulées.

La communication entre l'API S7 300 et l'écran de supervision MP 277 10'' se fait par PROFIBUS.

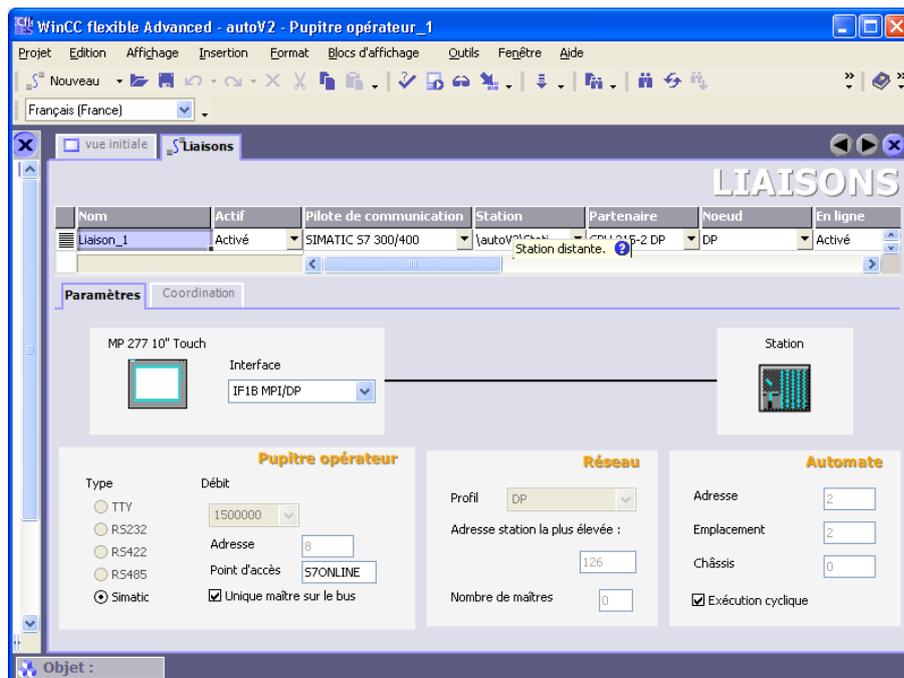


Figure IV.3 : Paramètres de liaison créés par le système lors de l'intégration dans STEP7.

Notre projet contient plusieurs vues afin de mieux gérer la siroperie et la communication. On cite :

5.1. Vue d'accueil

Contient les boutons de navigation permettant le choix d'accès aux autres vues.

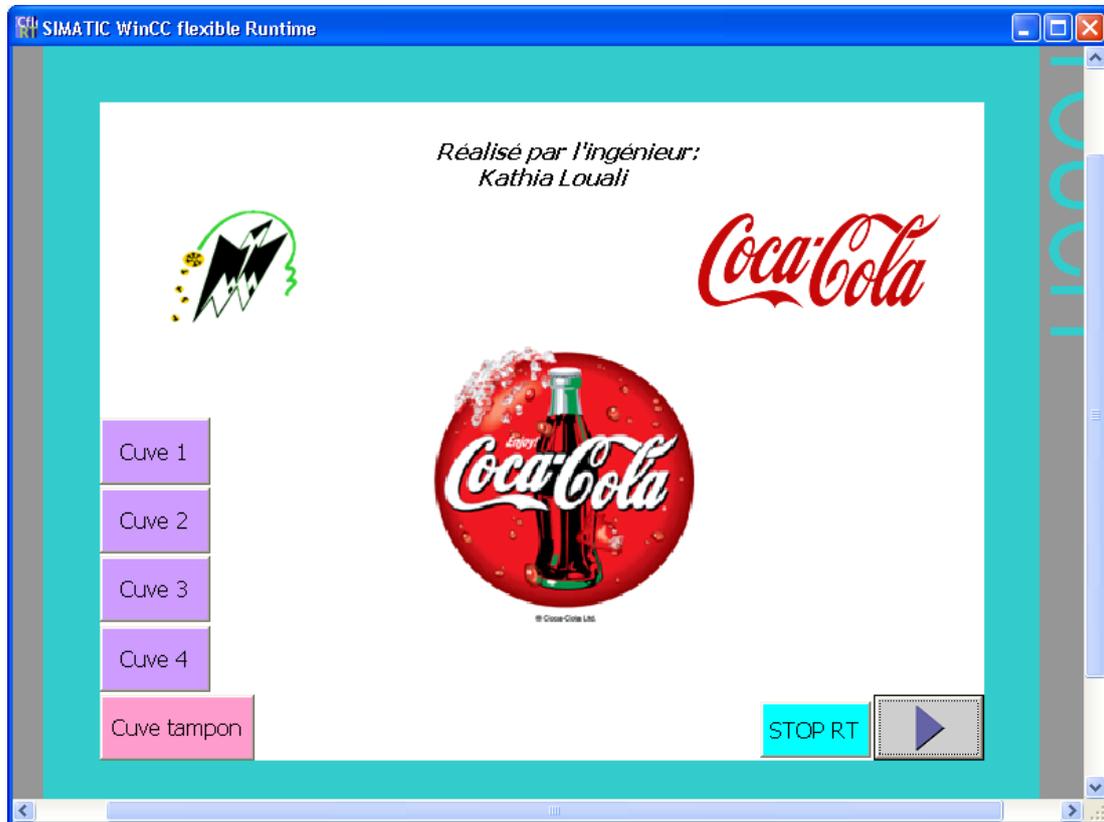


Figure IV.4 : Vue d'accueil.

5.2. Les différentes vues créées

Ces fenêtres présentent l'état des cuves de préparation de sirop fini et seront accessible à partir de la vue d'accueil au lancement de Runtime. Des afficheurs et bargraphes de niveau ont été configurés sur chaque cuve puisque cette information est importante pour l'opérateur.

Pour une bonne illustration de l'état réel des objets de ces vues tel que les moteurs, les pompes et les vannes, on a fait en sorte que ces objets aient des couleurs différentes aux états marche et arrêt.

5.2.1. Ecran de commande de la cuve (1), (2), (3) et (4)

Ces quatre écrans de supervision suivant nous permettent de visualiser l'état de remplissage des cuves (1), (2), (3) et (4), la vitesse des moteurs, des pompe, des électrovannes et de commander ces derniers grâce aux boutons intégrés.

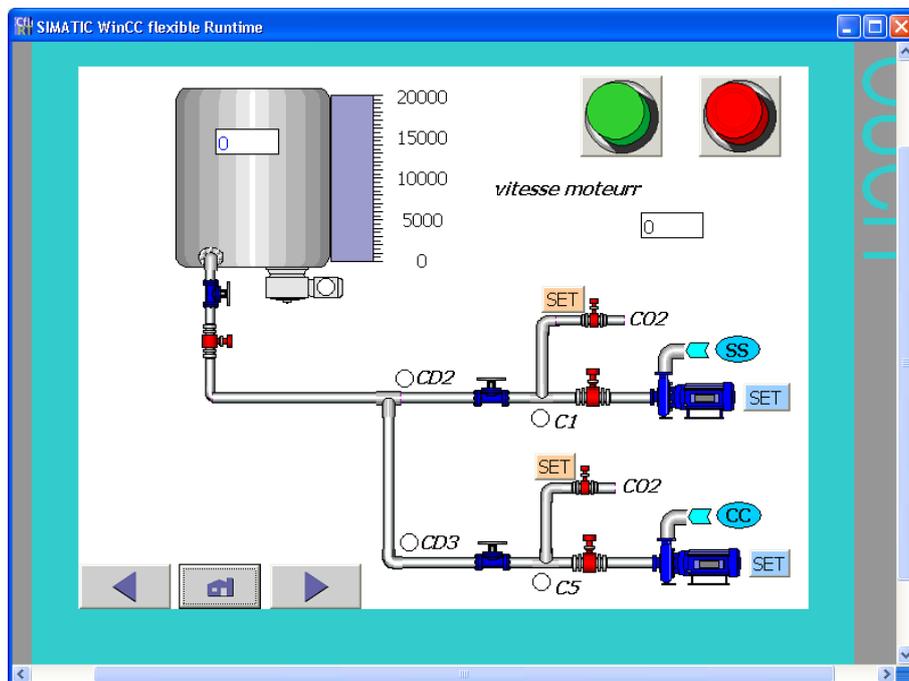


Figure IV.5 : Ecran de commande de la Cuve (1).

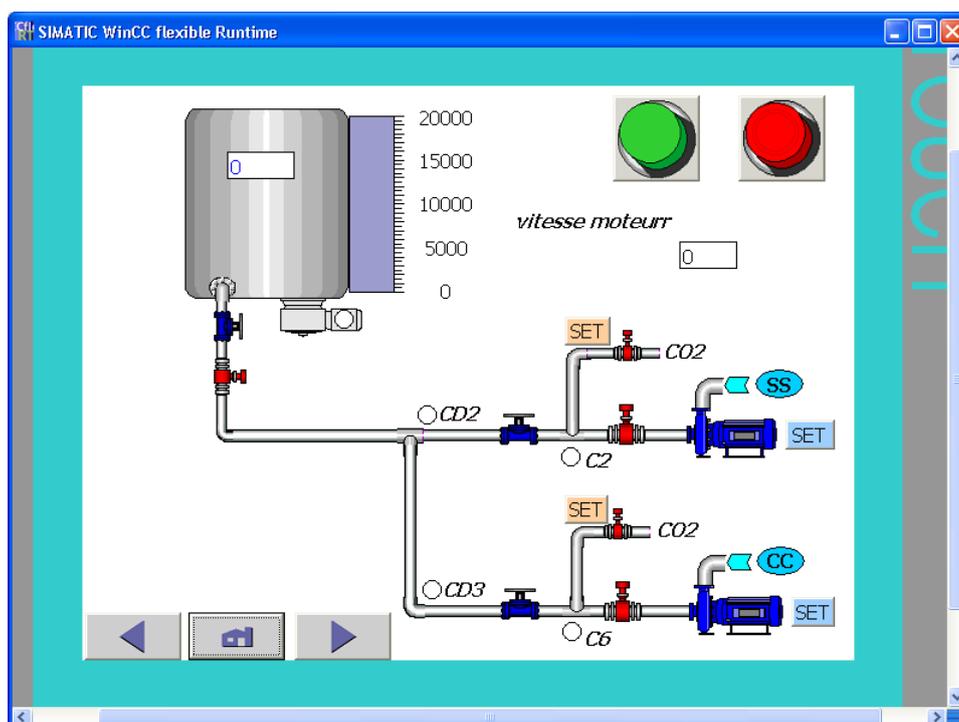


Figure IV.6: Ecran de commande de la Cuve (2).

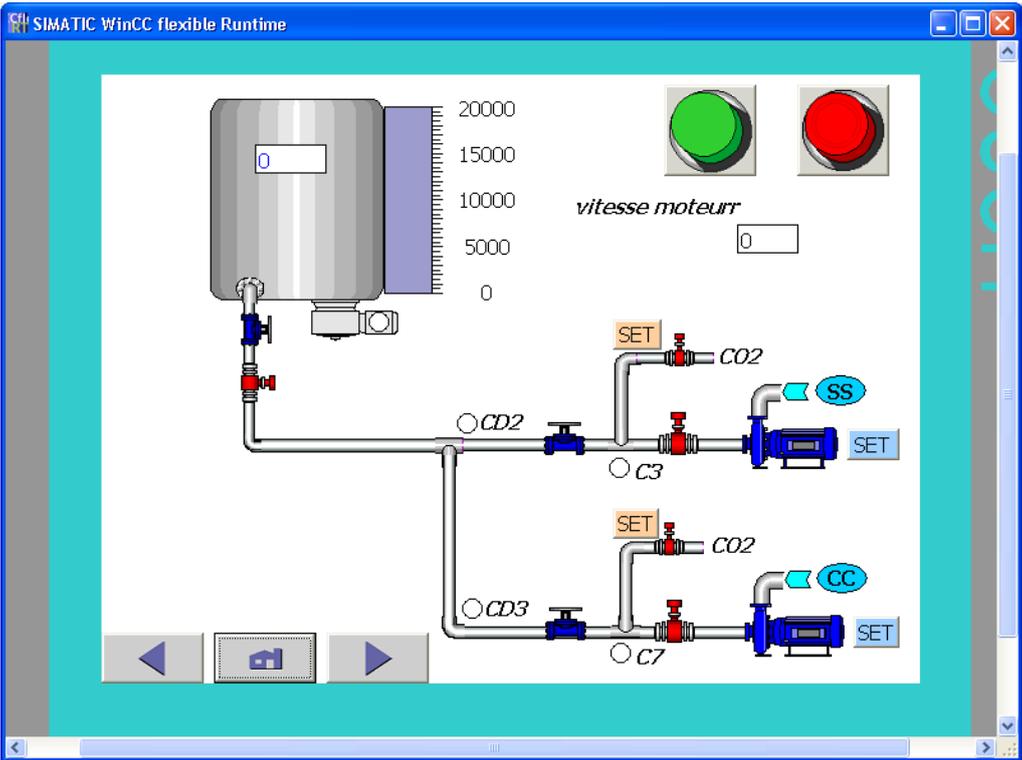


Figure IV.7 : Ecran de commande de la Cuve (3).

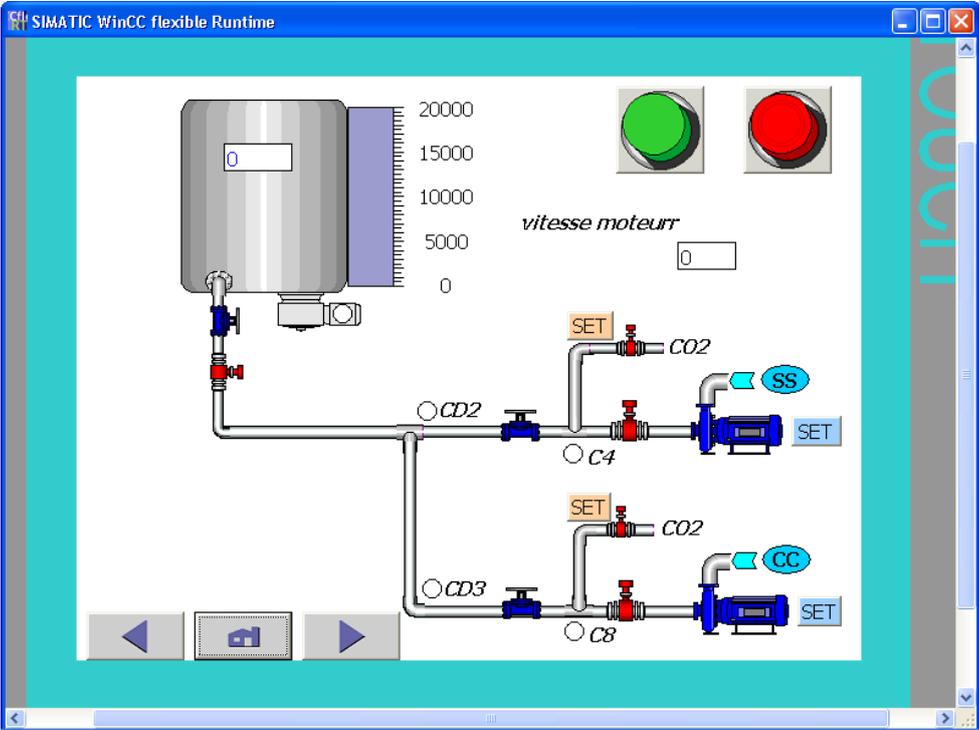


Figure IV.8 : Ecran de commande de la Cuve (4).

5.2.2. Ecran de commande de la cuve tampon

Comme les écrans précédents, celui de la cuve tampon nous informe sur l'état de cette dernière, la cuve sélectionnée pour y transférer le sirop simple et éventuellement là où introduire la quantité à transférer.

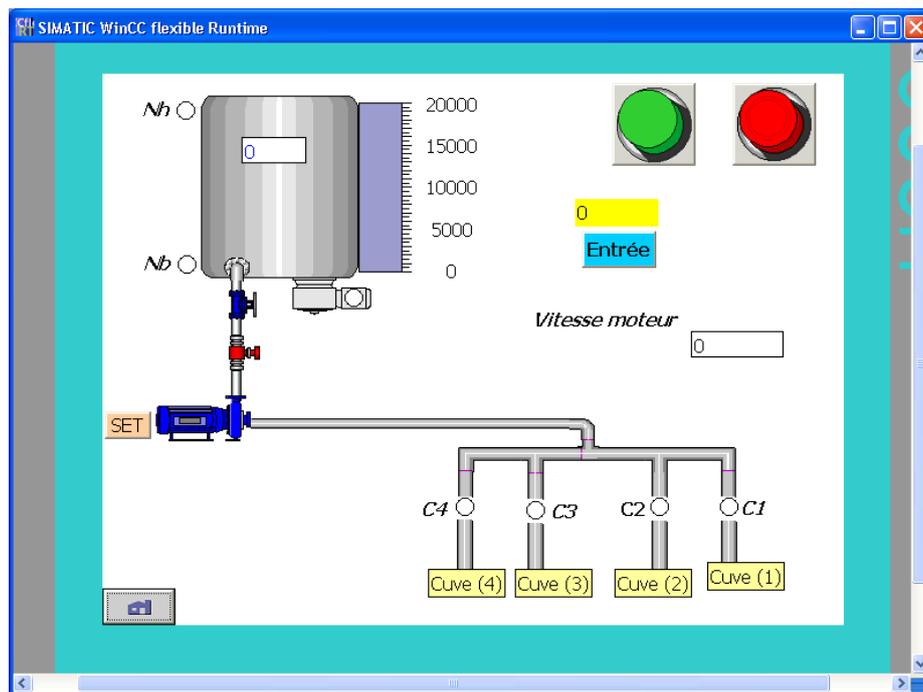


Figure IV.9 : Ecran de commande de la cuve tampon.

6. Conclusion

Ce chapitre a été consacré à la supervision de la Siroperie, dans lequel on a élaboré les vues permettant le suivi de l'évolution du procédé en temps réel sous le logiciel Win CC flexible.

Conclusion Générale

L'élaboration d'un projet d'automatisation n'est pas une chose aisée, elle se fait en plusieurs étapes et demande un bon usage de méthodes adéquates. En outre l'acquisition des connaissances dans d'autres disciplines que l'automatisation est nécessaire pour faire une étude et affronter un tel problème.

Il est à confirmer que la solution proposée répond aux besoins et exigences exprimés par l'usine Fruital Coca Cola.

Nous avons entamé notre travail par une étude structurelle et fonctionnelle de l'installation pour l'acquisition de données du problème. Ce qui servira à la modélisation du procédé pour une gestion optimale de ces cuves.

Ensuite vient l'élaboration d'un nouveau système de commande où nous avons développé un programme STEP7 qui sera chargé dans l'automate programmable en vue de commander l'installation et la commande des variateurs de fréquence par PROFIBUS.

A la fin nous avons terminé notre projet par l'introduction d'un système de supervision pour garantir l'interface Homme/Machine et assurer le contrôle et la surveillance de l'installation.

Ce projet a été une occasion d'appliquer nos connaissances acquises durant notre formation. Cette expérience nous a permis d'acquérir des connaissances dans le domaine de la pratique et de tirer profit de l'expérience des personnes du domaine. D'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour l'élaboration des projets d'automatisation.

En fin, tout travail n'est pas forcément sensé être réalisé mais plutôt être utile. Pour cela nous espérons que notre projet sera d'un grand apport pour les promotions avenir.

Annexes A

A.1 Les chaînes de production

A.1.1 Les différentes lignes de production

L'unité de production de boissons gazeuses de FRUITAL est constituée actuellement de six lignes de production, trois pour la production des bouteilles en verre, deux pour les bouteilles en PET et une ligne pour la production de cannettes.

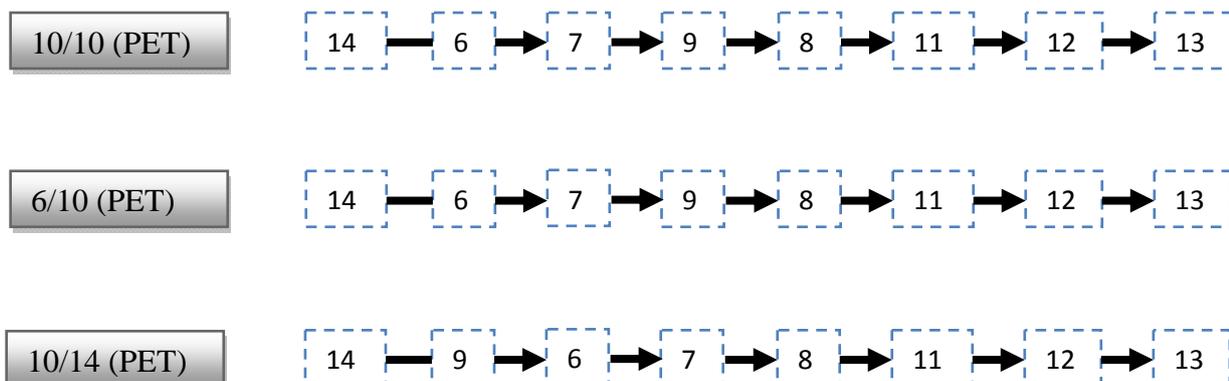
Le tableau suivant indique la capacité de production moyenne par heure pour chaque ligne:

Ligne	Volumes	Production (L /heure)
10/10 (PET)	0.5L ; 1L ; 1.5L ; 2L	6500
6 /10 (PET)	1L	1500
10/14 (PET)	0.5L ; 1L ; 1.5L ; 2L	7500
100CL (verre)	1L	5000
30CL (verre)	0.30L	2000
Cannette	0.33L	1300

Tableau A.1 : Production moyenne des lignes de production.

En termes d'équipements, chaque ligne est constituée de plusieurs machines assurant des tâches précises afin d'avoir un produit fini complètement emballé et prêt à être vendu.

Le schéma suivant représente l'enchaînement et la disposition de ces machines l'une par rapport à autre dans l'unité de conditionnement:



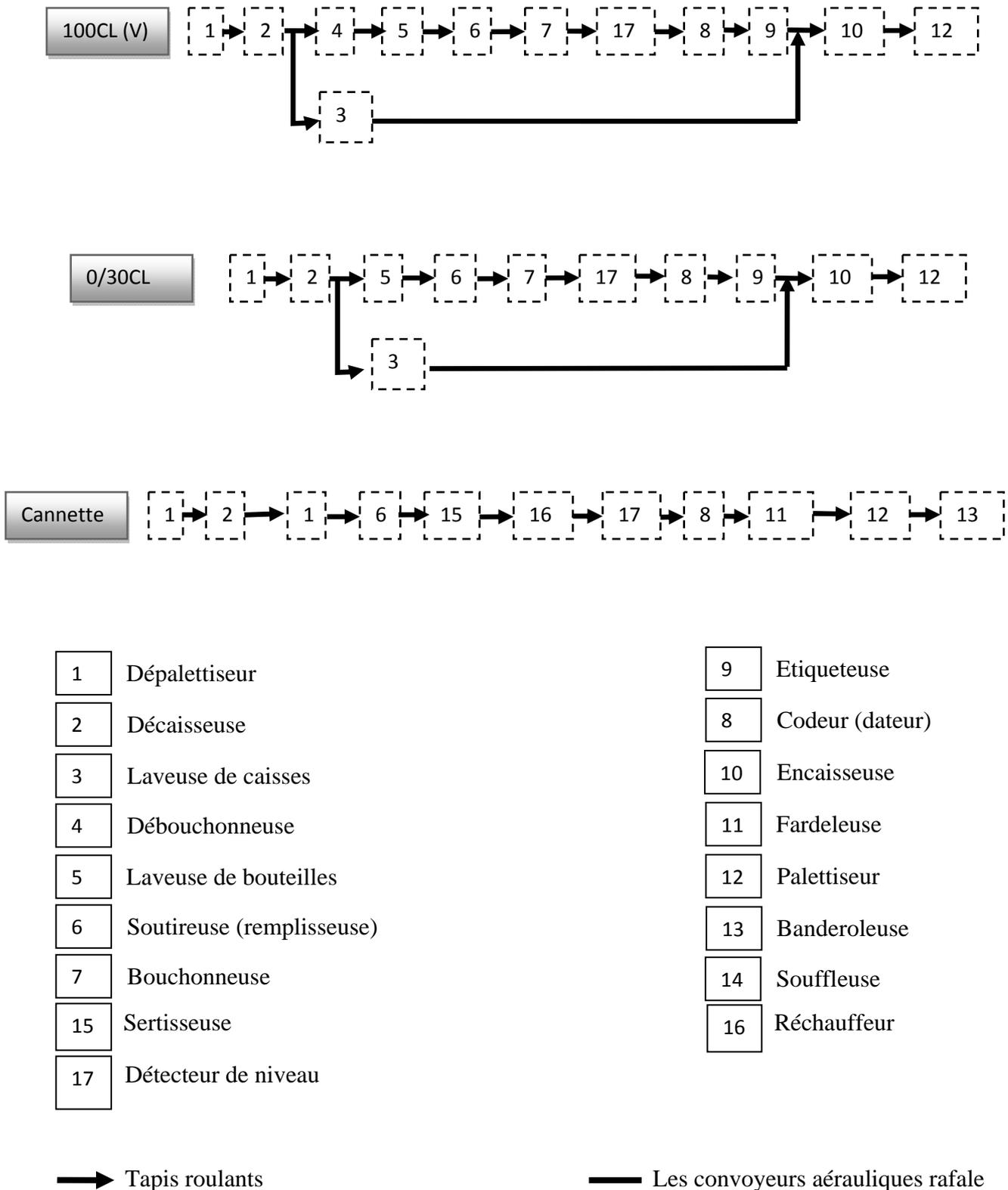


Figure A.1 : Différentes lignes de production

A.2 Description des différentes machines utilisées dans la production

A.2.1 Souffleuses

Les souffleuses sont des machines destinées à la fabrication des bouteilles à partir des préformes qui ont une structure de tube. Pour atteindre ce but la souffleuse suit les étapes suivantes :

- Préchauffage des préformes.
- Etirage axial mécanique.
- Etirage radial par soufflage d'air comprimé à 40 bars à l'intérieur d'un moule.

A.2.2 Convoyeurs aérauliques rafale

Les convoyeurs aérauliques rafale sont des dispositifs destinés au transport de bouteilles en PET vide de la souffleuse jusqu'à la soutireuse (remplisseuse); le transport est assuré par un soufflage d'air produit par les colonnes de ventilation équipées par des filtres garantissant un air propre.

A.2.3 Soutireuses

Les remplisseuses sont des machines chargées de mettre en bouteilles le produit fini (la boisson).

A.2.4 Bouchonneuses

La bouchonneuse est encastrée dans la remplisseuse afin de boucher les bouteilles juste à la fin du remplissage.

A.2.5 Etiqueteuses

Les étiqueteuses sont destinées à coller des étiquettes enveloppantes les récipients cylindriques portant des informations sur le produit et le fabricant.

A.2.6 Codeurs

Ils servent à mentionner la date et l'heure de fabrication d'un produit utilisant l'impression à jet d'encre.

A.2.7 Fardeleuses

La fardeleuse est la machine qui reçoit les bouteilles et les enveloppe dans un film en silicone.

A.2.8 Tapis roulants

Les tapis roulants sont des moyens de transport des fardeaux et de bouteilles.

A.2.9 Palettiseurs

Ces machines sont conçues pour superposer sur une palette plusieurs étages de fardeaux.

A.2.9 Banderoleuses

Ces machines sont conçues pour envelopper la charge constituée de la palette et de plusieurs étages de fardeaux dans le but d'assurer la bonne tenue des bouteille pour tout déplacement. La banderoleuses entoure la charge par un film en silicone.

A.2.9 Laveuses de caisses

La laveuse de caisse sert à laver et sécher les caisses.

A.2.10 Laveuses de bouteilles

Les bouteilles en verre subissent un pré-trempage dans un bain fortement agité d'eau chaude à 75°C ; les étiquettes y sont décollées.

Un second bain d'eau sodée à 80°C avec injection à l'intérieur des bouteilles les désinfecte et élimine tout corps étranger, dépôt et impuretés. Puis on effectue deux rinçages à l'eau claire et un égouttage.

A.2.11 Encaisseuses

C'est une machine servant à remplir les caisses avec des bouteilles pleines.

A.2.12 Décaisseuses

C'est une machine séparant les bouteilles vides des caisses.

Bibliographie

[1] RENE DAVID, HASSANE ALLA, «Du GRAFCET aux réseaux de Pétri. » Deuxième édition revue et augmentée.

[2] J.C Bossy, D.Mérat, «AUTOMATISME APPLIQUE. » collection A.CAPLIEZ, CASTEILLA-PARIS-1985.

[3] L.A. Bryan, E.A. Bryan, «Programmable Controllers Theory and Implementation. » Second Edition, by Industrial Text Company 1988-1997.

[4] Nsabimana Cassien « Conception de la commande en cascade d'une installation de production d'air comprimé industriel à Coca Cola. » mémoire de fin d'étude promotion 2009.

[5] S.Akrou, N.Arab, «Automatisation et supervision d'une station de transport du sucre. », mémoire de fin d'étude promotion 2009.

[6] SILAKHAL Hassan, DJELOUAH Yacin, «Etude et conception d'un automatisme moderne pour une station d'épuration. » mémoire de fin d'étude promotion 2006.

[7] F.Messailib, K.Messai, N.Yadel, «Développement d'une solution décentralisé à base d'un automate programmable industriel S7 300 pour une station de déshydratation du gaz GPL située à Hassi-Messaoud. », mémoire de fin d'étude promotion 2007.

WWW.automation.siemens.com.

WWW.siemens.com.

Documentation technique SIEMENS AG 2006 sur les API S7-300.

Documentation technique du logiciel de programmation STEP7.

Documents technique du logiciel de supervision Win CC.