

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

Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou



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

**Mémoire de Fin d'Etude de
MASTER PROFESSIONNEL**
Spécialité : **Automatique et informatique
industrielle**

Présenté par
SOUTTOU Chafik
MOULAI Aomer

Mémoire dirigé par **Mme. ZAABOT Zohra**

Thème

**Automatisation et supervision d'un
mixeur de produit fini de la
boisson gazeuse de l'usine Fruital
Coca-Cola**

Mémoire soutenu publiquement le 06 juillet 2017 devant le jury composé de :

Mme : BOUDJEMAA Fadhila

M.A.A

Président

Mme : BEDOUHENE Saida

M.A.B

Examineur

Mme : ZAABOT Zohra

M.A.B

promotrice

Remerciements

Nous remercions, avant tout chose, dieu pour ces bien faits, pour sa miséricorde et pour nous avoir permis d'acquérir ce savoir et d'enrichir nos connaissances

Nous tenons par la presente a adresser nos remerciements les plus sincères a toute personnes ayant pris part de près ou de loin a notre formation, a tout ceux qui nous ont un jour donné un conseil, qui nous ont guides sur la voie du savoir et a tout ceux qui nous ont érudit. Particulièrement M^{me} Z^AB^OJ.Z et M^KH^LI^F.R respectivement en qualité de promoteur et d'encadreur, pour les conseils avises qu'ils ont su nous donner, le temps qu'ils nous ont accordé, leurs disponibilité sans faille et leur amour du travail bien fait.

Nous adressons également nos vif remerciement a tous les ingénieurs de la société SPA Fruitat Coca-Cola et spécialement a monsieur A^BD^EL^GH^ANG, A^MI^NE et J^UG^UR^TH^A pour leurs grande aides qu'ils nous ont apporté.

Nos remerciement vont aussi à tout le corps enseignant de S^UM^MO spécialement aux enseignants du département d'automatique pour leur apport de connaissance durant nos cinq années d'études

Nos vives reconnaissances vont également aux membres de jury d'avoir accepter d'examiner notre modeste travail

Dédicaces

Grâce à dieu nous avons pu accomplir ce modeste travail :

On se dédit,

*Aux êtres les plus chers au monde, nos parents pour
leur soutien et leur encouragement tout au long de notre
cursus scolaire,*

Nos mères les femmes les plus chères au monde

*Nos parents les hommes les plus chers au monde, la source
de patience*

On les remercie du fond de notre cœur

*A nos très chers frères et sœur pour leurs soutient et leurs
encouragements*

*Et a tous nos amis qui ont été la pour nous de prés ou de
loin*

THAFIK et AOMER

Sommaire

Introduction

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

Chapitre I : Présentation et description du système de mixage

I.1.Introduction.....	2
I.2.Historique.....	2
I.3. Description de l'unité fruital coca-cola (Rouiba).....	3
I.4. Organisation de fruital coca-cola.....	4
I.5. Description du système de mixage.....	5
I.5.1. Constituants du mixeur.....	5
I.5.2. Fonctionnement du mixeur.....	8
I.6. Equipements et instrumentations.....	10
I.6.1. Débitmètre (Endress+Hauser).....	10
I.6.2. capteur de niveau	11
I.6.3. Lames vibrantes	12
I.6.4. Capteur de pression	12
I.6.5. Clapet anti-retour	13
I.6.6. Sondes de température	13
I.6.7. Vanne	14
I.7. Problématique	15
I.8. Conclusion	15

Chapitre II : Modélisation du system par l'outil GRAFCET

II.1 Introduction.....	16
II.2 Le GRAFCET.....	16
II.2.1 Définition.....	16

II.2.2 Les concepts de base du GRAFCET.....	17
II.2.3 Les structures de base.....	18
II.2.3.1 Notion de Séquence.....	19
II.2.3.2. Saut d'étapes et reprise de séquence.....	20
II.2.3.3 Aiguillage entre deux ou plusieurs séquences (Divergence en OU).....	20
II.2.3.4 Parallélisme entre deux ou plusieurs séquences (ou séquences simultanées ou divergence - convergence en ET).....	21
II.2.4 Liaison entre GRAFCET.....	22
II.2.5 Mise en équation d'un GRAFCET.....	22
II.2.6 Niveau de GRAFCET.....	23
II.3 Cahier des charges.....	24
II.3.1 Manœuvre sur la cuve de désaération et remplissage du sirop.....	25
II.3.2 Manœuvre sur le dosage.....	25
II.3.3 Manœuvre sur le refroidissement.....	25
II.3.4 Manœuvre sur la saturation.....	26
II.4 Amélioration apportées sur le système actuel.....	26
II.4.1 Débitmètre.....	26
II.4.2 Sonde de niveau.....	27
II.4.3 vanne modulante.....	28
II.4.4 Utilisation du distributeur FESTO CPV10.....	28
II.5 Conclusion.....	29

Chapitre III : Développement de la solution programmable

III.1 Introduction.....	32
-------------------------	----

III.2. Définition d'un Système Automatisé.....	32
III.2.1 Automatisation.....	32
III.2.2 Systèmes automatisés industriel.....	33
III.3 les automates programmables industriels.....	33
III.3.1 Structure interne des API.....	35
III.3.2 Critère de choix d'un automate.....	37
III.3.3 Présentation de l'automate S7-300.....	37
III.3.4 Utilisation de PROFIBUS-DP.....	38
III.4. Programmation de l'automate S7-300.....	41
III.4.1. Structure générale d'un programme sur STEP 7.....	41
III.4.2. blocs de programmation.....	41
III.4.3. Table des Mnémoniques.....	42
III.4.4. Les langages de programmation du STEP 7.....	43
III.4.5. Création d'un projet STEP 7.....	43
III.4.6. Mise à l'échelle avec bloc FC105	48
III.4.7. La régulation continue	49
III.5. Conclusion	55

Chapitre IV: Supervision du système avec Win CC flexible

IV.1. Introduction.....	56
IV.2. Définition de la supervision.....	56
IV.3. les taches d'un système HMI.....	56
IV.4. Constitution d'un système de supervision.....	57

IV.5. Présentation du logiciel WinCC flexible 2008.....	57
IV.6. Les application du système WinCC flexible.....	58
IV.7. Création de notre projet sous WinCC flexible 2008.....	58
IV.8. Simulation avec WinCC flexible Runtime.....	62
IV.9. Conclusion.....	66
 Conclusion générale	 67

Liste des figures

Figure 1.1 : Organigramme de Fruitall Coca-Cola.

Figure 1.2 : Cuve de stockage.

Figure 1.3 : Echangeur de chaleur.

Figure 1.4 : Pompe centrifuge.

Figure 1.5 : doseurs.

Figure 1.6 : le processus de la production de la boisson.

Figure 1.7 : schéma synoptique de la station.

Figure 1.8 : appareil de mesure du débit massique.

Figure 1.9 : débitmètre électromagnétique.

Figure 1.10 : sonde de niveau.

Figure 1.11 : lame vibrante.

Figure 1.12: clapet anti-retour.

Figure 1.13 : sonde de température.

Figure 1.14 : vanne tout ou rien.

Figure 1.15 : vanne proportionnelle.

Figure 2.1 : Représentation des étapes.

Figure 2.2 : Représentation des actions.

Figure 2.3 : les transitions.

Figure 2.4 : les liaisons.

Figure 2.5 : les différentes séquences du GRAFCET.

Figure 2.6 : Saut d'étape et reprise de séquence.

Figure 2.7 : Divergence en **OU**.

Figure 2.8 : convergence en **ET**.

Figure 2.9 : liaison entre GRAFCET.

Figure 2.10 : mise en équation d'un GRAFCET

Figure 2.11 : schémas synoptique de la solution proposée.

Figure 2.12 : sonde de niveau capacitive.

Figure 2.13 : vanne modulante

Figure 3.1.Aspect d'un système automatisé de production

Figure 3.2. Composants de système automatisé de production.

Figure 3.3. Automate Programmable Industriel.

Figure 3.4.Automate Programmable Industriel SIEMENS.

Figure 3.5 : Structure interne d'un API.

Figure 3.6. Modules de l'API S7-300.

Figure 3.7 : Organigramme pour la création de projets sous STEP 7.

Figure 3.8 : fenêtre de création du projet

Figure 3.9 : Choix de la CPU315-2DP.

Figure 3.10 : sélection du bloc et langage de programmation.

Figure 3.11 : configuration matérielle de notre automate

Figure 3.12 : Configuration du débitmètre ENDRES+HAUSER

Figure 3.13 : configuration du distributeur FESTOCPV10.

Figure 3.14 : une partie de la table des mnémoniques.

Figure 3.15 : vue d'ensemble des blocs de notre programme.

Figure 3.16 : Exemple d'une mise a l'échelle d'un capteur.

Figure 3.17 : relever les valeurs t1 et t2.

Figure 3.18 : schéma fonctionnelle du CONT_C.

Figure 3.19 : paramétrage d'un bloc FB41

Figure 3.20 : simulation du bloc FB41

Figure 4.1 : création d'un nouveau projet.

Figure 4.2 : choix du pupitre.

Figure 4.3 : espace de travail.

Figure 4.4 : Communication avec l'automate via PROFIBUS.

Figure 4.5 : édition des variables.

Figure 4.6 : édition des alarmes TOR.

Figure 4.7 : fenêtre d'accueil.

Figure 4.8 : vue général du processus.

Figure 4.9 : vue de désaération.

Figure 4.10 : vue de la cuve de sirop.

Figure 4.11 : vue de dosage.

Figure 4.12 : vue de refroidisseur.

Figure 4.13 : vue de saturation.

Figure 4.14 : vue des alarmes TOR.

Introduction générale

L'univers industriel est en pleine évolution, les entreprises de différents domaines sont de plus en plus en concurrence pour assurer leurs place dans le marché. Pour cela il faut faire face à plusieurs contraintes telles que le taux de production, le coût, la sécurité de personnels...etc. mais aussi à l'exigence temporelle. Il se trouve que ces propriétés ne peuvent pas être satisfaites en même temps. Pour cela des chercheurs sont penchés vers l'élaboration des nouvelles technologies basées sur des modules intelligents, dans le but de trouver un arrangement.

Les méthodologies traditionnelles de conceptions des systèmes (logique câblé) montrent leurs limites face à ces exigences, à cause de la complexité de son fonctionnement, ce qui présente des inconvénients que ce soit sur la commande ou le suivi de nos systèmes Dont l'automatisation devient une nécessité.

Les entreprises algériennes comme toutes les entreprises internationales dans ces dernières années ont opté la solution automatisée pour moderniser leurs systèmes et répondre aux exigences du marché intérieur et extérieur en implantant des automates programmables (API) qui ont pour mission la commande, la gestion et la supervision du système.

L'unité de production de boissons gazeuses de FRUITAL (coca-cola) s'est engagée pour améliorer la qualité et la quantité du produit fini, basé sur le mixage de plusieurs élément (sirop fini, eau désaéré, CO₂). Nous avons effectué notre stages dans le département électricité et automatisme de cette unité, et notre travail consiste à proposer une solution automatisée pour commander et superviser ce système, ceci en implantant un automate programmable S7-300 a la place de la logique câblé qui assure actuellement le fonctionnement de l'installation, ainsi on a suggéré quelques modifications dans l'instrumentation.

Pour l'organisation de ce manuscrit, nous avons réparti notre travail en quatre chapitres, le premier chapitre est consacré à la présentation de l'entreprise et la description du notre système (mixeur), suivi de deuxième chapitre qui présente la conception et la modélisation du nouveau système à l'aide de l'outil GRAFCET. L'automatisation du mixeur et la programmation du procédé avec le logiciel STEP 7 de SIMATIC sont l'objet du troisième chapitre, dans le dernier chapitre on a présenté la supervision du système avec le logiciel WinCC Flexible, et enfin on a terminé avec une conclusion générale.

I.1. Introduction

La production de la boisson gazeuse (coca-cola) se fait à base d'un mélange des produits (sirop fini+eau+co2) et cela à l'aide d'un mixeur que nous allons décrire dans ce chapitre ainsi présenter ses différents instruments.

I.2. Historique

C'est en cherchant un remède contre la fatigue que le Dr John S. Pemberton, pharmacien à Atlanta (état de Géorgie, USA), a conçu le 8 Mai 1886 une potion médicale au goût agréable que son comptable, Franck M. Robinson, baptisa "Coca-Cola" et en créa le premier graphisme.

La boisson, à base de sirop et d'eau glacée, fut commercialisée par "soda-fountain" de la Jacob's Pharmacy à 5 cents le verre, c'est alors que l'un des serveurs eut l'idée de mélanger le sirop avec de l'eau gazeuse: le Coca-Cola naquit. Ensuite, Le sirop fût retravaillé par Asa G. Candler, un entrepreneur qui racheta les droits de la formule à 2300 dollars en 1890, pour aboutir à la composition finale qui est encore utilisée de nos jours. Le nom et l'écriture de la marque «Coca-Cola» furent déposés auprès du bureau américain des Dépôts de Marques et des brevets le 31 Janvier 1893.

- **coca-cola en Algérie**

La Compagnie Coca-Cola est aujourd'hui l'une plus grande compagnie de production des boissons gazeuses au monde. Elle produit et commercialise 4 des 5 marques de soft drink les plus vendues au monde : Coca-Cola, Schweppes, Fanta et Sprite.

La multinationale est présente dans plus de 200 pays notamment en Afrique du nord. Ainsi en Algérie elle est produite par trois usines :

- Usine Fruitall coca-cola d'Alger (c'est la plus grande en Algérie).
- Usine de Skikda du groupe Castel.
- Usine d'Oran du groupe Castel.

I.3. Description de l'unité Fruital coca-cola (Rouïba)

L'usine Fruital coca-cola est située sur la route nationale n°5, dans la zone industriel Rouïba, dont production a commencé le 9 septembre 1993. Elle a acheté le produit (le concentré) chez Coca Cola international (dont la formule est gardée secrète à nos jours). Cette entreprise algérienne, en effet, respecte les normes de qualité qui conservent le contenu et le contenant. De plus, elles sont supervisées en permanence par des contrôleurs au sein de l'entreprise Fruital à Alger et suivi au niveau de Coca-Cola export. [1]

Les produits de Fruital sont : Coca-Cola, Coca-Cola zéro, Coca-Cola light, Fanta, Sprite, Schweppes, et d'autres boissons énergétiques comme Burn. Le remplissage se fait dans des emballages ; Bouteilles en plastiques PET (0,5L, 1L, 2L), verres (0,3L et 1L), et canettes (0,33L et 0,25L). L'usine contient sept chaines de production, le tableau ci-dessous résume le volume de production de chaque ligne :

Tableau 1.1 : Production Moyenne des Chaines.

Lignes	Volume	Production (b/h)
PET (10four /10moule)	0.5L ; 1L ; 1.5L ; 2L ; 0.25L	12.000
PET (10four/14moule)	1L ; 2L	18.000 ; 26.000
PET (14four/20moule)	1L ; 2L	28.000 ; 26.000
PET (18four/20moule)	1L ; 2L	40.000
Verre 30 Cl	0.3L	32.000
Verre 100 Cl	1L	24.000
Canette	25Cl ; 33Cl	72.000

I.4. Organisation de Fruital Coca-Cola :

Elle est organisée selon l'organigramme suivant :

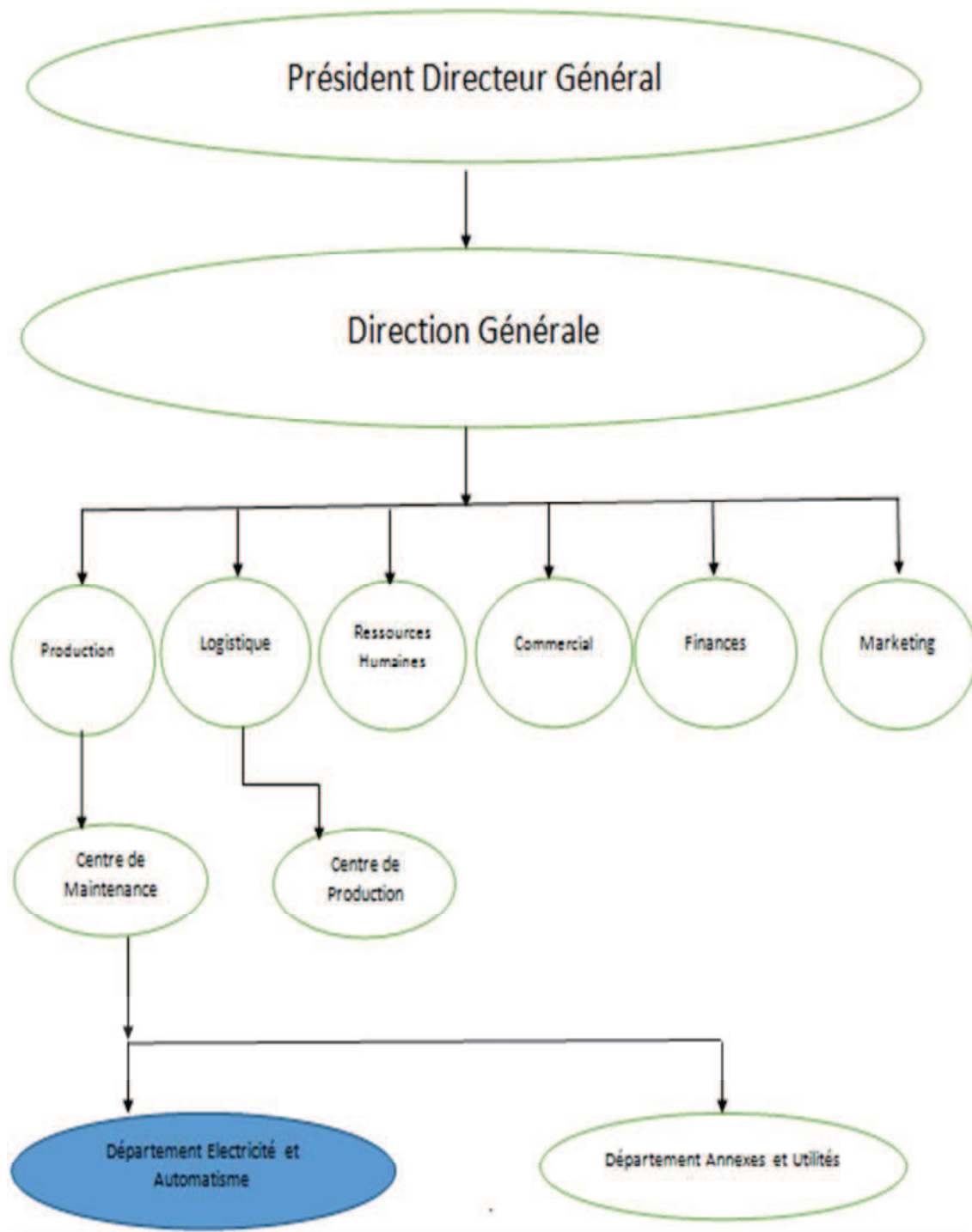


Figure 1.1 : Organigramme de Fruital Coca-Cola.

- Notre stage s'est effectué dans le département Electricité et Automatismes.

I.5. Description du système de mixage

Le mixeur a pour but de produire le mélange fini prêt pour le remplissage et la préparation du produit fini se fait généralement en cinq étapes :

- Désaération de l'eau traitée.
- Refroidissement par un échangeur.
- Le mélange du sirop avec l'eau désaéré.
- L'ajout du CO_2 (carbonations).
- Stockage du produit fini.

I.5.1. Constituants du mixeur

Le mixeur est constitué essentiellement de :

I.5.1.1. Cuves de stockage

Les cuves de stockage sont des citernes de divers capacité fabriquées en acier inoxydable, ils peuvent être soit thermo-isolés ou encore réfrigérants. Ils permettent de stocker momentanément les différents composants de production. Le mixeur dispose de deux grandes cuves, l'une pour faire la désaération et l'autre pour stocker le produit fini, et deux petites cuves pour contenir l'eau désaérée et le sirop fini afin de les mélanger par la suite.



Figure. 1.2 : Cuve de stockage.

I.5.1.2. Echangeur de chaleur

C'est un dispositif thermique qui permet de transférer l'énergie thermique d'un fluide vers un autre, sans les mélanger, à travers une paroi solide. La plupart du temps, cette méthode est utilisée pour refroidir ou réchauffer un liquide ou un gaz qui est difficile à réaliser directement. Il existe plusieurs types d'échangeur dont le principe de fonctionnement diffère l'un à l'autre. [2]

L'installation étudiée est équipée d'un échangeur à plaques. Ce dernier sert à refroidir l'eau désaérée jusqu'à atteindre une température entre 10 à 16°C.

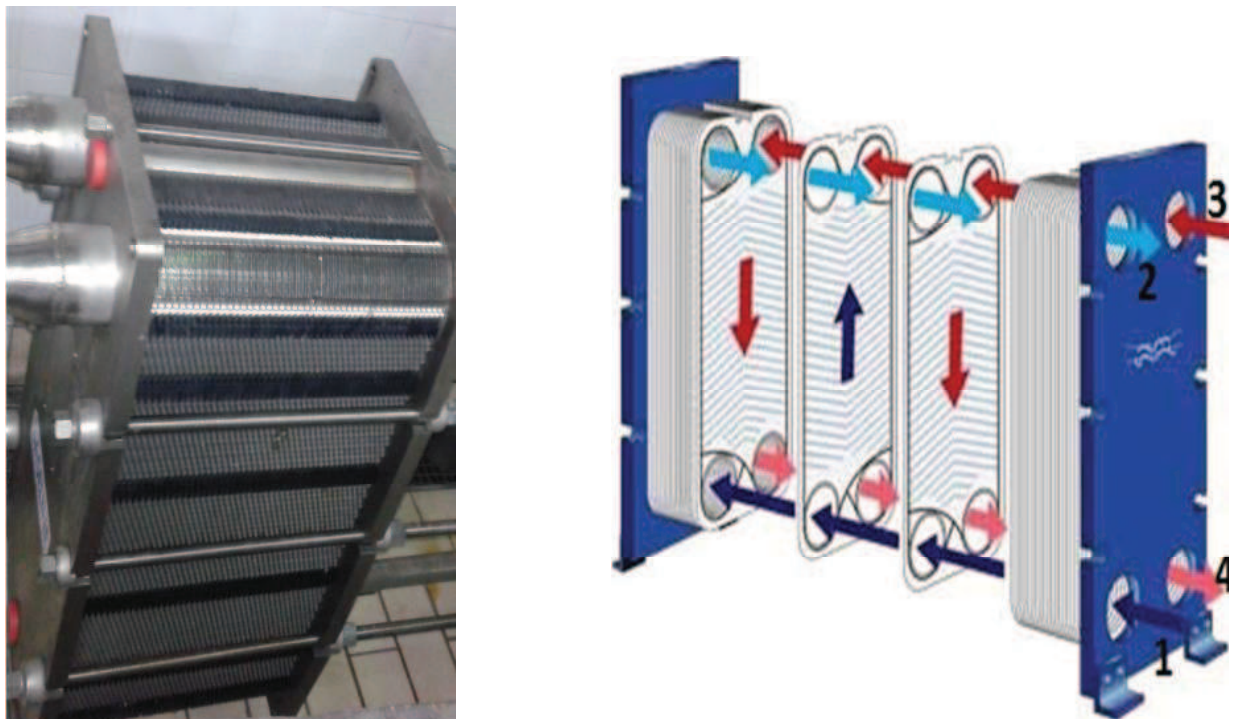


Figure 1.3 : Echangeur de chaleur.

- 1 : Entrée de l'eau désaérée.
- 2 : Sortie de l'eau désaérée.
- 3 : Entrée de liquide glacé.
- 4 : Sortie du liquide glacé.

I.5.1.3. Pompe centrifuge :

Une pompe centrifuge est une machine rotative permettant d'aspirer et de refouler un fluide via l'effet de la rotation d'une hélice par un moteur asynchrone. Ce type de pompe permet le déplacement des liquides à faible viscosité [3].

Elle assure l'envoi d'eau et du sirop dans les différentes cuves du mixeur. Les parois de contacts sont en inox. Les pompes sont équipées de démarreurs progressifs pour des conditions de sécurité.

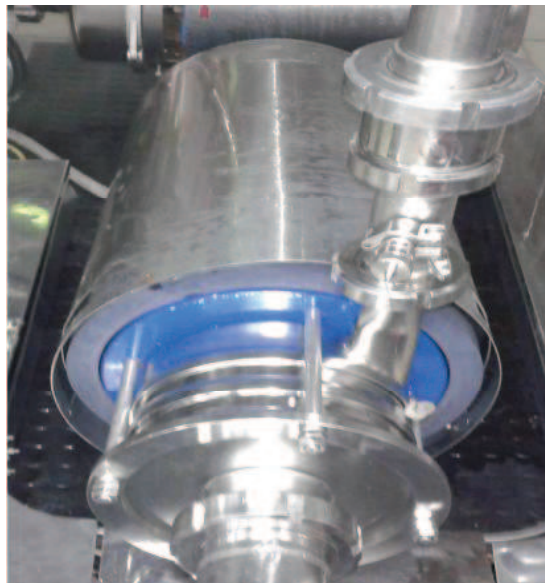


Figure 1.4 : Pompe centrifuge.

I.5.1.4. doseurs

Ce sont des petites cuves contenant du sirop et de l'eau désaéré en quantités bien définies afin d'assurer le bon mélange.



Figure 1.5 : doseurs.

I.5.2. Fonctionnement du mixeur

Le fonctionnement du mixeur est résumé selon le schéma suivant :

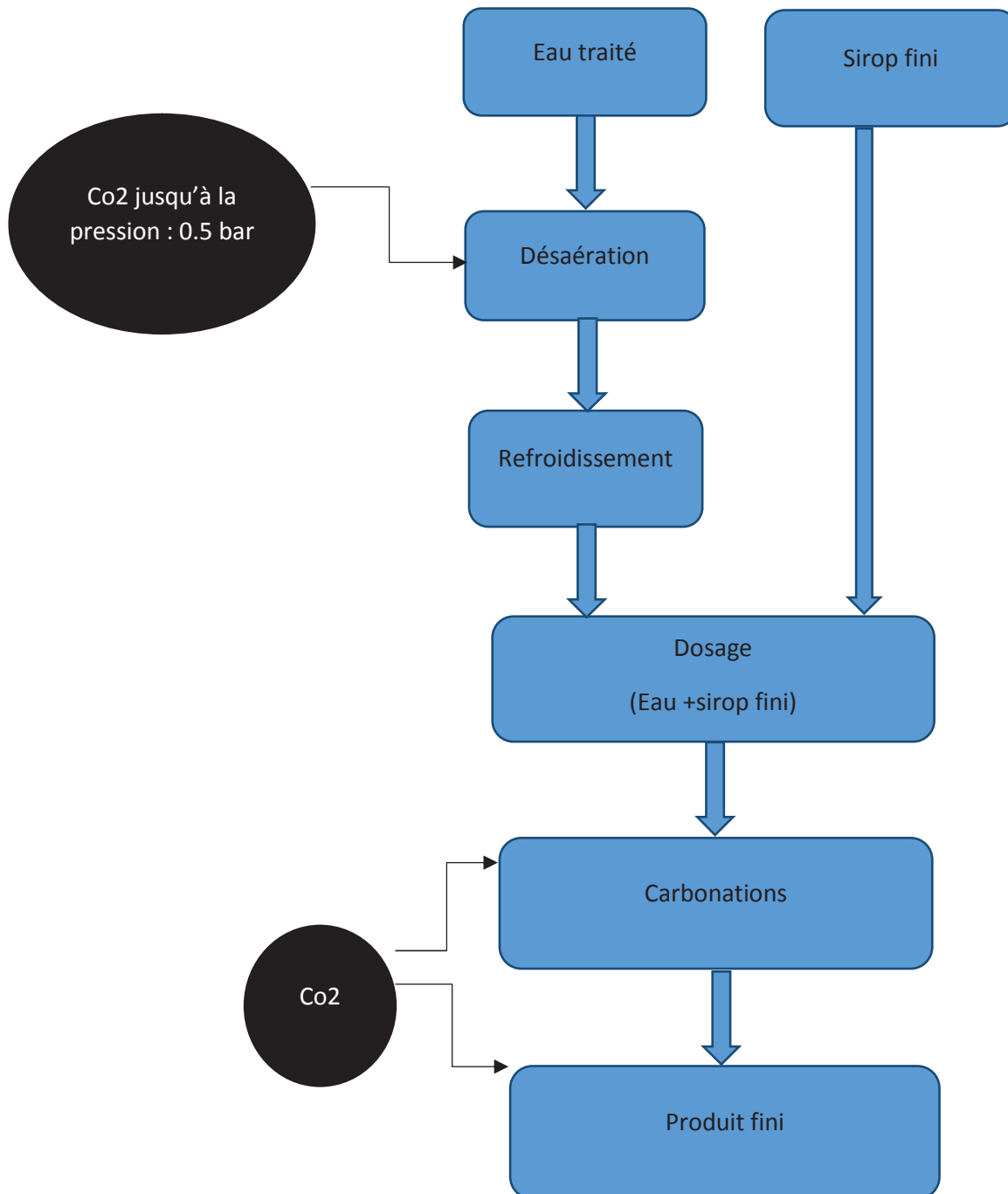


Figure 1.6 : le processus de la production de la boisson

Le produit fini prêt à être remplis est obtenu de la manière suivant; d'abord, l'eau venue de la station de traitement des eaux doit être désaérée dans une cuve appelée cuve de désaération, par injection de Co_2 pour éliminer les bulles d'air. Un pressostat doit assurer que la pression se stabilise à zéro bar. En suite, l'eau désaérée passe par un échangeur de chaleur pour diminuer sa température. L'eau désaérée est refroidit et mélangé avec le sirop fini venant de la siroperie à l'aide des pompes et des doseurs cités précédemment, cela doit être fait dans des proportions extrêmement précis. Cette tâche est assurée par le système de proportionnalité de la boisson pour déterminer avec la plus grande exactitude le brix (le taux de sucre dans la boisson). Après dosage et l'ajout de co_2 (gaz carbonique), on obtient le gout caractéristique de soda en respectant des normes (selon la boisson désiré) assuré par un débitmètre massique. En fin l'extraction du produit fini vers une cuve de stockage prêt pour le remplissage.

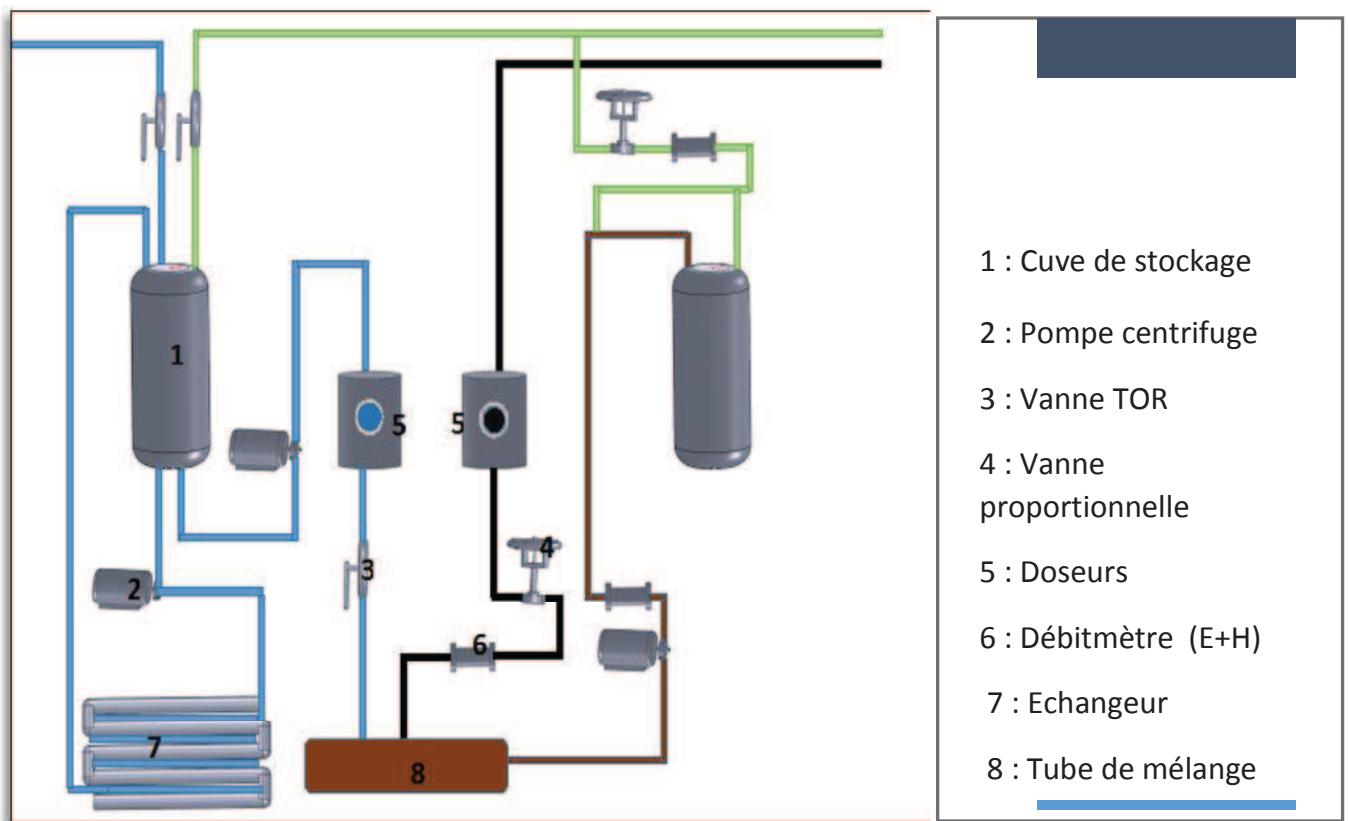


Figure 1.7 : schéma synoptique de la station

I.6. Equipement et instrumentation

Les différents instruments du système sont :

I.6.1. Débitmètre (Endress+Hauser). [4]

Le débitmètre est un appareil permettant de mesure le débit des fluides en émettant un signal de 4-20 mA. On distingue deux types de débitmètre :

- **Débitmètre massique (à effet Coriolis) :**

Si une masse en mouvement est mise en vibration perpendiculaire au sens d'écoulement, cela génère des forces de Coriolis (en fonction du débit massique). Dans le cas d'un débitmètre massique, ce sont les tubes de mesure qui sont en vibration. Quand un produit (= masse) traverse ces tubes de mesure, la géométrie des vibrations de tube est modifiée et mesurée à l'aide de capteurs à l'entrée et à la sortie comme différence de phase, et ainsi exploitée par le système de mesure qui en déduit le débit massique. [4]

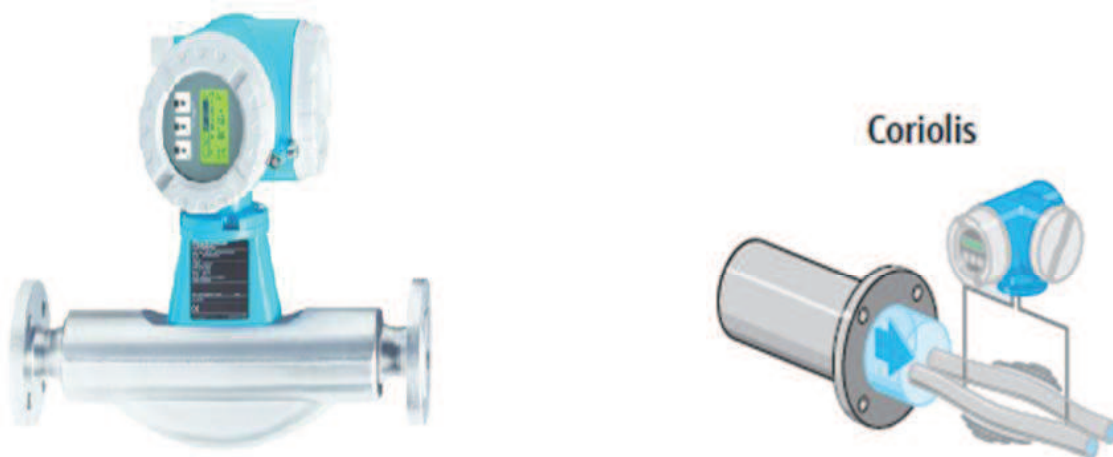


Figure 1.8 : appareil de mesure du débit massique.

- **Débitmètre volumique :**

D'après le principe d'induction, selon Faraday, une tension est induite dans un conducteur qui se déplace dans un champ magnétique. Dans le cas du principe électromagnétique, c'est le fluide en mouvement qui représente le conducteur. Le champ magnétique, avec une puissance constante, est généré par deux bobines magnétiques agencées des deux côtés du tube de mesure. Deux électrodes, perpendiculairement montées sur la paroi interne de la conduite,

mesurent la tension produit lors du passage du fluide. La tension induite est donc proportionnelle à la vitesse d'écoulement et de ce fait au débit volumique. [4]



Figure 1.9 : débitmètre électromagnétique.

I.6.2. capteur de niveau

- **Sondes de niveau :**

C'est l'un des outils de mesure de niveau les plus utilisés, il s'agit d'une détection de niveau simple pour les liquides conducteurs en émettant un signal continu de 4 à 20 mA. Il offre un grand nombre de possibilités grâce à la détection multipoints.



Figure 1.10 : sonde de niveau

I.6.3. Lames vibrantes :

C'est un appareil de mesure de niveau qui permet la détection du niveau minimal ou maximal dans des cuves ou des conduites notamment utilisés dans des industries alimentaires et chimiques. La fourche du capteur oscille en résonance propre. Lorsque la fourche vibrante est immergée dans un liquide, sa résonance propre diminue en raison du changement de densité du milieu environnant. Cette modification de fréquence provoque la commutation du détecteur qui émet un signal continue pour en déduire le niveau. [2]



Figure 1.11 : lame vibrante

I.6.4. Capteur de pression :

Le pressostat est un outil destiné à indiquer la pression dans la cuve de désaération. Il fonctionne de façon à évacuer l'air supplémentaire de la cuve en état de surpression, et ainsi rétablir la pression à une consigne prédéfinie (0 bar). Il converti les variations de pression en un signal de tension électrique TOR.

❖ Fonctionnement du pressostat

La pression appliquée à la membrane sensible produit une force qui s'exerce sur une tige retenue par un ressort. La tige se déplace pour actionner les commutateurs. Lorsque la pression diminue de nouveau, elle revient à position initiale et le pressostat repasse à son état normal. Les pressostats sont destinés à contrôler ou à détecter des pressions dans un circuit pneumatique ou hydraulique. [5]

I.6.5. Clapet anti-retour

Le clapet anti-retour s'insère dans une canalisation. Il bloque totalement l'écoulement de l'eau dans un sens. Dans l'autre sens, l'eau pousse le clapet et peut s'écouler librement.



Figure 1.12: clapet anti-retour

I.6.6. Sondes de température

La sonde Pt 100 est un capteur de température largement répandu dans le domaine industriel (agroalimentaire, chimie, raffinerie...etc). La sonde à résistance de platine est constituée d'un filament de platine(Pt), qui entoure une tige de verre ou de céramique, dont sa résistance varie en fonction de la température. Cette sonde est reliée à un transmetteur qui transforme la résistivité en intensité du courant (signal normalisé 4-20mA).



Figure 1.13 : sonde de température

I.6.7. Vanne

La vanne est un dispositif qui sert à arrêter ou modifier le débit d'un fluide, en milieu libre (canal) ou en milieu (canalisation). Munie d'un organe de contrôle manuel ou motorisé, il permet de modifier l'ouverture de l'orifice de passage du fluide et donc sa pression et son débit.

○ Vanne TOR :

Les vannes utilisées dans la station de mixage sont de type à clapet. Le corps de la vanne comporte un siège à l'extrémité de la tige destiné au clapet. Ce dernier est actionné par une manivelle ou un servomoteur pneumatique. Elle est également en version inverse. Cette vanne comporte trois orifices; lorsque le clapet est abaissé le liquide coule de l'entrée 2 à la sortie 1, lorsqu'il est soulevé jusqu'au siège supérieur l'écoulement est dirigé vers la sortie 3.



Figure 1.14 : vanne tout ou rien

○ Vanne proportionnelle :

Dans une vanne proportionnelle ou bien vanne de régulation, le passage peut être modulé progressivement. Elle permet une régulation précise des pressions sur différents points du système.



Figure1.15 : vanne proportionnelle

I.7. Problématique

- Avec l'augmentation de la demande de l'entreprise de coca-cola, sa garantie devient un peu plus difficile avec le système de mixage en quatre cuves, car la satisfaction en quantité de produit fini provoque un temps de circulation très long.
- La logique câblée utilisée pour le démarrage des pompes n'est pas flexible et ne permet pas une modification aisée de système automatisée.
- Les vannes s'ouvrent et se ferment manuellement, ce qui nécessite toujours un opérateur sur le champ.

I.8. Conclusion

Dans ce chapitre, après avoir introduit l'historicité de Coca-Cola International et l'émergence de Fruital Coca-Cola d'Alger, nous avons défini le système de mixage et son mode de fonctionnement, ainsi nous avons présenté les instruments d'installation que comporte ce mixeur, enfin nous avons posé une problématique sur le fonctionnement du système étudié. Le chapitre suivant sera consacré essentiellement au développement et la modélisation de la solution par l'outil GRAFCET.

II.1 Introduction

La modélisation des systèmes est une étape très importante dans les processus des automatismes industriels. Elle consiste à traduire un cahier des charges, élaboré en fonction des relations existantes entre la partie commande et la partie opérative et des conditions d’utilisation et de fonctionnement en une forme simple permettant de passer facilement à la programmation de l’automatisme. Il existe plusieurs outils pour modéliser un automatisme, tel que le GRAFCET les réseaux de pétri (RDP).

Pour modéliser notre système on a choisis l’outil GRAFCET vu sa simplicité de traduire le cahier des charges en un modèle GRAFCET.

II.2 Le GRAFCET

II.2.1 Définition

L’acronyme GRAFCET signifie : **G**raphe **F**onctionnel de **C**ommande **E**tape **T**ransition. Le GRAFCET est un outil graphique de description du comportement attendu de la Partie Commande. Il décrit les relations à travers la frontière d’isolement de la Partie Commande et de la Partie Opérative d’un système automatisé. L’établissement d’un GRAFCET impose la définition préalable.

- Du système.
- De la frontière PO-PC, spécifiant la Partie Commande.
- Des Entrées et des Sorties de la Partie Commande.

La description du fonctionnement d’un automatisme logique peut alors être représentée graphiquement par un ensemble :

- ✓ D’étapes auxquelles sont associées des actions.
- ✓ Des transitions auxquelles sont associées des réceptives.
- ✓ Des liaisons(ou arcs)orientés. [7]

II.2.2 Les concepts de base du GRAFCET :

- **Etape :**

Une étape symbolise un état ou une partie de l'état du système automatisé. L'étape possède deux états possibles : **active** représentée par un jeton dans l'étape ou **inactive**. L'étape i , représentée par un carré repéré numériquement, possède ainsi une variable d'état, appelée variable d'étape X_i . Cette variable est une variable booléenne valant **1** si l'étape est active, **0** sinon.

La situation initiale d'un système automatisé est indiquée par une étape dite **étape initiale** et représentée par un carré double.

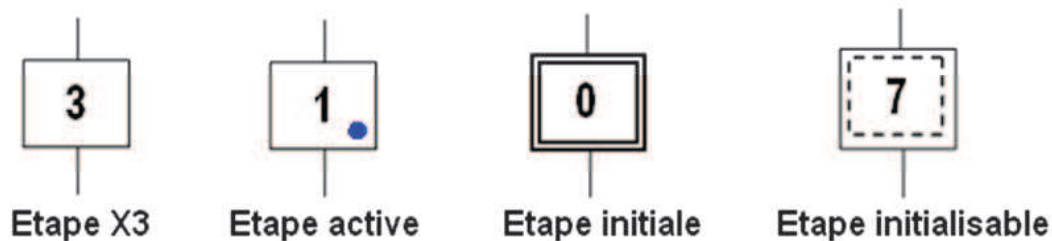


Figure 2.1 : Représentation des étapes.

 **Remarque :** Dans un GRAFCET on doit avoir au moins une étape initiale.

- **Actions associées aux étapes :**

A chaque étape est associée une action ou plusieurs, c'est à dire un ordre vers la partie opérative ou vers d'autres GRAFCET. Mais on peut rencontrer aussi une même action associée à plusieurs étapes ou une étape vide (*sans action*).

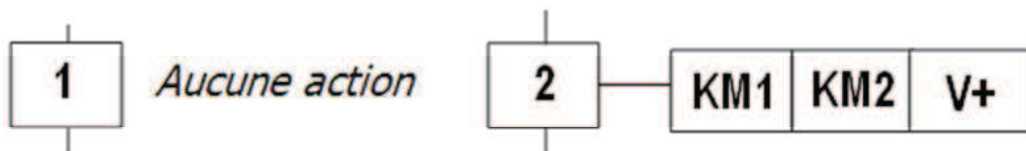


Figure 2.2 : Représentation des actions.

- **Transition :**

Une transition indique la possibilité d'évolution qui existe entre deux étapes et donc la succession de deux activités dans la partie opérative. Lors de son franchissement, elle va permettre l'évolution du système. A chaque transition est associée une condition logique appelée réceptivité qui exprime la condition nécessaire pour passer d'une étape à une autre.

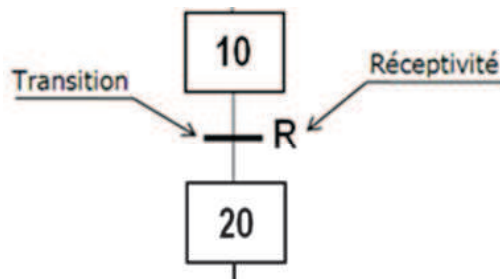


Figure 2.3 : les transitions.

La réceptivité est une information d'entrée qui est fournie par :

- l'opérateur : pupitre de commande.
- la partie opérative : états des capteurs.
- du temps, d'un comptage ou toute opération logique, arithmétique...
- du GRAFCET : d'autres GRAFCET pour la liaison entre GRAFCET ou de l'état courant des étapes du GRAFCET (les Xi).
- d'autres systèmes : dialoguent entre systèmes.

 **Remarque:** Si la réceptivité n'est pas précisée, alors cela signifie qu'elle est toujours vraie.

- **Liaisons orientées :**

Elles sont de simples traits verticaux qui relient les étapes aux transitions et les transitions aux étapes. Elles sont normalement orientées de haut vers le bas. Une flèche est nécessaire dans le cas contraire.

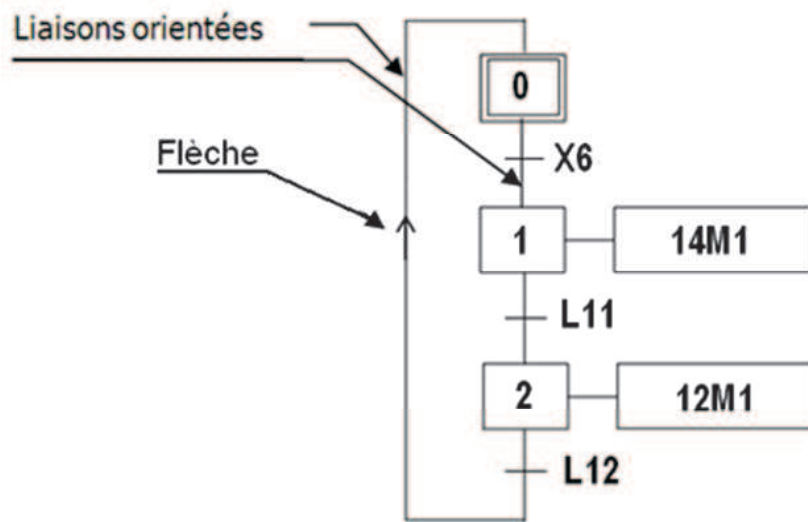


Figure 2.4 : les liaisons.

II.2.3 Les structures de base [8]

II.2.3.1. Notion de Séquence

Une séquence, dans un GRAFCET, est une suite d'étapes à exécuter l'une après l'autre. Autrement dit chaque étape ne possède qu'une seule transition AVANT et une seule transition APRÈS.

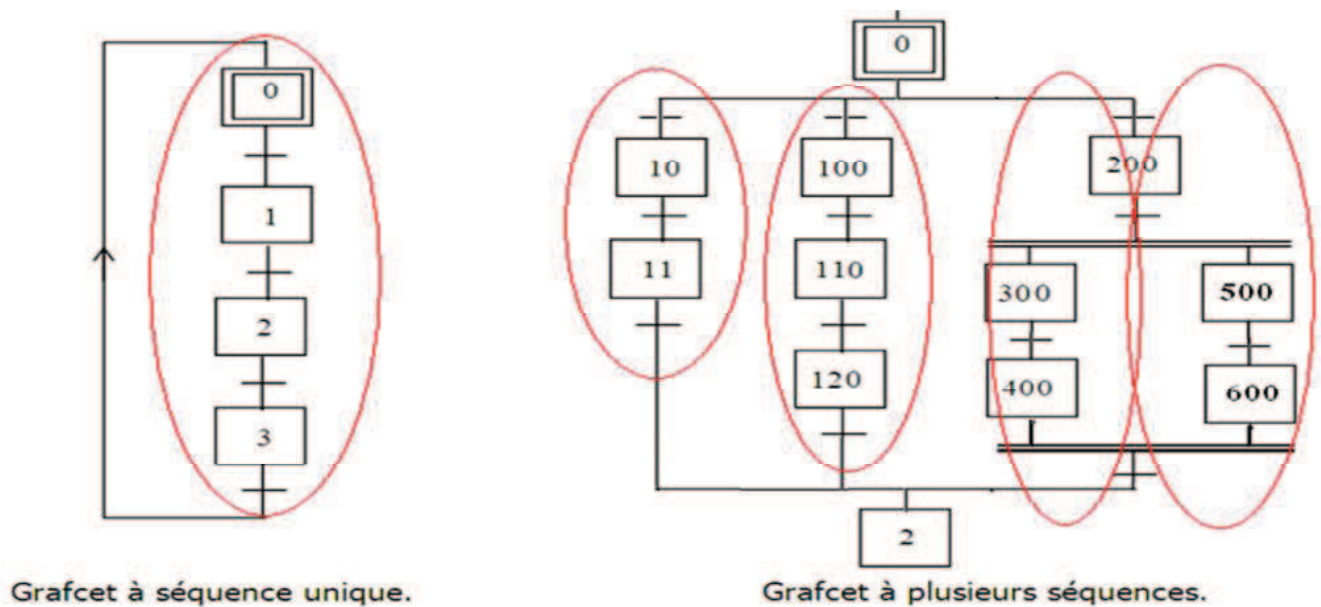


Figure 2.5 :les différentes séquences du GRAFCET.

II.2.3.2. Saut d'étapes et reprise de séquence

Le saut d'étapes permet de sauter une ou plusieurs étapes lorsque les actions associées sont inutiles à réaliser. La reprise de séquence (ou boucle) permet de reprendre, une ou plusieurs fois, une séquence tant qu'une condition n'est pas obtenue.

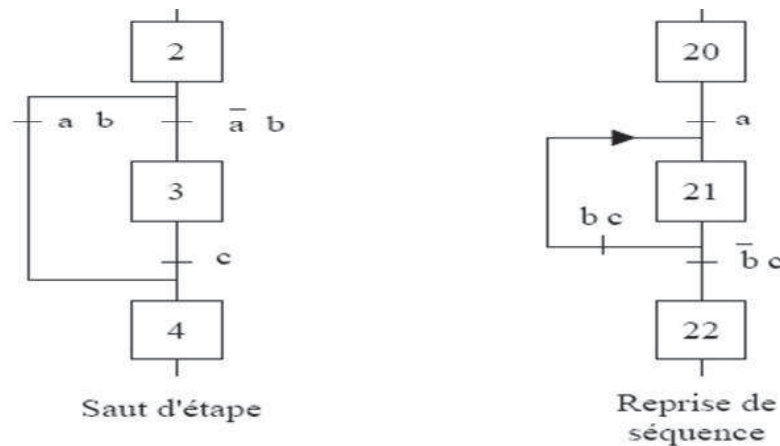


Figure 2.6 : Saut d'étape et reprise de séquence.

II.2.3.3 Aiguillage entre deux ou plusieurs séquences (Divergence en OU)

On dit qu'il y'a aiguillage ou divergence en **OU** lorsque le GRAFCET se décompose en deux ou plusieurs séquences selon un choix conditionnel. Comme la divergence en **OU** on rencontre aussi la convergence en **OU**. On dit qu'il y a convergence en **OU**, lorsque deux ou plusieurs séquences du GRAFCET convergent vers une seule séquence.

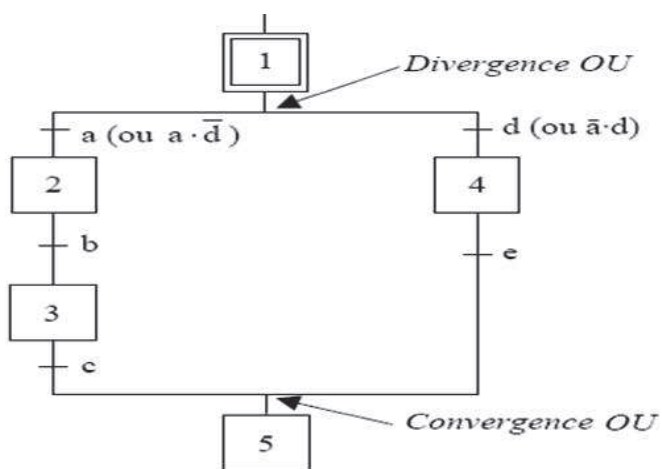


Figure 2.7 : Divergence en **OU**.

Si les deux conditions **a** et **d** sont à 1 simultanément, les étapes **2** et **4** vont devenir actives simultanément, situation non voulue par le concepteur. Donc elles doivent être des conditions exclusives.

II.2.3.4 Parallélisme entre deux ou plusieurs séquences (ou séquences simultanées ou divergence - convergence en ET)

A l'opposé de l'aiguillage où ne peut se dérouler qu'une seule activité à la fois, On dit qu'on se trouve en présence d'un parallélisme structurel, si plusieurs activités indépendantes pouvant se dérouler en parallèle. Le début d'une divergence en **ET**, et la fin d'une convergence en **ET** d'un parallélisme structurel sont représentés par deux traits par

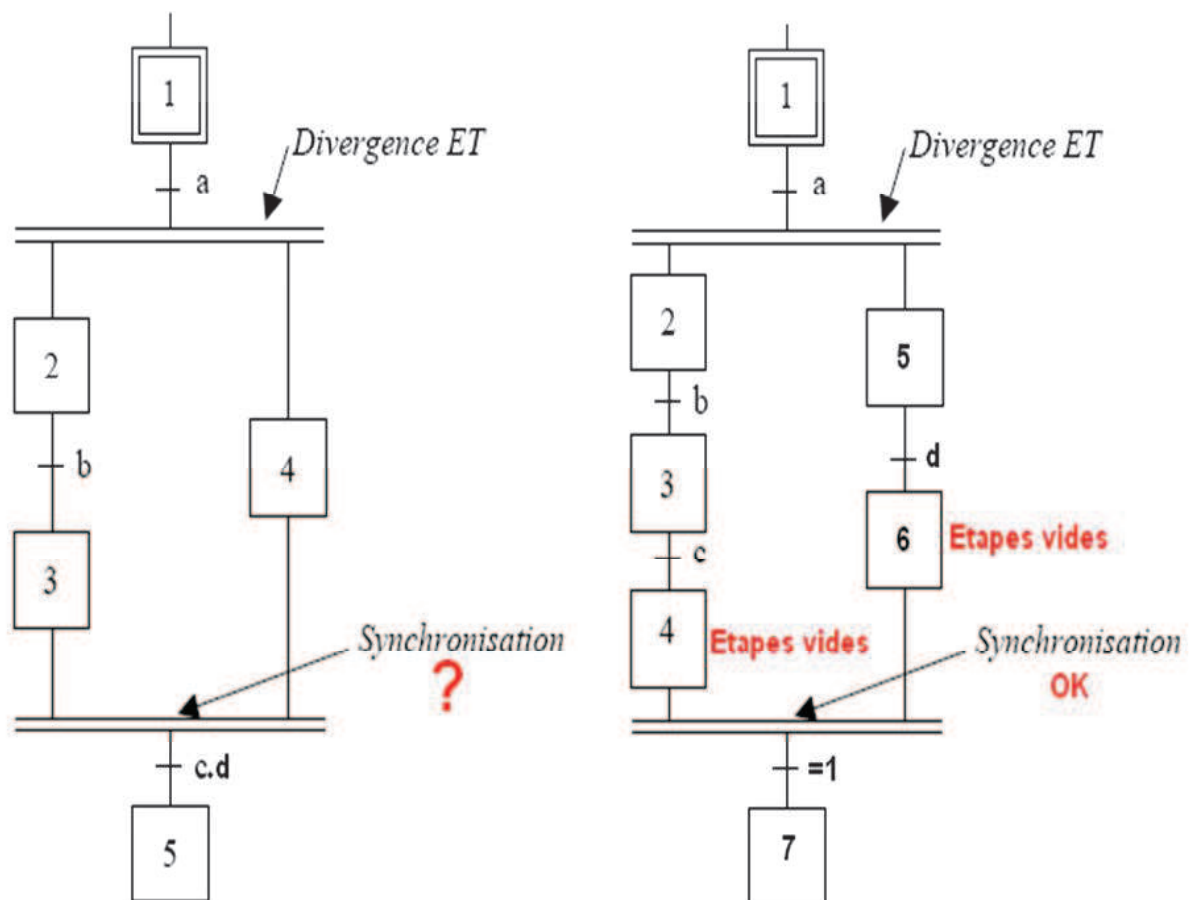


Figure 2.8 : convergence en ET.

La synchronisation permet d'atteindre la fin de plusieurs activités se déroulant en parallèle, pour continuer par une seule.

II.2.4 Liaison entre GRAFCET

Une étape dans un GRAFCET peut servir comme réceptivité à une autre étape d'un autre GRAFCET. Cette méthode est utilisée aussi pour synchroniser deux GRAFCET c'est à dire rendre l'évolution de l'un dépendante de l'évolution de l'autre.

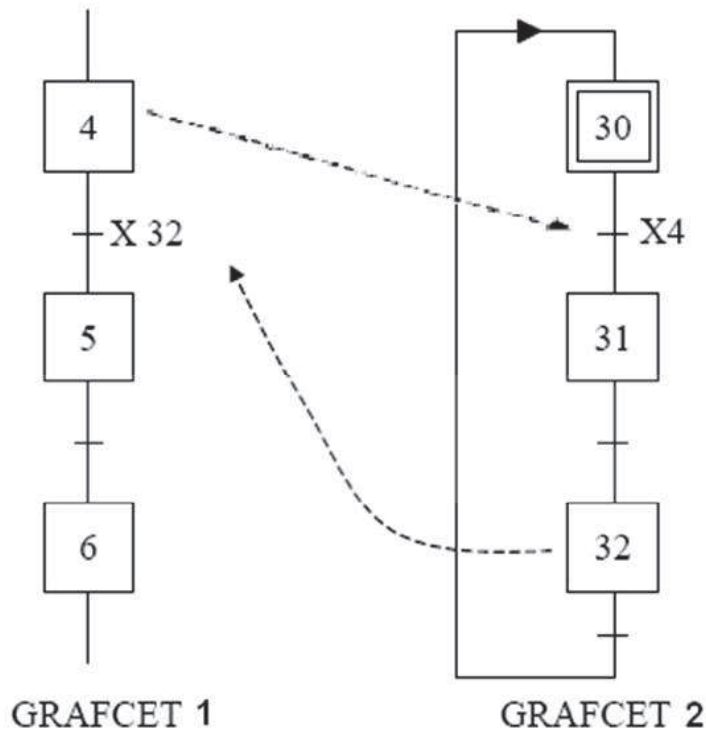


Figure 2.9 : liaison entre GRAFCET.

II.2.5 Mise en équation d'un GRAFCET

Pour qu'une étape soit activée il faut que :

- L'étape immédiatement précédente soit active ;
- La réceptivité immédiatement précédente soit vraie ;
- L'étape immédiatement suivante soit non active ;
- Après activation l'étape mémorise son état.

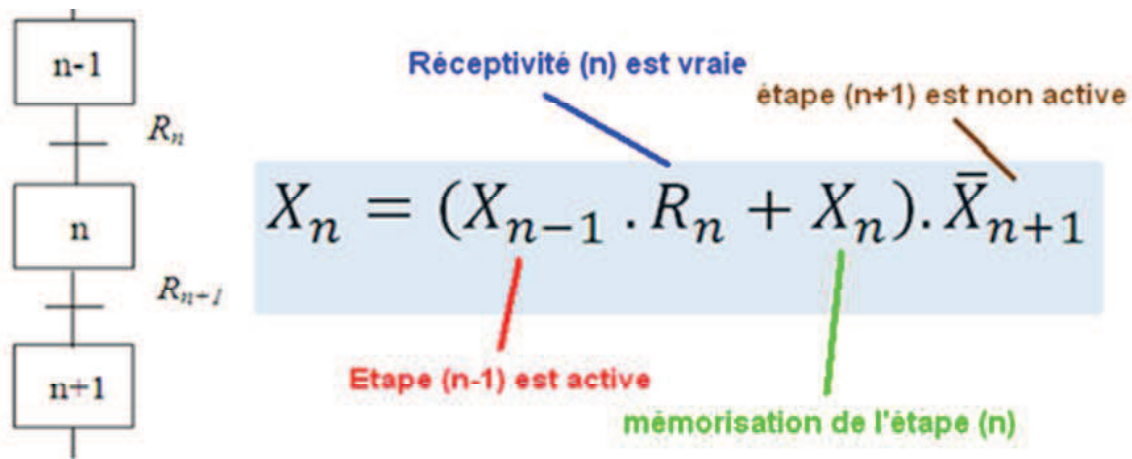


Figure 2.10 : mise en équation d'un GRAFCET

II.2.6 Niveau de GRAFCET

• GRAFCET niveau 1 :

Appelé aussi niveau de la partie commande. Il décrit l'espace 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 en mots non en abréviation. On associe le verbe à l'infinitif pour les actions.

• GRAFCET niveau 2 :

Appelé aussi niveau de la partie opérative. Il tient compte de plus de détails des actionneurs des prés actionneurs et des capteurs, la présentation des actions et réceptivités sont écrits en abréviation et non en mot, on associe une lettre majuscule à l'action et une lettre minuscule à la réceptivité.

• GRAFCET niveau 3 :

Dans ce cas on reprend le GRAFCET de niveau 2, en affectant les informations aux étiquettes d'entrée de l'automate et les ordres aux étiquettes de sortie de l'automate. Il s'adapte aux caractéristiques de traitement d'un automate programmable industriel donné, de façon élaborer les programme, procéder à la mise en œuvre et assurer son évolution.

II.3 Cahier des charges

Avant de modéliser notre système nous avons apporté quelques modifications par rapport au mode de fonctionnement actuel et cela pour garantir un meilleur rendement de la machine (quantité et qualité) :

- 1) éliminer les cuves de dosage et les remplacer par une grande cuve ;
- 2) changer l'emplacement de refroidissement (refroidir le mélange après dosage au lieu de refroidir l'eau désaéré) ;
- 3) réguler le débit de sirop au lieu celui de l'eau (puisque la viscosité de sirop est lente par rapport à l'eau ce qui nous offre un temps nécessaire pour commander).

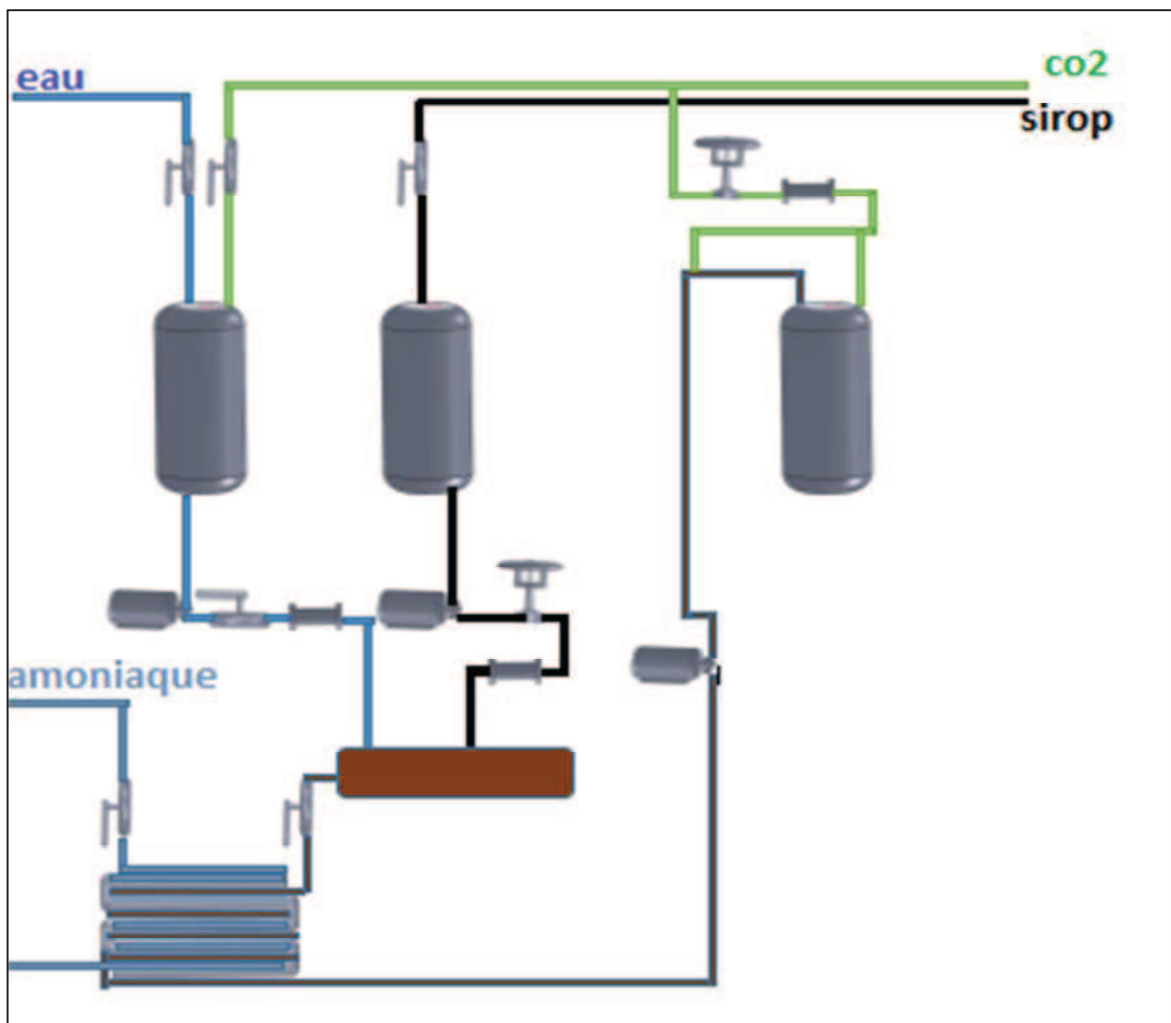


Figure 2.11 : schémas synoptique de la solution proposée.

II.3.1 Manœuvre sur la cuve de désaération et remplissage du sirop

On appuyant le b_dcycl (bouton départ cycle), deux actions se déclenchent simultanément :

- l'ouverture de la vanne_tor1 (vanne de venu de pression) jusqu'à ce que le capteur analogique de pression (cap_press) indique une pression de 0.5bar, la vanne_tor2 (vanne de venu de l'eau traité) s'ouvre pour remplir la cuve, la sonde de niveau (sonde1) indique nivh_c1(niveau haut de la cuve 1), le pressostat stabilise la pression à zéro bar et purge l'air supplémentaire à l'extérieur de la cuve
- L'ouverture de la vanne_tor3 (vanne de venu de sirop) pour remplir la cuve 2 pour atteindre nivh_c2 (niveau haut de la cuve 2)

II.3.2 Manœuvre sur le dosage

Quand les deux cuves d'eau désaérée et de sirop sont remplis (nivh_c1 et nivh_c2), les deux pompes ppe et pps (pompe d'extraction de l'eau et pompe d'extraction du sirop) démarrent progressivement et la vanne_tor4 (vanne d'extraction de l'eau vers le mélange) s'ouvre avec un débit maintenu fixe transmit par le débitmètre volumique (promag), la vanne_mod1 (vanne modulante de sirop) s'ouvre et un régulateur numérique maintient le débit du sirop en fonction du débit de l'eau fixé : (débit de sirop sortant = $1/5 \times$ débit de l'eau sortant), le régulateur sert à ajuster le débit mesurer par le débitmètre massique (promass) jusqu'à atteindre la consigne cité précédemment.

Quand le nivb_c1 et le nivb_c2 (niveau bas des cuves 1 et 2) est atteint la ppe et la pps s'arrêtent

II.3.3 Manœuvre sur le refroidissement

Une fois le sirop et l'eau sont mélangé dans le proportionner, le mélange passe dans l'échangeur de chaleur, le capteur de température pt100 placé à la sortie de l'échangeur indique la température du mélange et conditionne l'ouverture de la vanne_tor5 (vanne de l'entrée de l'ammoniaque dans le refroidisseur) :

- si la température indiquée par pt100 est supérieur à 16°C alors la vanne_tor5 s'ouvre.
- si la température indiquée par pt100 est inférieure à 10°C alors la vanne_tor5 se ferme.

II.3.4 Manœuvre sur la saturation

Le mélange sort de l'échangeur avec une température comprise entre 10°C et 16°C, la ppm (pompe d'extraction du mélange vers le saturateur) se déclenche jusqu'à avoir le nivh_c3 (niveau haut de la cuve 3), la vanne_mod2 (vanne modulante du co2) s'ouvre en fonction d'un régulateur numérique qui contrôle son débit (environs 3,5 bar) en ajustant le débit mesuré par le débitmètre (promass2) a la consigne citée précédemment.

Une fois le nivh_c3 est détecté et que le capteur de pression cap_press2 indique la saturation la vanne_tor7 (vanne d'extraction du produit fini vers le remplissage et l'embouteillage) s'ouvre pour vider le saturateur. Le nivb_c3 arrête la ppm et la vanne_tor7.

Le nivb_c1 et nivb_c2 (niveau bas dans les deux cuves) redémarrent le cycle automatiquement

II.4 Amélioration apportées sur le système actuel

Dans le chapitre précédent on a cité l'instrumentation existante dans le Mixeur, la machine a besoin de modification dans ses modules pour une amélioration et une automatisation complète, ces capteurs/actionneurs ajoutés sont :

II.4.1 Débitmètre

Dans le nouveau système automatisé on aura besoin de deux débitmètres qu'on utilisera pour la détection du débit de l'eau et du sirop afin d'assurer le bon dosage des deux produits.

- **Débitmètre massique :**

on a choisis d'utiliser le débitmètre promass 83F de la marque Endress-Hauser. Le promass 83F compact et robuste pour toutes les applications sur liquide et gaz. Il est adapté pour la mesure du débit massique de la masse volumique et de la température, avec une excellente précision et stabilité des grandeurs mesurés.

Dans notre machine le débitmètre promass 83F va être utilisé pour mesurer le débit du sirop et l'injection du CO2.[4]

II4.2 Sonde de niveau

On a aussi choisi d'introduire une sonde de niveau capacitive dans chacune des cuves du Mixeur cela nous permettra d'enlever les sondes à tiges, les détecteurs à lame vibrantes (niveau haut et niveau bas) et aussi les détecteurs a flotteurs.

Ce choix est donc important non seulement par simplification et réduction d'encombrement qu'il offre, mais il permet aussi la surveillance et le contrôle en continue du niveau dans les cuves.

On a choisi d'utiliser le Liquicap FMI51 de la marque Endress-Hauser, c'est une sonde a tige entièrement isolé fiable pour la surveillance continue du niveau dans les liquides. La sonde capacitive va être placée dans chaque cuve pour mesurer le niveau. [4]

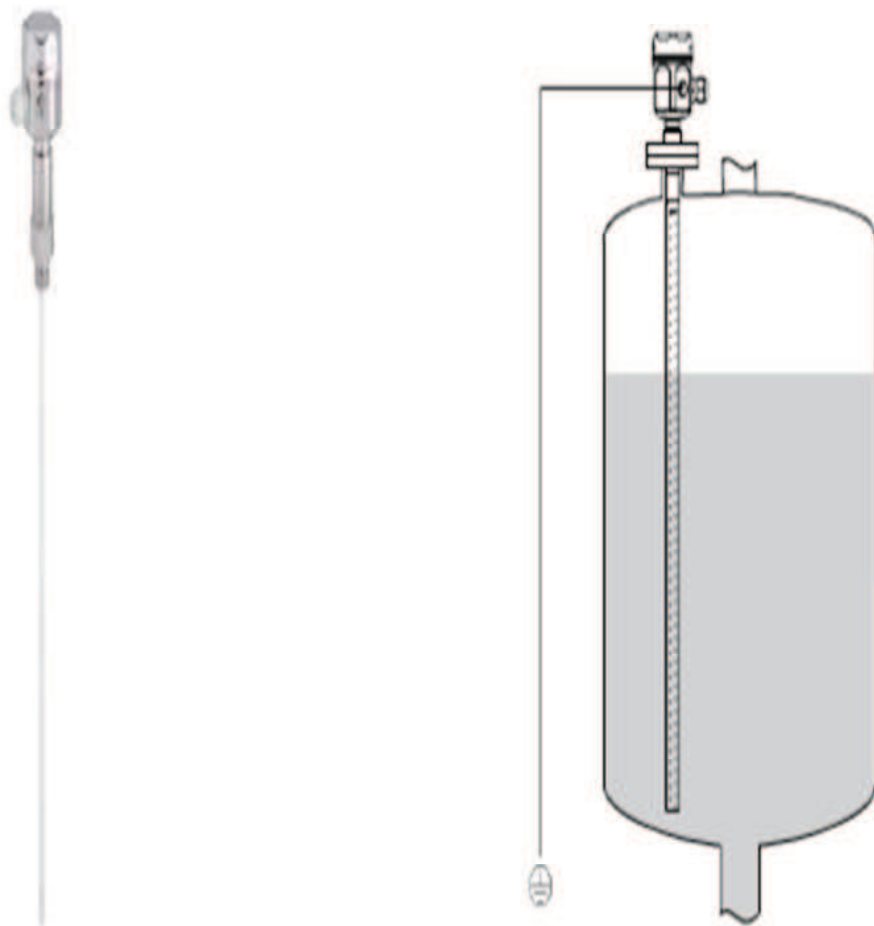


Figure 2.12 : sonde de niveau capacitive.

II.4.3 vanne modulante

Dans le nouveau système on a ajouté les vannes modulantes qui vont être installées pour réguler le débit du sirop ajouté à l'eau (en d'autre terme réguler le BRIX) et le taux du CO2 injecté au mélange



Figure 2.13 : vanne modulante.

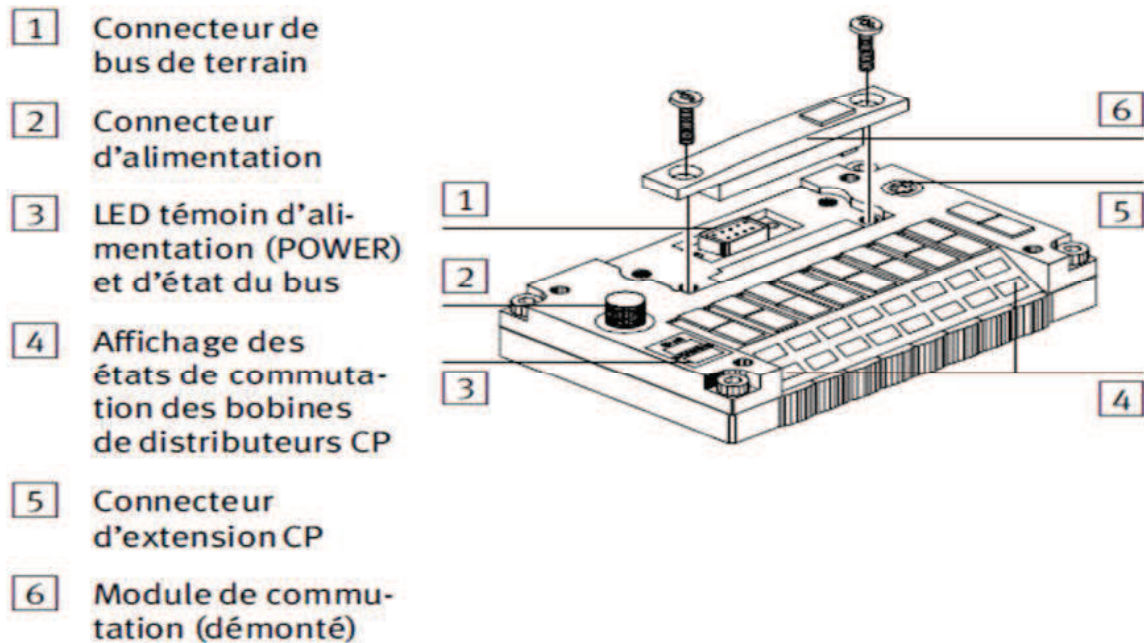
II.4.4 Utilisation du distributeur FESTO CPV10

FESTO facilite le travail d'automatisation au niveau de la machine par des terminaux de distributeurs. La structure modulaire du système CP permet d'intégrer les terminaux de distributeurs CP et les modules d'E/S de manière optimale à notre installation.

Grace à sa construction compacte, le terminal de distributeurs **CP** peut être monté à proximité immédiate des actionneurs à commander. Les conduites d'air comprime peuvent être raccourcies. Les pertes de charge sont par conséquent minimisés et le temps de mise en pression et hors pression des conduites.

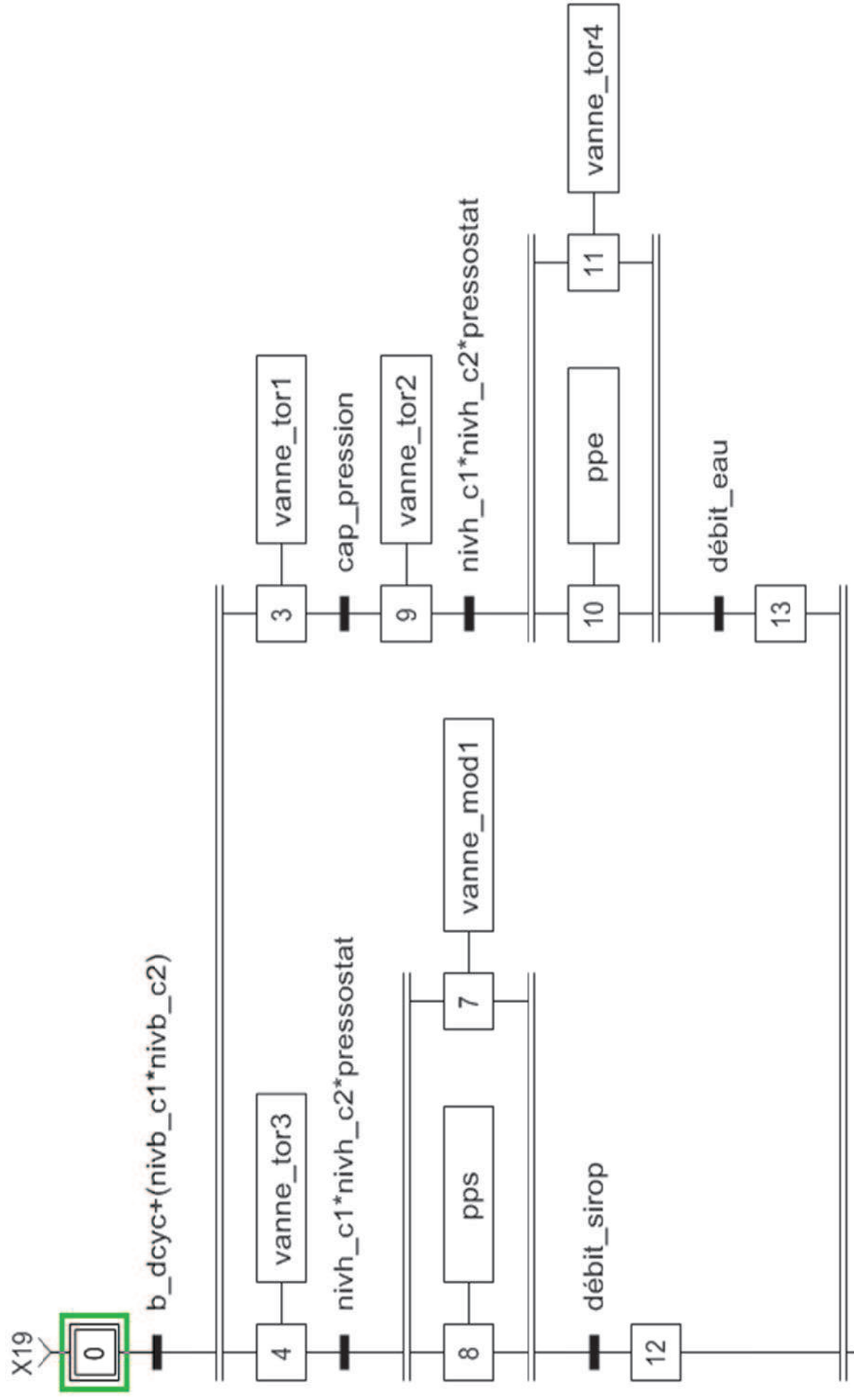
Le terminal de distributeurs **CPV10** a connexion direct du bus de terrain et destiné à être installé soit sur un **PROFIBUS-DP** soit sur le bus de terrain **FESTO**.

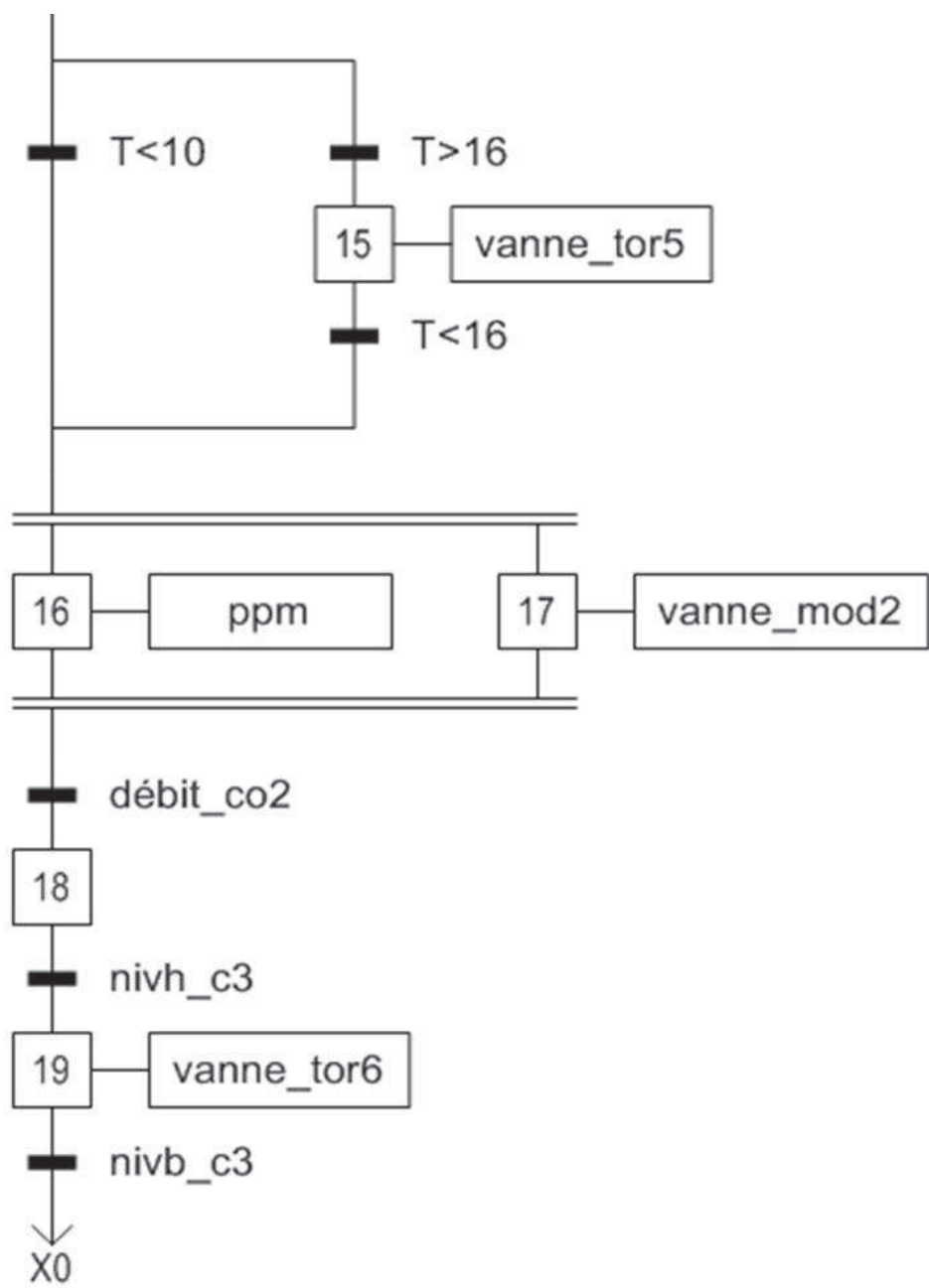
- **Elément de connexion et de signalisation du CPV10 :**



II.5 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons proposé un cahier des charges assez détaillé, qui répond aux exigences de la problématique étudiée, afin d'établir un modèle GRAFCET sur lequel se base la programmation de notre station. Pour cela nous avons apporté quelques modifications. Pour conclure, on constate l'efficacité du GRAFCET, comme outil de modélisation, de passer d'un cahier des charges à l'implantation d'un programme fonctionnel dans notre système.





III.1. Introduction

Le but de ce chapitre est de concevoir le programme qui sera implanté dans l'automate S7-300. Avant d'entamer la programmation, nous avons jugé utile de présenter l'automate utilisé ainsi le langage de programmation STEP 7 et ses différentes fonctions.

III.2. Définition d'un Système Automatisé

Un système est un ensemble d'éléments permettant de répondre à un besoin qui est la nécessité ou le désir éprouvé par un utilisateur [9].

Un système automatisé est un ensemble d'éléments en interaction organisés dans un but précis : agir sur une matière d'œuvre afin de lui donner une valeur ajoutée.

Un système de production est dit automatisé lorsqu'il peut gérer de manière autonome un cycle de travail préétabli qui se décompose en séquences ou en étapes.

Les buts d'un système automatisé sont ; la réalisation des tâches complexes ou dangereuses pour l'homme, l'effectuation des tâches pénibles ou répétitives ou encore gagner en efficacité et en précision.

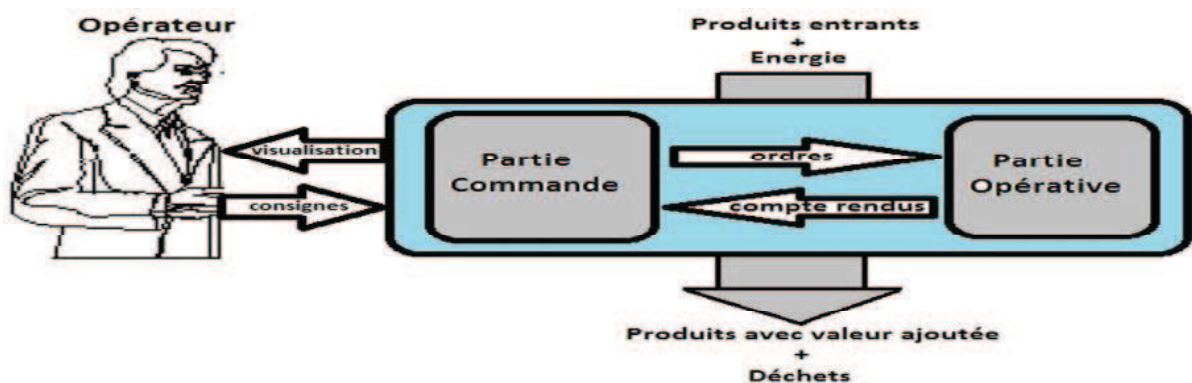


Figure 3.1. Aspect d'un système automatisé de production

III.2.1 Automatisation

Automatiser un processus : c'est faire évoluer la sortie rapidement et précisément d'un processus en fonction de son entrée.

L'automatisation industrielle est la mise en œuvre des moyens automatiques qui fonctionnent tous seuls ou sans intervention humaine pour la réalisation d'un processus de fabrication. [10]

L'automatisation intervient presque dans tous les stades des opérations industrielles dans des domaines aussi divers tel que :

- Les industries de transformation (produit chimiques, production d'énergie) pour les réglages de température, de pression ou de débit.

- Les industries de fabrication (automobile, électroménager) pour le contrôle de l'ensemble des opérations de montage.
- Les industries de transport (chemin de fer, routes, navigation aérienne ou

(Maritime) pour la commande de positionnement, de vitesse.

III.2.2 Systèmes Automatisés Industriels

Un système automatisé industriel est composé de trois sous-ensembles :

❖ **Partie commande :**

Est un organe de décision qui peut être composé de circuits électriques ou électroniques. Elle est capable de traiter des informations qu'elle reçoive pour donner les ordres correspondants aux opérations données.

❖ **Partie opérative :**

Est l'organe de puissance qui peut être mécanique, électrique, pneumatique ou hydraulique et bien souvent un assemblage de ces technologies, qui effectue les actions ordonnées par l'organe de commande.

Elle comporte les éléments du procédé, c'est à dire :

- Des pré-actionneurs (distributeurs, contacteurs) qui reçoivent des ordres de la partie de commande.
- Des actionneurs (vérins, moteurs, vannes) qui ont pour rôle d'exécuter ces ordres. Ils transforment l'énergie pneumatique (air comprimé), hydraulique (huile sous pression) ou électrique en énergie mécanique.
- Des capteurs qui informent la partie de commande de l'exécution du travail.

❖ **Poste de contrôle :** Composé des pupitres de commande et de signalisation, il permet à l'opérateur de commander le système (marche, arrêt, départ cycle ...). Il permet également de visualiser les différents états du système à l'aide de voyants.

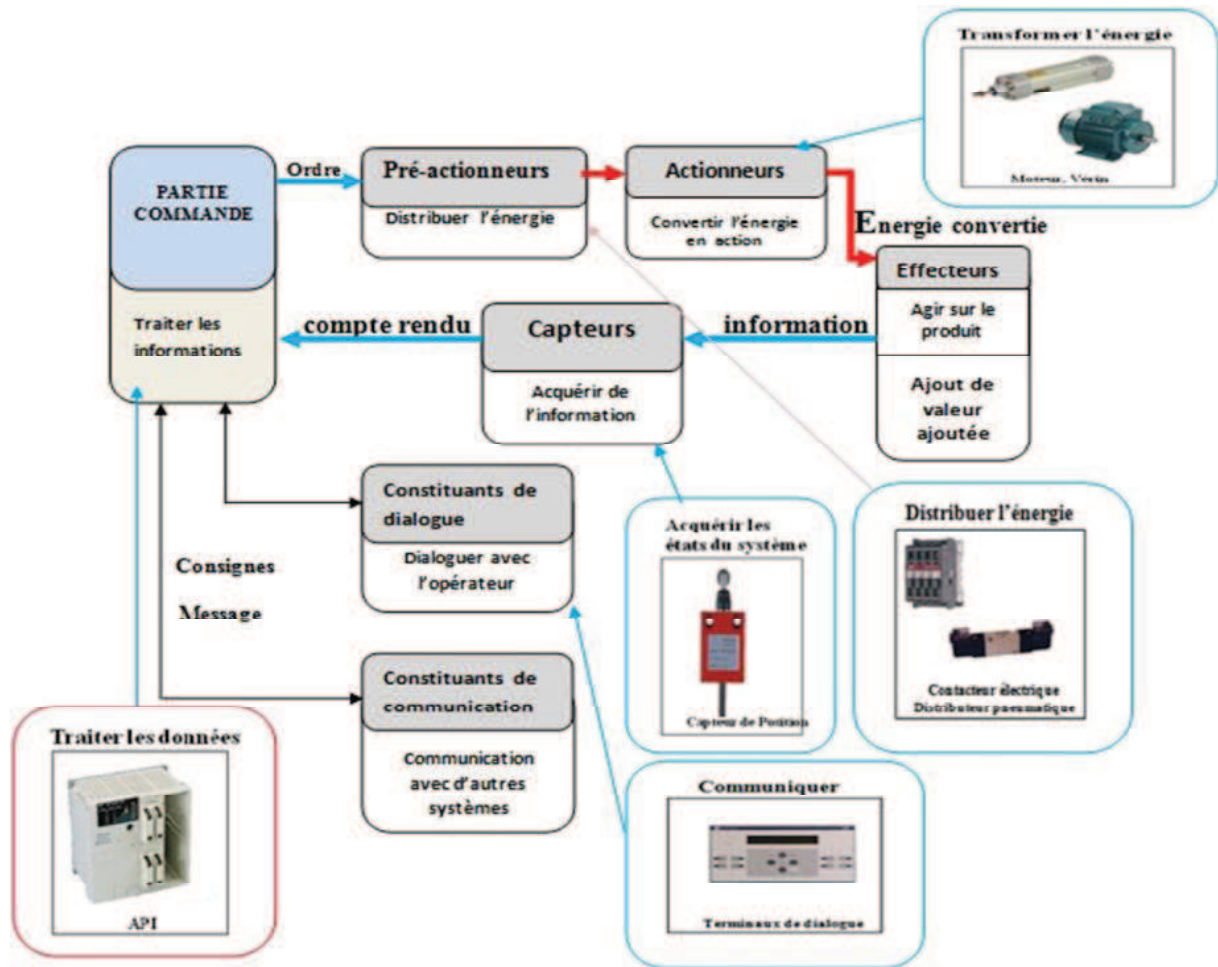


Figure 3.2. Composants de système automatisé de production.

III.3 Les automates programmables industriels(API)

Un automate programmable industriel API (en anglais Programmable Logic Controller, PLC) est une forme particulière de contrôleur à microprocesseur qui utilise une mémoire programmable pour stocker les instructions et qui implémente les différentes fonctions, qu'elles soient logique, de séquençage, de temporisation de comptage ou arithmétique, pour commander les machines et les processus

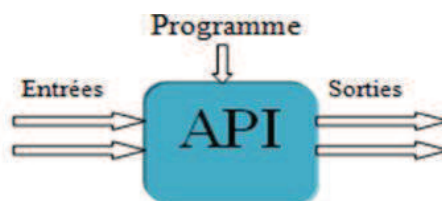


Figure 3.3. Automate Programmable Industriel.

Les API sont comparables aux ordinateurs. Toutefois, les ordinateurs sont optimisés pour les tâches de calcul et d'affichage, alors les API sont pour les tâches de commande et les environnements industriels. Voici ce qui les caractérise :

- ❖ ils sont solides et conçus pour supporter les vibrations, les températures basses ou élevées, l'humidité et le bruit, les interfaces des entrées et des sorties sont intégrées à l'automate.
- ❖ ils sont faciles à programmer et leur langage de programmation facile à comprendre et principalement orienté sur les opérations logiques et de commutations.

Le premier API a été conçu en 1969 [11]. Les API sont à présent largement utilisés. Ils prennent la forme de petites unités autonomes pour environ vingt entrées-sorties numérique ou de systèmes modulaires qui peuvent être employés pour des entrée/sorties très nombreuses, analogique ou numérique.

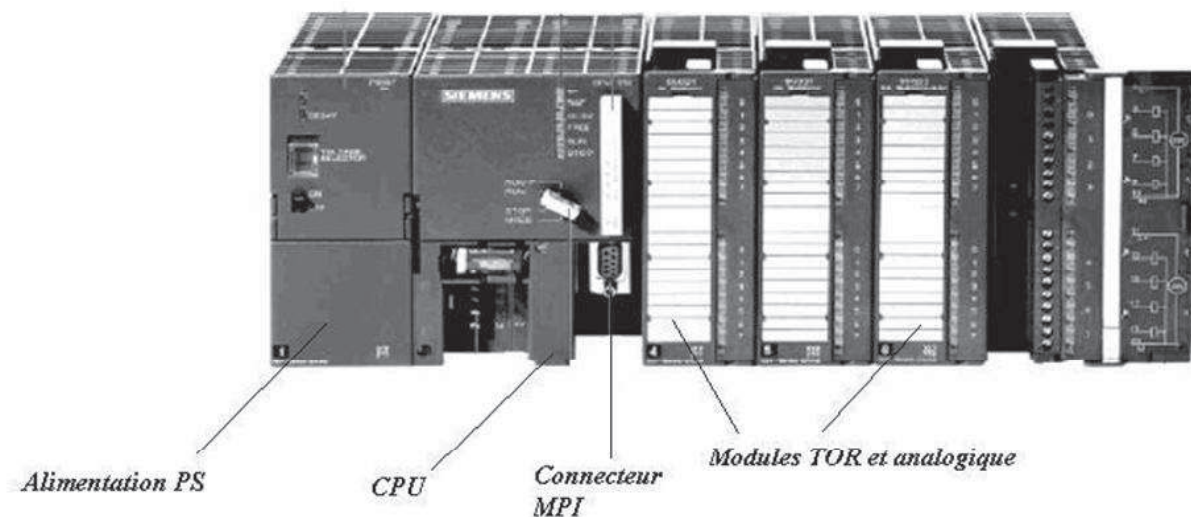


Figure 3.4.Automate Programmable Industriel SIEMENS.

III.3.1 Structure interne des API

Les API comportent quatre parties principales :

- Une mémoire.
- Un processeur.
- Des interfaces d'Entrées/Sorties.
- Une alimentation.

Ces quatre parties sont reliées entre elles par des bus (ensemble câble autorisant le passage de l'information entre ces 4 secteurs de l'API).

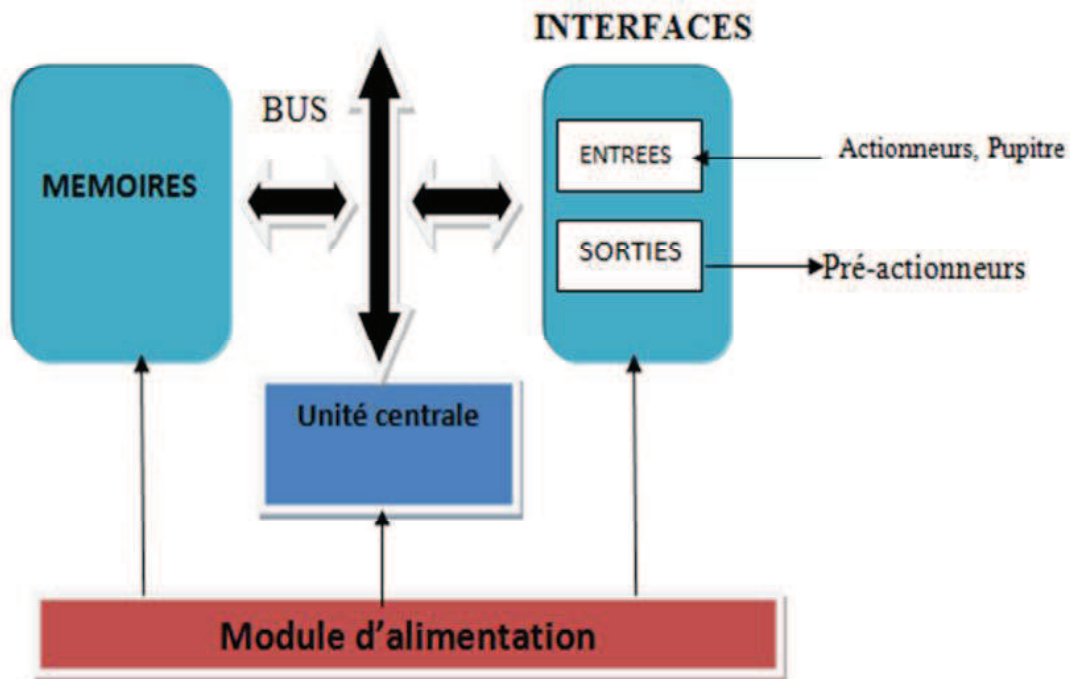


Figure 3.5 : Structure interne d'un API.

III.3.2 Critères de choix d'un automate :

Le choix d'un automate programmable est basé sur plusieurs points, nous citons :

- Le personnel de maintenance et le logiciel de programmation (achat du logiciel et formation du personnel).
- Nombre d'entrées /sorties.
- Type de processeur : un choix dans la gamme est souvent très étendue selon la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur.
- Fonctions ou modules spéciaux : certaines cartes permettent de soulager le processeur et doivent offrir les caractéristiques souhaitées (résolution,...).
- Fonctions de communication : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision ...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (Profibus, Ethernet...).

III.3.3 Présentation de l'automate S7-300

L'automate utilisé dans notre projet appartient à la gamme SIMATIC S7 de SIEMENS. Le S7-300 est un mini-automate modulaire pour une gamme de compétence inférieure et moyenne, avec possibilité d'extension jusqu'à 32 modules, et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS et Industriel Ethernet. LE SIMATIC S7-300 est un système d'automatisation modulaire offrant la gamme des modules suivants :

- Unités centrales (CPU) de capacités différentes, certaines avec d'entrées/sorties intégrées (ex: CPU313c) ou avec interface PROFIBUS intégrée (ex :CPU315-2DP).
- Modules d'alimentation PS avec 2A, 5A ou 10A.
- Modules d'extension IM pour configuration de plusieurs lignes du SIMATIC S7-300.
- Modules de signaux SM pour entrées et sorties numériques et analogiques.
- Modules de fonction FM pour fonctions spéciales (ex : pilotage d'un moteur pas à pas).
- Processeurs de communication CP pour la connexion au réseau.

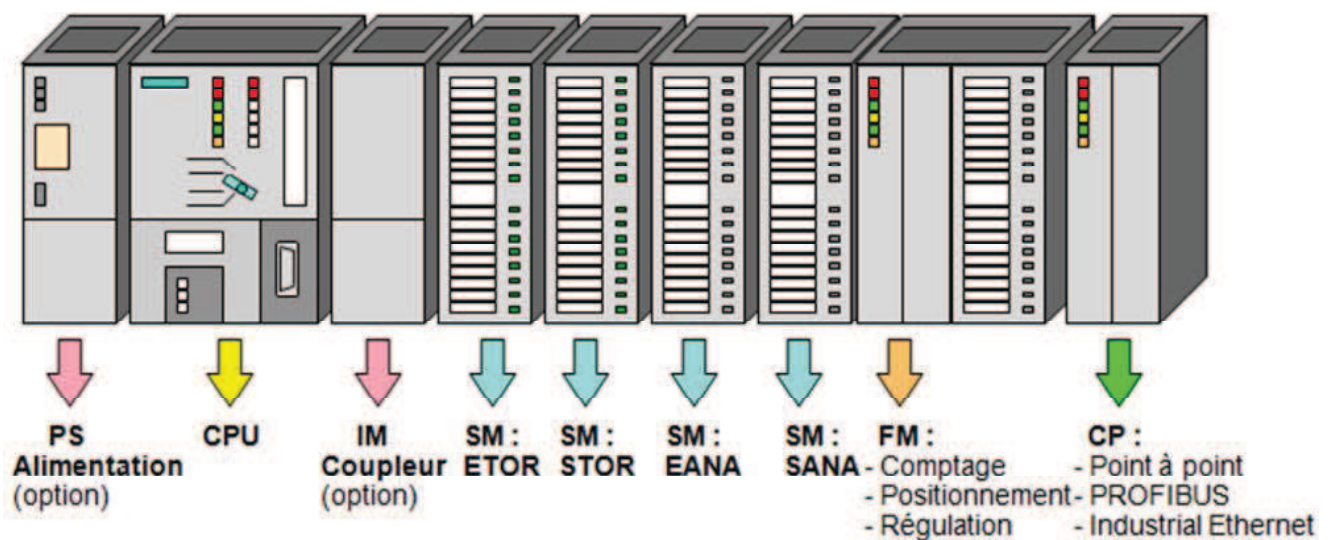


Figure 3.6. Modules de l'API S7-300.

❖ **Module d'alimentation :**

Le module d'alimentation assure la conversion de tension du secteur (ou de réseau) en tension de (24V, 48V, 120V ou 230V) pour l'alimentation de l'automate et des capteurs et actionneurs en (24V, 48V, 120V ou 230V).

- Il remplit aussi des fonctions de surveillance et signalisation à l'aide des LEDS.
- Il permet de sauvegarder le contenu des mémoires RAM au moyen d'une pile de sauvegarder.

❖ **Unités centrales (CPU) :**

La CPU est cerveau de l'automate car elle permet de :

- Lire les états des signaux d'entrées.
- Exécuter le programme utilisateur et commandes les sorties.
- Régler le comportement au démarrage et diagnostiquer les défauts par les LEDS.
- Le S7-300 dispose d'une large gamme de CPU à différents niveaux de performance.

❖ **Coupleur :**

Les coupleurs sont des cartes électroniques qui assurent la communication entre les E/S (Périphériques ou autre) et l'unité centrale. L'échange de l'information entre la CPU et les modules d'E/S s'effectue par l'intermédiaire d'un bus interne (liaison parallèle codée). Les coupleurs ont pour rôle le raccordement d'un ou plusieurs châssis au châssis de base.

❖ **Modules de communications (CP) :**

Les modules de communication sont destinés aux tâches de communication par transmission en série. Ils permettent d'établir également des liaisons point à point avec :

- Des commandes robots.
- Communication avec des pupitres opérateurs.
- Des automates SIMATIC S7, SIMATIC S5 et des automates d'autres constructeurs.
-

❖ **Modules de fonctions (FM) :**

Ces modules réduisent la charge de traitement de la CPU en assurant des tâches lourdes de calculs.

❖ Modules de signaux (SM) :

Ils servent d'interface entre le processus et l'automate. Il existe des modules d'entrées TOR, des modules de sorties TOR ainsi que des modules d'entrées analogiques et des modules de sorties analogique. Les modules d'entrées/sorties sont des interfaces vers les capteurs et les actionneurs d'une machine ou d'une installation. Il existe différents modules d'entrées/sorties :

- Les modules d'entrées/sorties TOR (SM 321/SM 322).
- Les modules d'entrées/sorties analogique (SM 331/SM 332).
- Les modules d'entrées analogiques (SM 331).
- Les modules de sorties analogiques (SM 332).

❖ Modules de simulation (SM 374) :

Le module de simulation SM 374 est un module spécial qui offre à l'utilisateur la possibilité de tester son programme lors de la mise en service. 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 signalisation d'état des signaux de sorties par des LED.

III.3.4 Utilisation de PROFIBUS-DP

III.3.4.1. PROFIBUS-DP

Le PROFIBUS-DP (Process field bus) est le nom d'un type de bus de terrain inventé par SIEMENS et devenu peu a 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 une station décentralisées [13].

III.3.4.2. Les avantages de PROFIBUS :

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

III.3.4.3. La communication via PROFIBUS :

La communication est assurée par un système de télégramme de commande et de réponse. Le maître envoie en continu des télégrammes adressés aux esclaves et il attend de leur part des télégrammes de réponse.

Le maître peut envoyer un même télégramme simultanément à tous les esclaves recordé au bus [1]

III.3.4.4. Configuration centralisée :

Dans la configuration centralisée, les modules sont montés à côté de la CPU sur un profilé support ou un châssis. En cas d'une configuration de station très complexe, on fait appelle à la configuration du couplage avec l'implantation de nombreuse châssis d'extension.

III.3.4.5. Configuration décentralisé :

Une périphérie décentralisée désigne un réseau maître constitué d'un maitre de périphérie décentralisé et d'un esclave de périphérie décentralisé reliés par un câble de bus et communiquent entre eux via le protocole PROFIBUS-DP afin d'assurer multiplexage de toutes les informations en provenance des capteurs

III.4. Programmation de l'automate S7-300 :

Le logiciel de programmation permet de créer des programmes utilisateurs pour les automates programmables SIMATIC S7, ce logiciel de programmation est le STEP 7.

III.4.1. Structure générale d'un programme sur STEP 7 :

Le step7 fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. Il représente le logiciel de base pour la configuration et la programmation de système d'automatisation. Les taches de bases qu'il offre à son utilisateur lors de la création d'une solution d'automatisation sont :

- La création et la gestion de projets.
- La configuration et le paramétrage du matériel et la communication.
- La gestion des mnémoniques.
- Le chargement de programmes.
- Le chargement de programme dans les systèmes cibles.
- Le test de l'installation d'automatisation.
- Le diagnostic lors d'une perturbation dans l'installation.

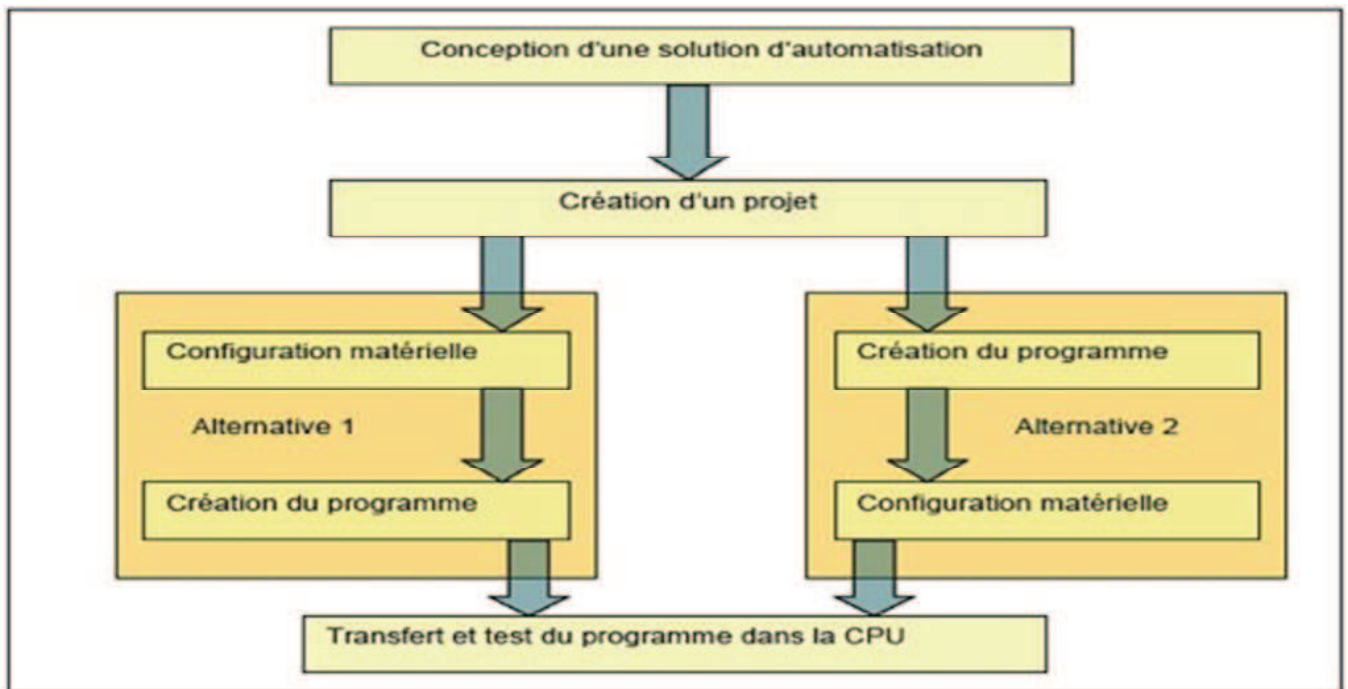


Figure 3.7 : Organigramme pour la création de projets sous STEP 7.

III.4.2. blocs de programmation

Le logiciel STEP 7 contient les blocs que l'on doit charger dans la CPU pour réaliser la tâche d'automatisation. Il englobe les blocs de code (OB, FB, FC) qui contiennent les programmes qu'on doit charger dans la CPU, et les blocs de données (DB d'instance et DB globaux) qui contiennent les paramètres du programme.

- **OB (Bloc Organisation)**

Un OB est appelé cycliquement par le système d'exploitation et réalise ainsi l'interface entre le programme utilisateur et le système d'exploitation. Le dispositif de commande est informé dans cet OB par des commandes d'appel de blocs et de quels blocs de programme il doit traiter.

Dans ces blocs d'organisation sont ensuite appelés d'autres blocs comme par exemple la fonction FC1, FB. C'est ce qu'on appelle la programmation structurée. Elle permet de décomposer une tâche en plusieurs tâches partielles qui sont ainsi plus faciles à résoudre et à tester dans leur fonctionnalité [12].

STEP 7 offre pour la programmation structurée les blocs utilisateurs suivants :

- **FB (Bloc de fonction)**

Le FB est à disposition via un espace mémoire correspondant. Si un FB est appelé, il lui est attribué un bloc de données (DB). On peut accéder aux données de cette instance DB par des appels depuis le FB. Un FB peut être attribué à différents DB.

D'autres FB et d'autres FC peuvent être appelés dans un bloc de fonction par des commandes d'appel de blocs.

- **FC (Fonction)**

Une FC ne possède pas un espace mémoire attribuée. Les données locales d'une fonction sont perdues après le traitement de la fonction. D'autres FB et FC peuvent être appelés dans une fonction par des commandes d'appel de blocs.

- **DB (Bloc de données)**

Les DB sont employés afin de tenir à disposition de l'espace mémoire pour les variables de données. Il y a deux catégories de blocs de données ; les DB globaux où tous les OB, FB et FC peuvent lire des données enregistrées et écrire eux-mêmes des données dans le DB. Les instances DB sont attribuées à un FB défini. [12]

III.4.3. Table des Mnémoniques

Il s'agit d'une table qui permet d'effectuer de mnémonique (c'est-à-dire des noms) à des adresses de données globales et des blocs. Exemple : arrêt-d'urgence (mnémonique) : E 1.7 (adresse).

Les données globales sont des données accessibles à partir de tous les blocs de code (FC, FB, OB). Il s'agit en particulier de mémentos (M), d'entrées(E), de sortie (A), de temporisation, de compteurs et des éléments de blocs de données (DB).

III.4.4. Les langages de programmation du STEP 7

Trois langages de programmation sont inclus dans le logiciel STEP 7 :

LIST :

Est l'abréviation de liste d'instructions. C'est un langage de programmation littéral, intégré dans STEP 7. La syntaxe des instructions est très proche du langage machine. Les ordres ou les opérations sont suivis par les opérandes. Ceci nous permet d'obtenir des programmes optimisés en place mémoire et en temps d'exécution.

CONT:

Est l'abréviation de schéma à contacts. C'est un langage de programmation graphique, intégré dans STEP 7. La syntaxe des instructions ressemble à un schéma des circuits et nous permet de suivre sans difficulté le parcours des signaux entre les barres d'alimentation et, à travers les contacts, les éléments complexes et les bobines.

LOG:

Est l'abréviation de Logigramme. Il s'agit du second langage graphique de STEP 7. Les instructions sont représentées sous la forme de boîtes fonctionnelles logiques connues de l'algèbre booléen [13].

S7-graph :

C'est un autre langage graphique de STEP 7 qui consiste à l'intégration directe du GRAFCET dans le logiciel STEP 7. Il est utilisé pour décrire les procédures avec des séquences séquentielles alternatives ou parallèles, les procédures sont configurées et programmées d'une manière claire et rapide dans une méthode de représentation standardisée, le processus est décrit graphiquement et divisé en étapes individuelles avec une portée de fonctions facilement compréhensibles [13]

III.4.5. Création d'un projet STEP 7

Un projet STEP 7 contient la description complète de l'automatisme. Il comporte deux grandes parties (la configuration matérielle et la création du programme).

Pour créer notre projet nous avons procédé de la manière suivante :

- Lancer SIMATIC Manager par un double clic sur l'icône SIMATIC Manager
- Une fenêtre s'affiche pour la création d'un projet

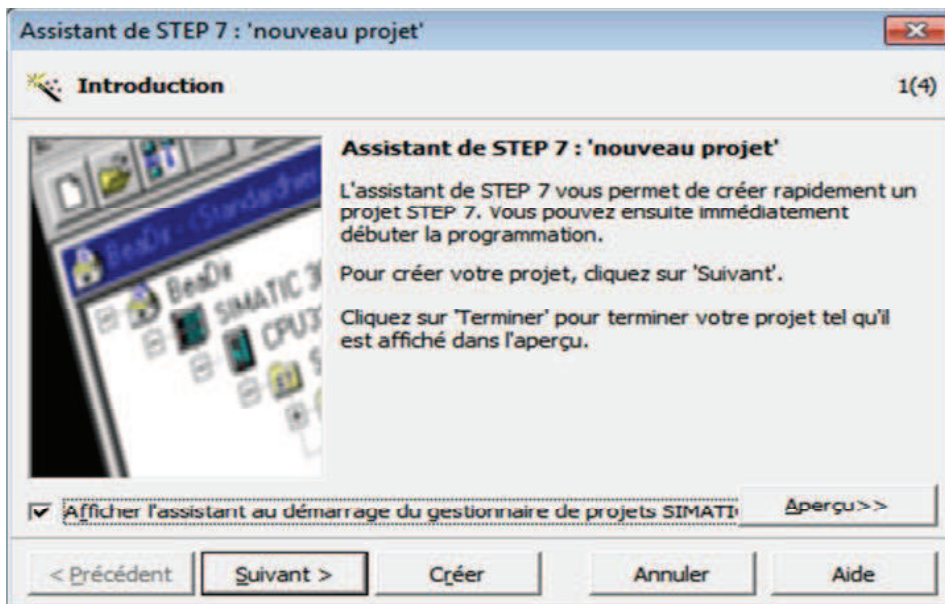


Figure 3.8 : fenêtre de création du projet

- En cliquant sur suivant, une autre fenêtre nous permettra le choix de la CPU, notre choix est la CPU315-2DP. Elle dispose d'une mémoire de programmation de capacité moyenne ainsi d'une interface PROFIBUS-2DP. Notre intérêt à choisir cette CPU et d'assurer une communication par PROFIBUS avec l'automate maître et les transmetteurs des débitmètres (E+H) ainsi qu'avec les distributeurs FESTO CPV10.

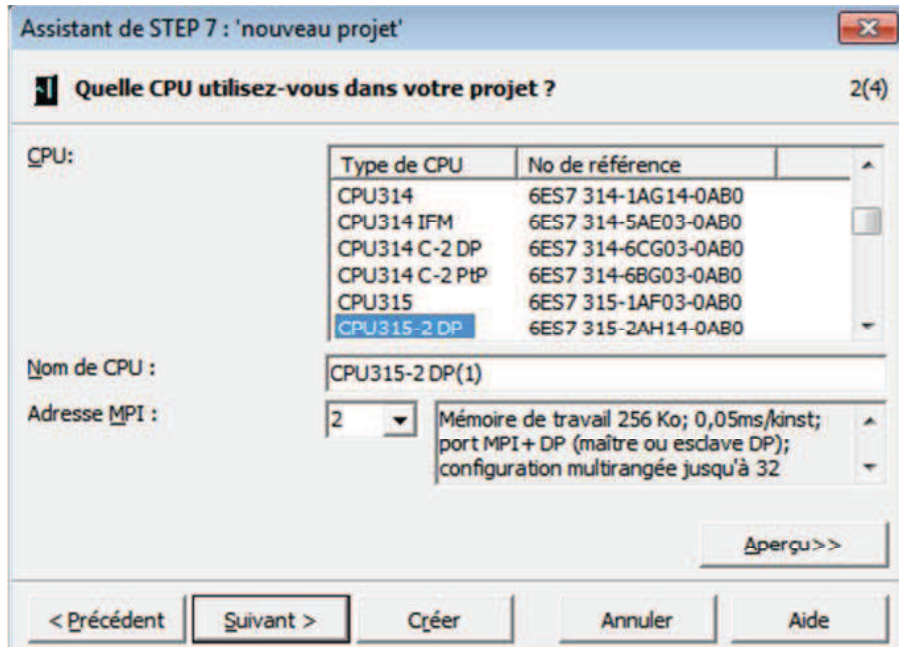


Figure 3.9 : Choix de la CPU315-2DP.

- Ensuite on passe à choisir le bloc et le langage de programmation.

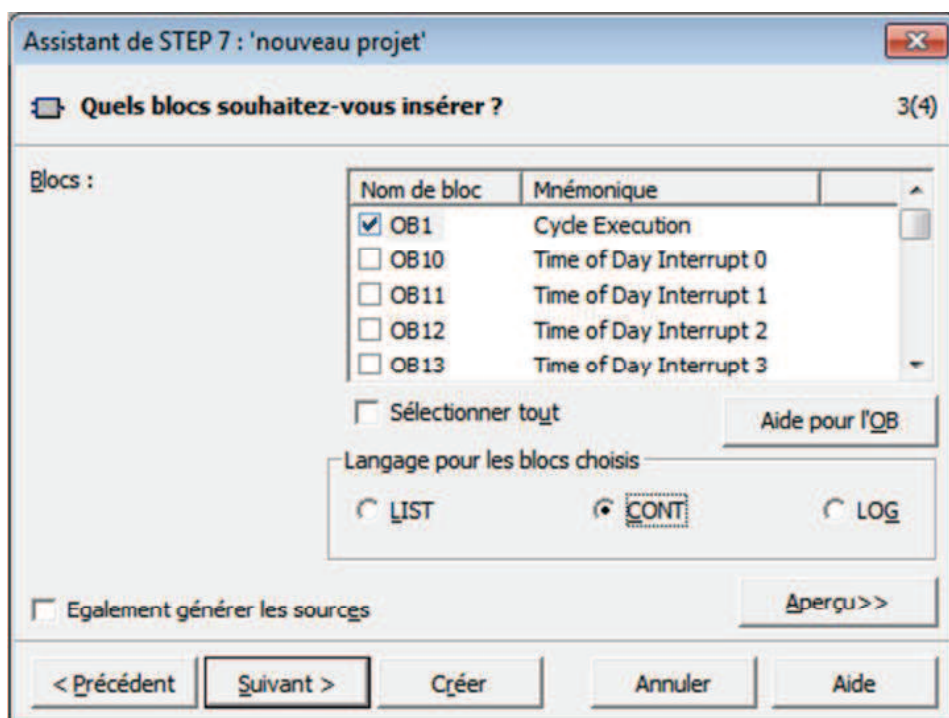


Figure 3.10 : sélection du bloc et langage de programmation.

- Une fois le projet créé, l'étape suivante consiste à la configuration du matérielle, dans laquelle on peut afficher les modules selon leurs caractéristique et suivant la solution d'automatisation, et cela exactement comme dans leurs profils supports ou châssis. Dans la fenêtre configuration du matérielle, on sélectionne les composantes matériels requises et les amener dans la fenêtre de station, et le logiciel affecte automatiquement une adresse a chaque module.

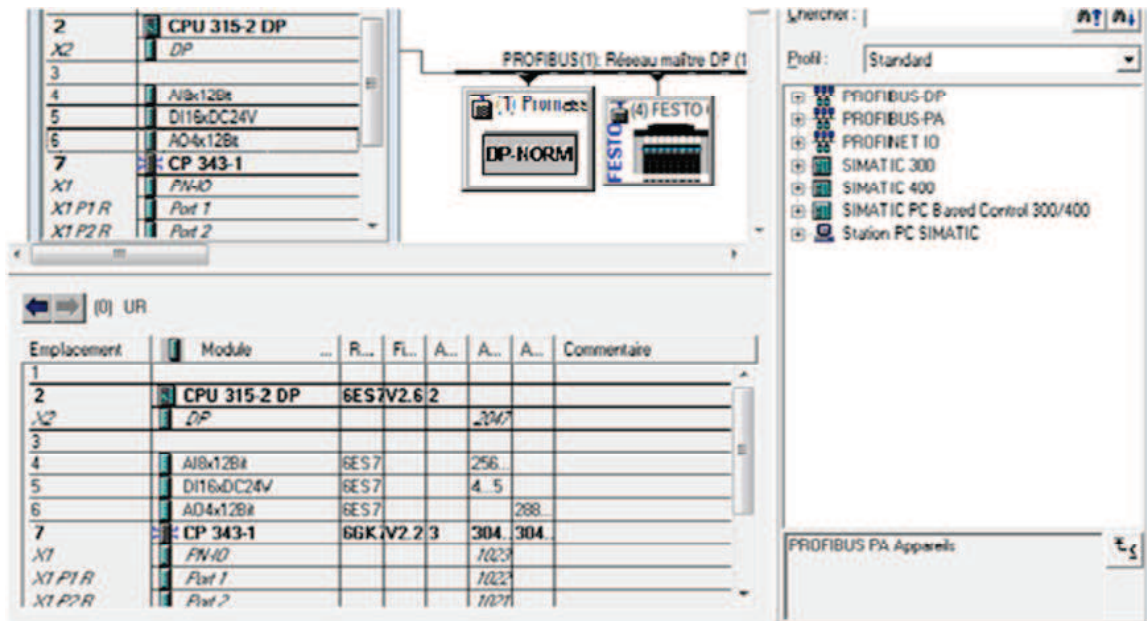


Figure 3.11 : configuration matérielle de notre automate

- Afin de configurer les transmetteurs des instruments ENDRESS+HAUSER et le distributeur FESTO CPV sur le STEP7, nous devons télécharger un fichier GSD sur le site de constructeur. Une fois installé, nous allons dans la bibliothèque, puis PROFIBUS-DP ensuite en sélectionne « autre pareilles de mesures», on trouve nos matériels à utiliser.

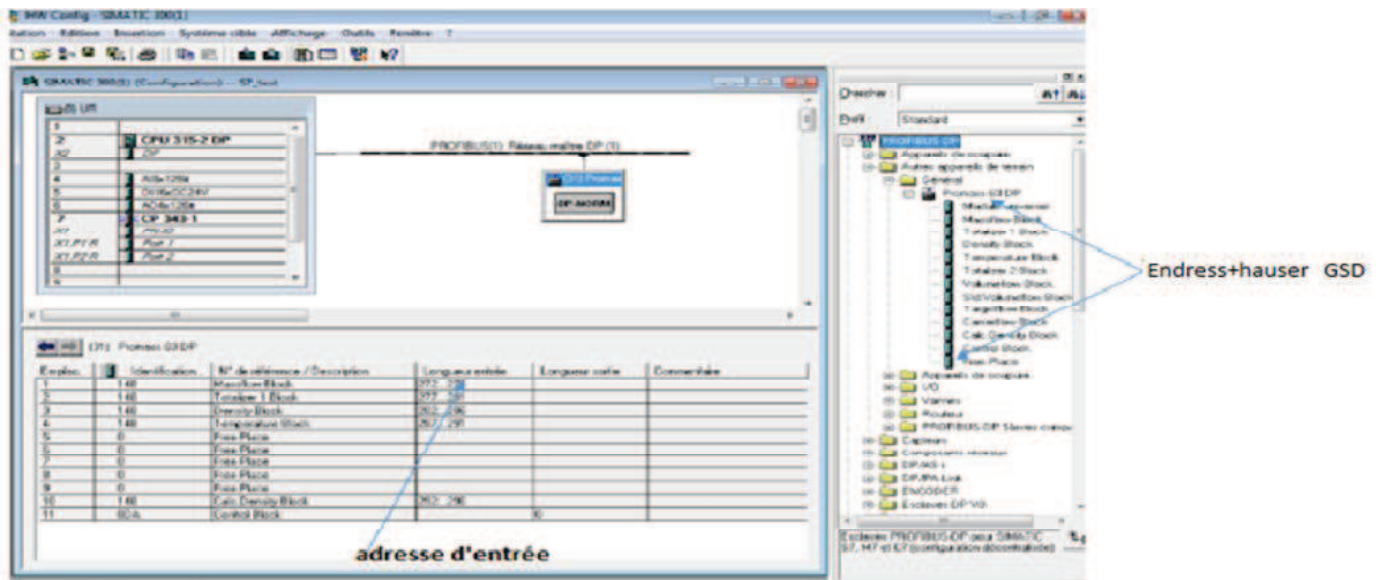


Figure 3.12 : Configuration du débitmètre ENDRES+HAUSER

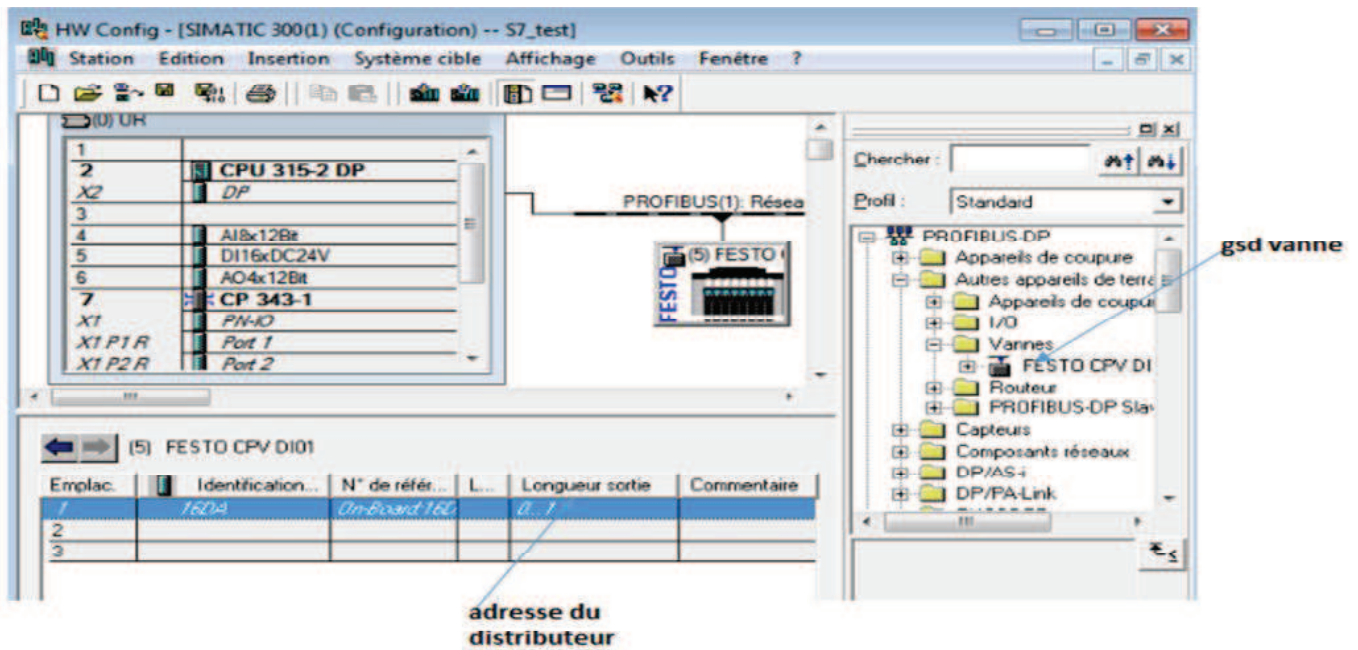


Figure 3.13 : configuration du distributeur FESTOCPV10

- Pour saisir les mnémoniques, il suffit d'aller dans la table des mnémoniques et faire entrer les différents éléments : le nom du symbole, son adresse réelle, son type et son commentaire. Le saisir des mnémoniques est très utile, car la tâche de programmation est plus facile en symbole qu'en adresse absolue, c'est beaucoup plus lisible et compréhensible.

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de d	Commentaire
1	b_arret	E 4.1	BOOL	
2	b_marche	E 4.0	BOOL	
3	CONT_C	FB 41	FB 41	Continua...
4	CYC_INT5	OB 35	OB 35	Cyclic Int...
5	déb_co2	PEW 276	WORD	
6	déb_eau	PEW 272	WORD	
7	déb_sirop	PEW 274	WORD	
8	nivb_c1	E 4.5	BOOL	
9	nivb_c2	E 4.6	BOOL	
1	nivb_c3	E 4.7	BOOL	
1	nivh_c1	E 5.0	BOOL	
1	nivh_c2	E 5.1	BOOL	
1	nivh_c3	E 5.2	BOOL	
1	nivtb_c1	E 4.2	BOOL	
1	nivtb_c2	E 4.3	BOOL	
1	nivtb_c3	E 4.4	BOOL	
1	ppe	A 1.0	BOOL	
1	ppm	A 1.2	BOOL	
1	pps	A 1.1	BOOL	
2	SCALE	FC 105	FC 105	Scaling ...
2	vanne_mod_sirop	PAW 288	WORD	vanne re...
2	vanne_mod2	PAW 290	WORD	vanne de...
2	vanne_tor2	A 0.1	BOOL	vanne de...
2	vanne_tor3	A 0.2	BOOL	venu du ...
2	vanne_tor4	A 0.3	BOOL	vanne de...
2	vanne_tor5	A 0.4	BOOL	vanne de...
2	vanne_tor6	A 0.5	BOOL	vanne de...
2	vanne_tor7	A 0.6	BOOL	vanne de...
2	vanne_tor8	A 0.7	BOOL	vanne d ...
3	vanne_tor1	A 0.0	BOOL	vanne de...
3	vanne_tor9	A 1.3	BOOL	

Figure 3.14 : une partie de la table des mnémoniques.

- Ensuite on passe à développer un programme pour commander notre mixeur.

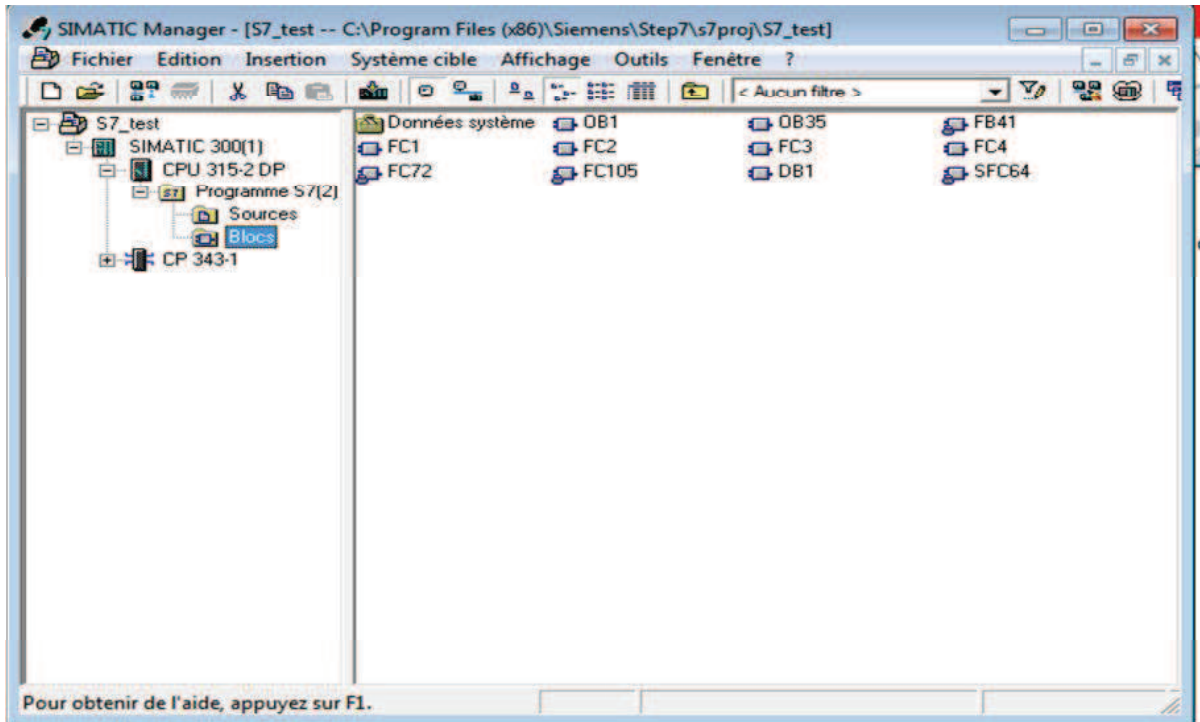


Figure 3.15 : vue d'ensemble des blocs de notre programme.

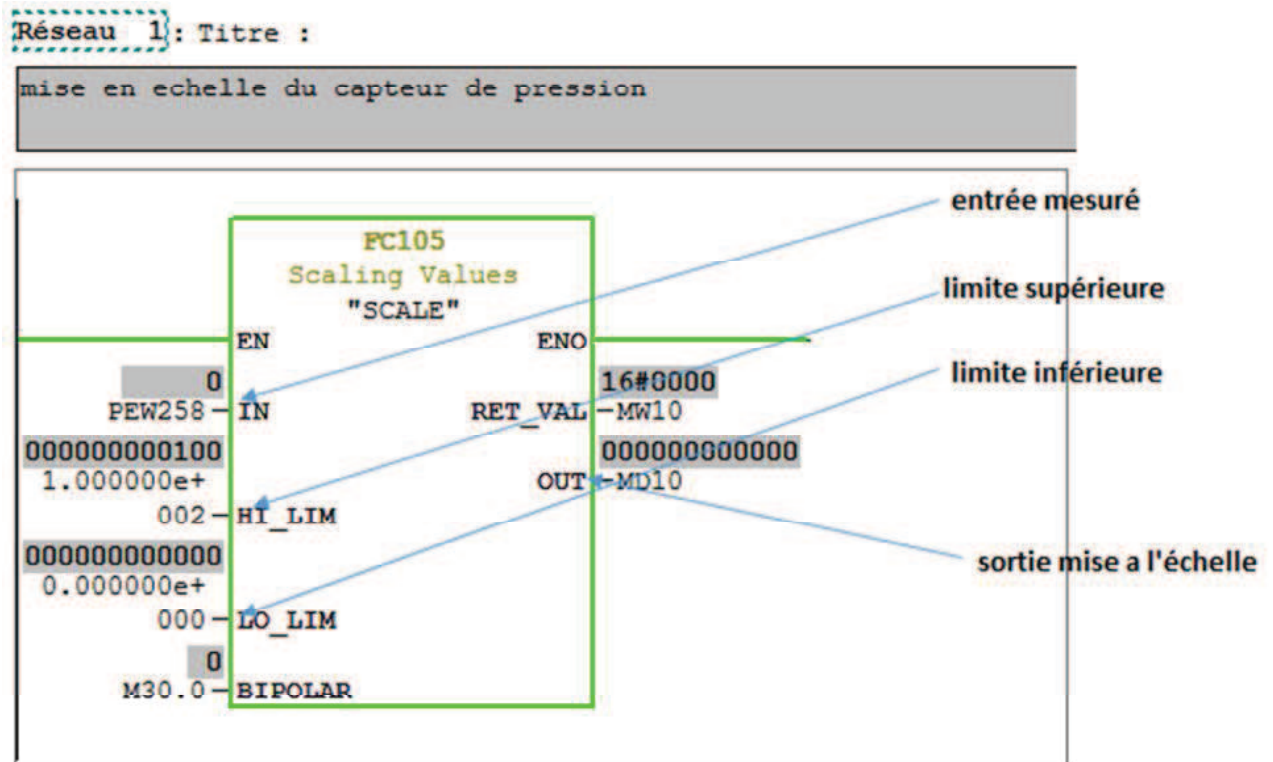
III.4.6. Mise à l'échelle avec le bloc FC105

La fonction mise à l'échelle (SCALE) prend une valeur entière (IN) et la convertie en une valeur réelle exprimée en unités physique, comprises entre une limite inférieure (LO_LIM) et une limite supérieure (HI_LIM)

Les valeurs d'entrée sont comprises entre deux valeurs K1 et K2. Si la valeur entière d'entrée est supérieure à K2 la sortie OUT est saturée à la valeur la plus proche de la limite supérieur (HI_LIM) et une erreur est signalée. Si la valeur entière d'entrée est inférieure à K1, la sortie est saturée à la valeur la plus proche de la limite inférieure (LO_LIM) et une erreur est signalée [12].

- **Les paramètres du bloc FC105**

- **EN** : alimentation du module.
- **IN** : valeur d'entrée à convertir.
- **HI_LIM** : limite supérieure en unité physique.
- **LO_LIM** : limite inférieure en unité physique.
- **Bipolaire** : l'état du signal (1) si la valeur d'entrée est bipolaire, (0) si elle est unipolaire.



22

Figure 3.16 : exemple d'une mise à l'échelle d'un capteur

III.4.7. la régulation continue

Dans une régulation continue, la grandeur à contrôler est mesurée d'une manière continue, ensuite comparée aux valeurs d'entrée du système. La régulation a pour but principal de rapprocher la valeur à régulé de celle injecter en entrée.

STEP 7 dispose de plusieurs blocs préprogramme qui assurent la tâche de la régulation, parmi eux le bloc FB41 dans lequel on doit d'abord déterminer les paramètres du PID.

III.4.7.1. Identification des paramètres du PID

Plusieurs méthodes existent, on illustre parmi eux :

➤ la méthode de Broida

Cette méthode consiste à déterminer les paramètres T et τ en utilisant les formules suivantes :

$$\tau = 2,8t_1 - 1,8t_2 \quad T = 5,5(t_2 - t_1)$$

Les valeurs t_1 et t_2 seront relevées graphiquement comme le représente la figure suivante :

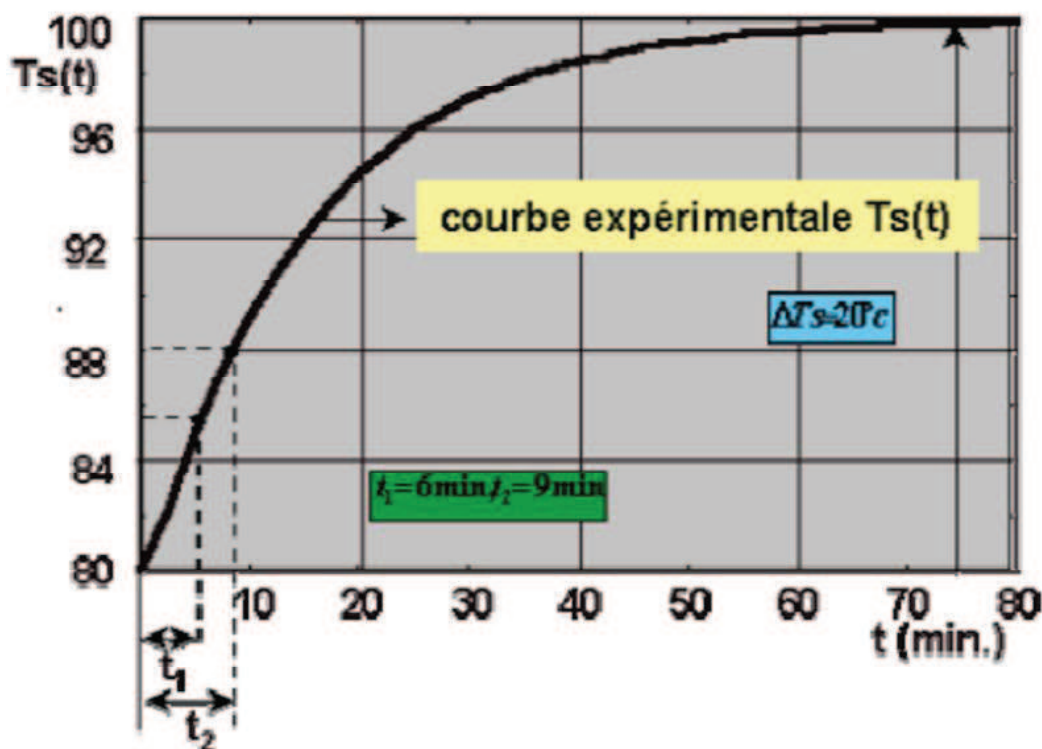


Figure 3.17 : relever les valeurs t_1 et t_2 .

On suite on calcule le rapport τ/T pour la détermination du type de régulateur à utiliser.

$R > 20$: tout ou rien

$20 > R > 10$: proportionnelle

$10 > R > 5$: régulateur PI

$5 > R > 2$: régulateur PID

$2 > R > 0$: autre régulateur

Une fois le régulateur est choisit, nous déterminons les autres paramètres à l'aide du tableau suivant :

Modes Action	P	PI série	PI parallèle	PID série	PID parallèle	PID mixte
K	$0,8.T/(K_s.\tau)$	$0,8.T/(K_s.\tau)$	$0,8.T/(K_s.\tau)$	$0,85.T/(K_s.\tau)$	$((T/\tau)+0,4)/(1,2.\tau)$	$((T/\tau)+0,4)/(1,2.\tau)$
Ti	Maxi (OFF)	T	$(K_s.\tau)/0,80$	T	$(K_s.\tau)/0,75$	$T+0,4.\tau$
Td	0	0	0	$0,4.\tau$	$0,35.T/K_s$	$(T.\tau)/(\tau+2,5.T)$

Tableau 3.1 : détermination des paramètres du PID par a méthode de Broida.

➤ méthode des approximations successives

Le système est ramené au tour de son point de fonctionnement manuellement, on règle les paramètres l'un après l'autre (P puis D puis I) en insérant un échelon de consigne (5% à 10%) dans le système (valeurs toujours plus proches des valeurs recherchées). Cette méthode est utilisée dans des systèmes automatisés à faible inertie car elle ne nécessite pas beaucoup de temps pour que le système revienne au point de fonctionnement.

- Réglage du paramètre P :
 - ✓ Stabiliser la mesure au point de fonctionnement.
 - ✓ Mettre le régulateur en P seulement ($T_I=0$ et $T_D=0$).
 - ✓ Afficher un gain faible (inférieure à 1).
 - ✓ Passer le régulateur en automatique pour égaler la consigne.
 - ✓ Introduire un échelon de consigne de 5% à 10%.
 - ✓ Observer l'allure de la courbe résultante.

Si c'est une harmonique amortie, augmenter le gain (ou diminuer la bande proportionnelle).

Si elle présente plus de deux oscillation, diminuer le gain (ou augmenter la bande proportionnelle).

- Réglage du paramètre D : (qui intervient seulement si la mesure accuse un retard)
 - ✓ Conserver la valeur de l'action proportionnelle précédente à la valeur intégrale minimale.
 - ✓ Introduire une action dérivée faible (le tiers de temps de réaction).
 - ✓ Mettre le régulateur en automatique jusqu'à ce que la mesure atteigne la consigne.
 - ✓ Insérer un faible échelon de consigne 5% à 10%.

Si la réponse ne s'amortie pas alors augmenter T_d .

Si la réponse est oscillante ou lente, diminuer T_d .

- Réglage du paramètre I :
 - ✓ Conserver les actions proportionnelle et dérivé précédemment déterminées.
 - ✓ Introduire une action intégrale faible (quelques minutes).
 - ✓ Mettre le régulateur en automatique et observer la courbe résultante.

Si la réponse est trop amortie ou trop lente, diminuer T_i .

Si la réponse représente un dépassement trop important, augmenté T_i .

III.4.7.2. Paramétrage du Le bloc FB41

Le bloc FB 41 « CONT_C » (continuous controller) sert à régler des processus industriels aux grandeurs d'entrées et de sorties continues sur les automates programmables SIMATIC S7. Le paramétrage vous permet d'activer ou de désactiver des fonctions partielles du régulateur PID et donc d'adapter ce dernier au système réglé. [12].

- **Quelques paramètres du bloc FB41 :**

- **EN** : mise sous tension.
- **COM_RST** : remise à zéro.
- **MAN_ON** : activation du mode manuel.
- **PVPER_ON** : activation de la mesure périphérique.
- **P_SEL** : activation de l'action proportionnelle.
- **I_SEL** : activation de l'action intégrale.
- **D_SEL** : activation de l'action dérivée.
- **CYCLE** : période d'échantillonnage.
- **SP_INT** : consigne interne.
- **PV_PER** : mesure de périphérie.
- **GAIN** : coefficient d'action proportionnelle.
- **TI** : temps d'intégration.
- **TD** : temps de dérivation.
- **LMN_PER** : valeur de réglage de périphérie.

- **Principe de fonctionnement :**

La mesure peut être lue en format de périphérie ou de virgule flottante. La fonction CRP_IN convertit la valeur de périphérie PV_PER en un nombre à virgule flottante compris entre -100 et +100 % selon la formule suivante :

$$\text{sortie de CRP_IN} = PV_PER * \frac{100}{27648}$$

La fonction PV_NORM normalise la sortie de CRP_IN selon la formule suivante :

- ✓ Sortie de PV_NORM = (sortie de CPR_IN) _ PV_FAC + PV_OFF.
- ✓ La valeur par défaut de PV_FAC est 1 et celle de PV_OFF est 0.
- ✓ La consigne est entrée en format de virgule flottante à l'entrée SP_INT.
- ✓ La différence entre consigne et mesure donne le signal d'erreur. Il traverse une zone morte (DEADBAND) pour supprimer la petite oscillation permanente due à la quantification de la

grandeur de réglage (par exemple en cas de modulation de largeur d'impulsions avec PULSMGEN). Quand DEADB_W égale 0, la zone morte est désactivée. [12]

La fonction LMN_LIMIT permet de limiter la grandeur de réglage à une valeur indiquée, et la fonction LMN_NORM normalise la sortie LMN_LIMIT. La valeur de réglage est disponible sur LMN en format à virgule flottante, aussi en format de périphérie grâce à la fonction CRP_OUT qui convertit la valeur à virgule flottante LMN en une valeur périphérie.

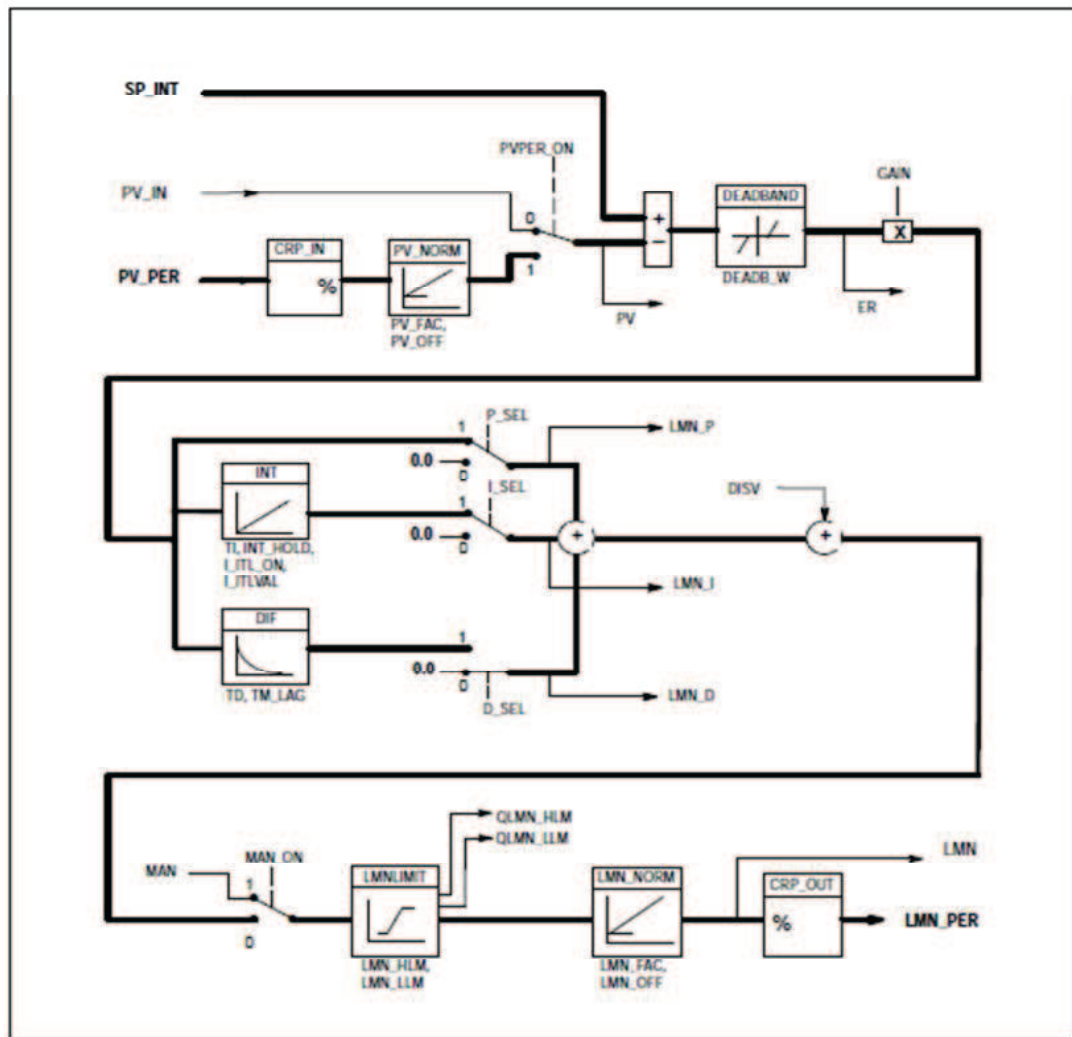


Figure 3.18 : schéma fonctionnelle du CONT_C

Le bloc FB41 est utilisé pour la régulation continue deux vannes modulante du débit de sirop et de co2, son rôle est de calculer une valeur d'ajustement, en fonction de l'erreur (différence mesure/consigne) selon l'algorithme du régulateur PID. Dans notre cas on a utilisé la méthode des approximations successive pour déterminer les paramètres du PID puisque la méthode de Broida nécessite un essai sur la station ce qui n'est pas à notre disposition.

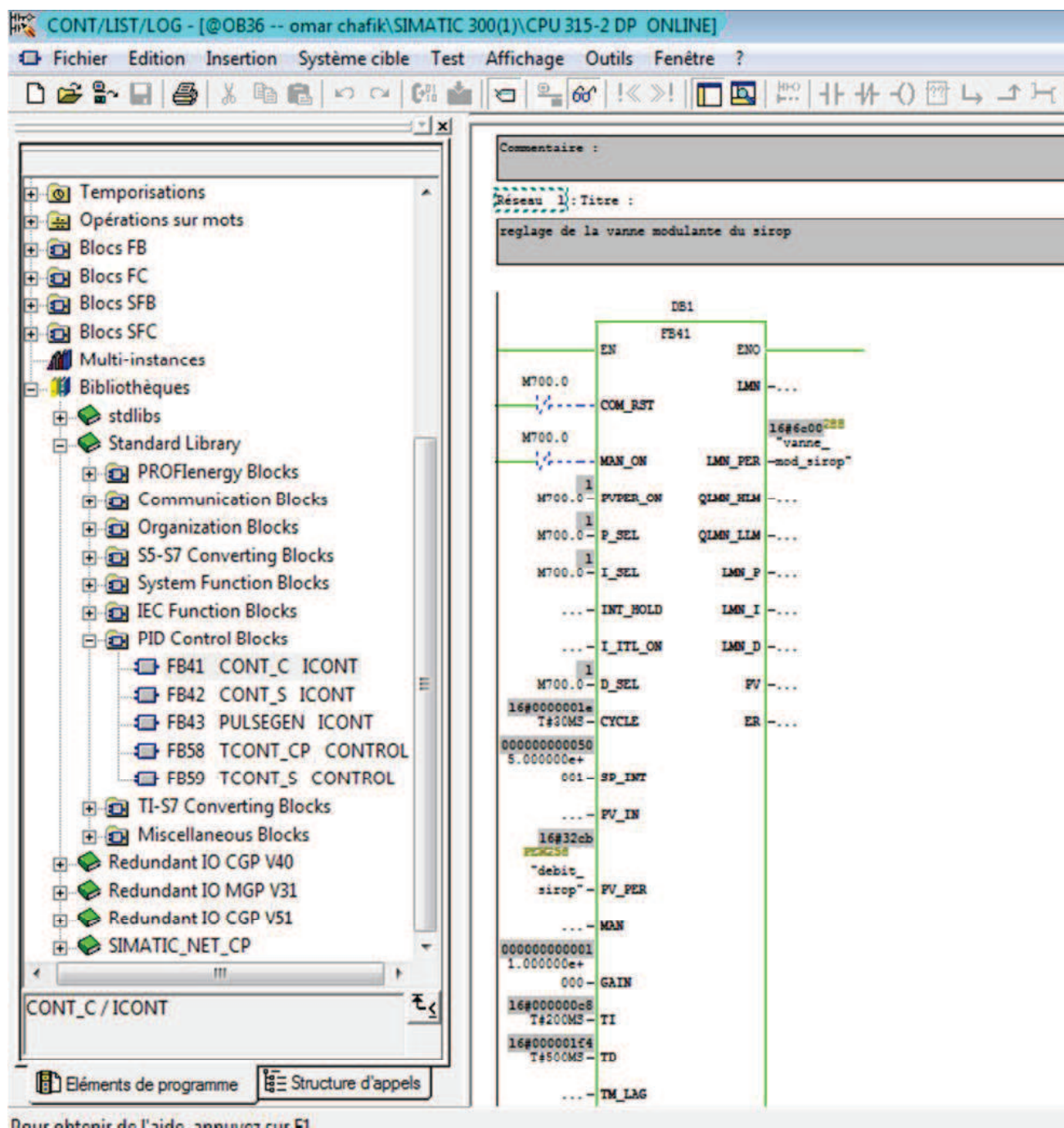


Figure3.19 : paramétrage d'un bloc FB41

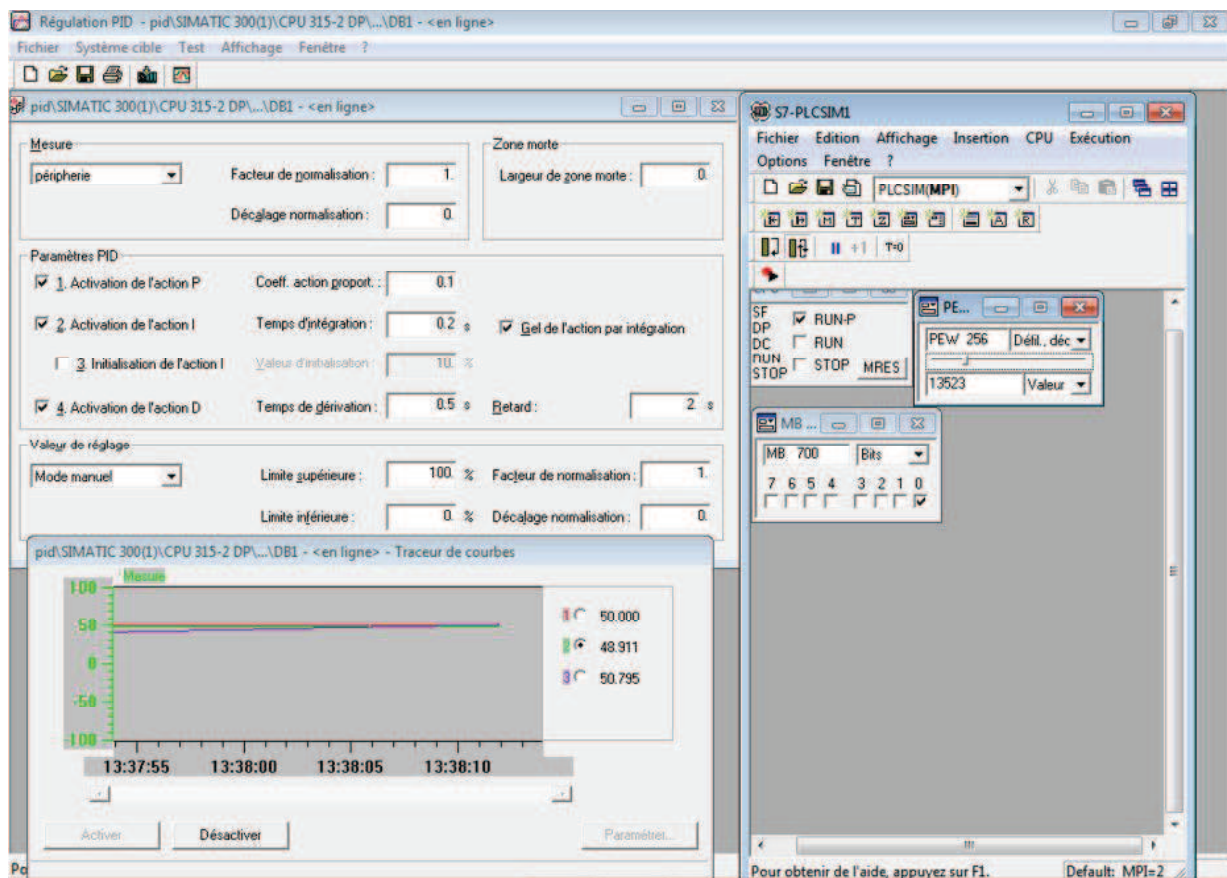


Figure 3.20 : simulation du bloc FB41

III.5. Conclusion

Dans ce chapitre, Après avoir choisi l'automate adéquat (S7-300) à notre problématique, nous avons proposé une solution programmable pour notre système à l'aide du logiciel STEP 7. Nous avons procédé de la manière de la programmation structuré dans des fonctions (FC, FB), et on l'a également simulé grâce au logiciel cité, et cela nous a permis davantage la supervision de notre système qui sera le but du prochain chapitre.

IV.1 Introduction

La supervision offre beaucoup de possibilités à l'opérateur pour le suivi de son système de production, en milieu industriel. En effet, avec la possibilité d'agir sur les différents paramètres du système, le fonctionnement devient flexible. La centralisation de la surveillance du système réduit le nombre d'opérateur et par conséquent permet de dégager des économies.

La communication entre un opérateur et le processus est assurée par une interface homme-machine (IHM). Le contrôle proprement dit du processus est assuré par système d'automatisation.

Les pupitres opérateurs de SIEMENS offrent des fonctionnalités intéressantes avec la possibilité de se connecter sur le réseau. Pour notre cas, le cahier des charges nous a proposé d'utiliser le SIMATIC multi panel MP377 15° touch. Muni de son propre système d'exploitation Microsoft, c'est un véritable micro-ordinateur.

Dans ce chapitre, nous allons découvrir le logiciel de programmation WinCC flexible 2008a travers les différentes étapes de programmation

IV.2 Définition 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 indispensable pour une éventuelle prise de décision, cette présentation passe par les images synoptiques comprenant des images et des objets animés par l'état des organes de commande et les valeurs transmises par les capteurs [14]

IV.3 Les taches d'un système HMI

Un système d'Interface Homme-Machine (IHM) est chargé des tâches suivantes :

- Représentation du processus :

Les éléments qui rentrent dans le processus du système à automatiser sont représentés sur le pupitre opérateur, lorsqu'un état du processus évolue, l'affichage du pupitre opérateur est mis à jour.

- Commande du processus :

L'opérateur peut commander le processus du système via l'interface utilisateur graphique, il peut définir une valeur de consigne pour un automate ou démarrer un moteur.

- Vue des alarmes :

Lorsque des états critique surviennent dans le processus, ou une valeur limite est franchis une alarme est immédiatement déclenchée.

- Archivage des variables processus et d'alarmes :

Les alarmes et valeurs processus peuvent être archivées par le système IHM, on peut ainsi documenter la marche du processus et accéder ultérieurement aux données de la production écoulée

- Gestion des paramètres de processus et de machine :

Les paramètres du processus et des machines peuvent être enregistrer au sein du système IHM dans des recettes, ces paramètres sont alors transférables en une seul opération sur l'automate pour démarrer la production d'une variable [14].

IV.4. Constitution d'un système de supervision :

La majorité des systèmes de supervision se compose d'un support à microprocesseurs (ordinateur, pupitre) doté d'un logiciel de supervision en communication via un réseau local industriel avec une ou plusieurs parties commande

La conception de tels systèmes de supervision demande l'utilisation de logiciels conçus à cet effet. Parmi les plus populaires nous citerons le logiciel WinCC flexible.

IV.5 Présentation du logiciel WinCC flexible 2008 :

WinCC (Windows control center) est un logiciel de gestion d'interfaces de supervision et d'acquisition de données. Il peut aussi bien être utilisé pour visualiser et contrôler les processus industriels de grande ou de petite envergure. Les processus peuvent être contrôlés localement ou à distance.

Les données sont représentées graphiquement par des symboles animés à l'effigie des composants du processus automatisé. L'interaction avec la plateforme de supervision, comme l'activation d'organe et la saisie des valeurs, reste possible et modifie le fonctionnement de la station au besoin.

IV.6 Les applications du système WinCC flexible :

WinCC flexible se compose de plusieurs applications pour la fonction de supervision il dispose des modules suivants :

➤ **Graphic designer :**

Il offre la possibilité de créer des vues de procédées, et de les configurer en leur affectant les variables correspondantes. À cet effet, il dispose d'une bibliothèque d'objet et permet de créer des objets selon le besoin. Il assure la fonction de visualisation grâce au **graphic runtime**.

➤ **Tag logging :**

On y définit les archives, les valeurs du processus à archiver et les temps de cycle de saisie et d'archivage. Aussi on y configure la mémoire tampon sur le disque

➤ **Alarme logging :**

Il se charge de l'acquisition et de l'archivage des alarmes, en mettant à la disposition des utilisateurs. Les fonctions nécessaires à la prise des alarmes issues du procédé, à leur traitement, leur visualisation, leur acquittement et leur archivage.

➤ **Global script runtime :**

Il dispose de deux éditeurs : l'éditeur C et l'éditeur Visuel Basic (VSB), à l'aide desquels on crée des actions et des fonctions qui ne sont pas prévues dans le WinCC flexible

➤ **Report designer :**

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

➤ **User administrator :**

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

IV.7 Création de notre projet sous WinCC flexible 2008 :

Elle se fait en cliquant sur l'icône « créer un projet avec l'assistant de projet », se trouve dans l'interface principale du WinCC flexible, là on intègre notre projet STEP7. La dernière étape consiste à nommer le projet.

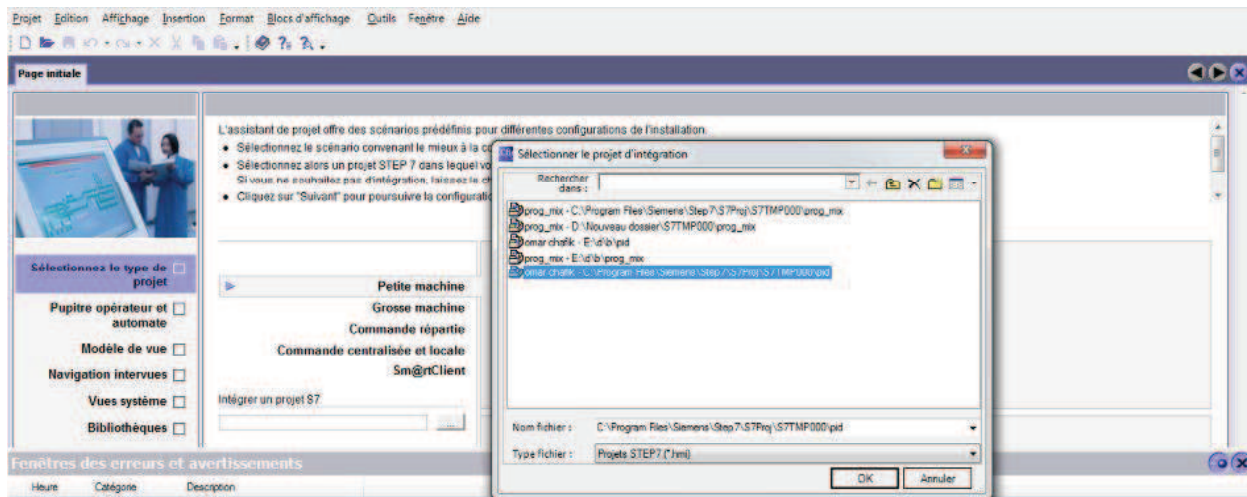


Figure 4.1 : création d'un nouveau projet.

- Ensuite on passe à la sélection du pupitre opérateur, chacun avec ses spécificité y compris des pupitres qui ne sont pas de constructeur SIEMENS, donc notre cas nous choisissons le MP377 15"touch.

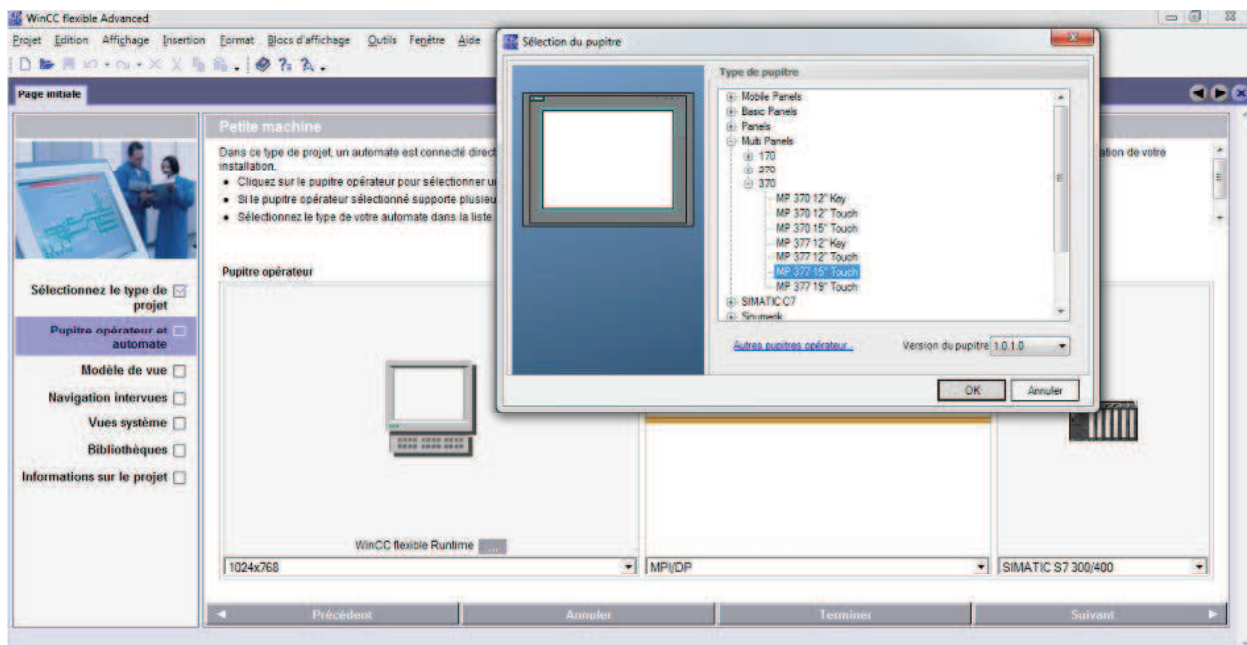


Figure 4.2 : choix du pupitre.

- A l'ouverture, trois fenêtres s'ouvrent (fenêtre de projet, fenêtre des propriétés, fenêtre des outils) ainsi que la vue d'alarme. pour l'édition des autres vues on change la configuration de la vue modèle (initial).

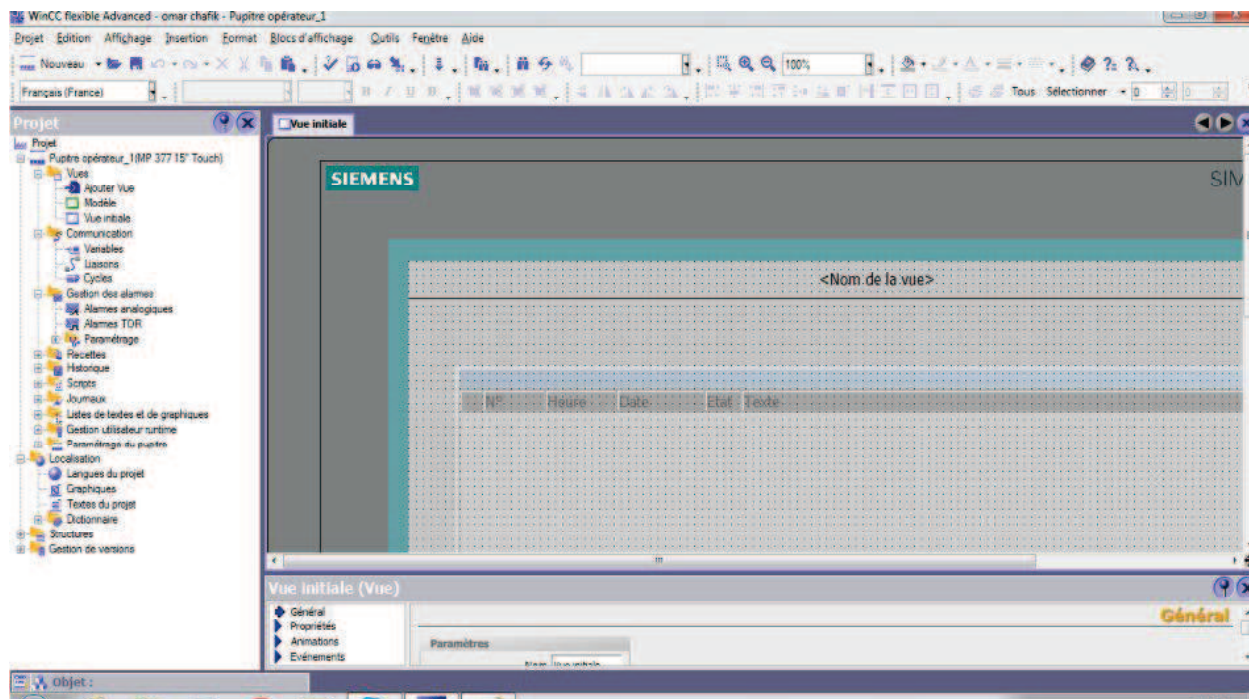


Figure 4.3 : espace de travail.

Dans WinCC flexible nous créons des vues pour le contrôle et commande des machines

- La communication : le pupitre opérateur et les automates SIMATIC S7 communiquent via des variables des pages de données utilisateurs et des réseaux

Pour notre cas, la communication se fait via le réseau PROFIBUS qui se connecte à l'interface MPI de la CPU

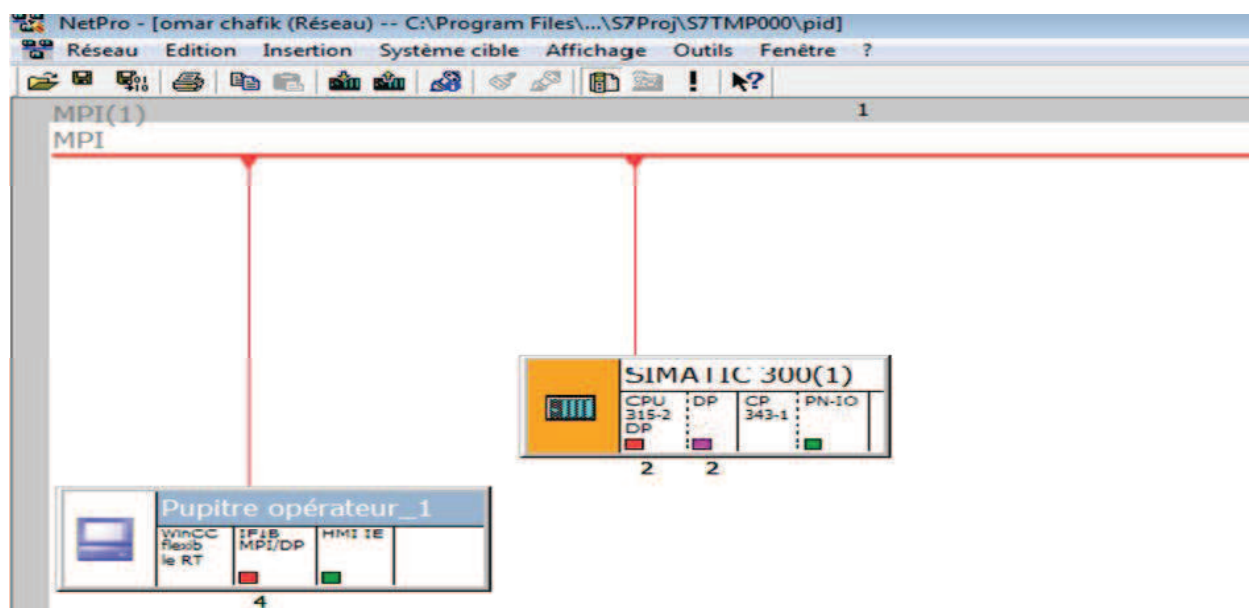


Figure 4.4 : Communication avec l'automate via PROFIBUS.

- Edition des variables : on a deux sortes de variables
- ❖ Variable_internes: Elles sont enregistrées dans la mémoire du pupitre. Ce dernier peut accéder en lecture ou en écriture aux variables.
- ❖ Variables_externes: Elles permettent de communiquer, c-à-d, échanger des données entre les composants d'un processus automatisé (entre un pupitre opérateur et un automate programmable).

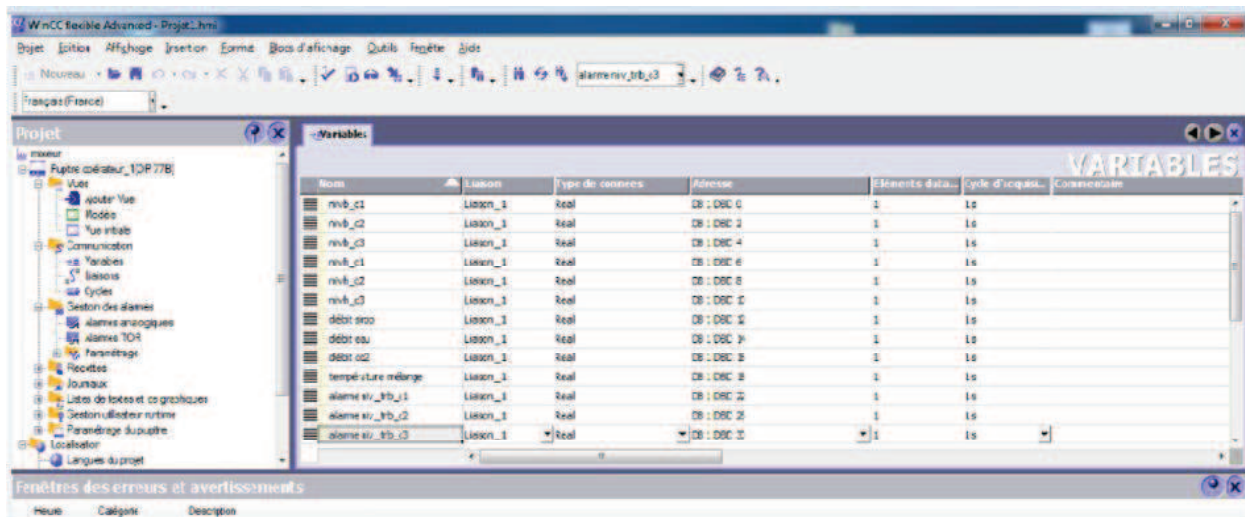


Figure 4.5 : édition des variables.

- Les alarmes :

Les alarmes indiquent les incident et les états de fonctionnement d'un processus elles sont généralement déclenchées par l'automate programmables et affichées sur le pupitre opérateur dans une vue. Une fois éliminée, elle est acquittée dans la fenêtre d'alarmes par un opérateur ou par l'automate programmable. Les alarmes sont à chaque fois archivées

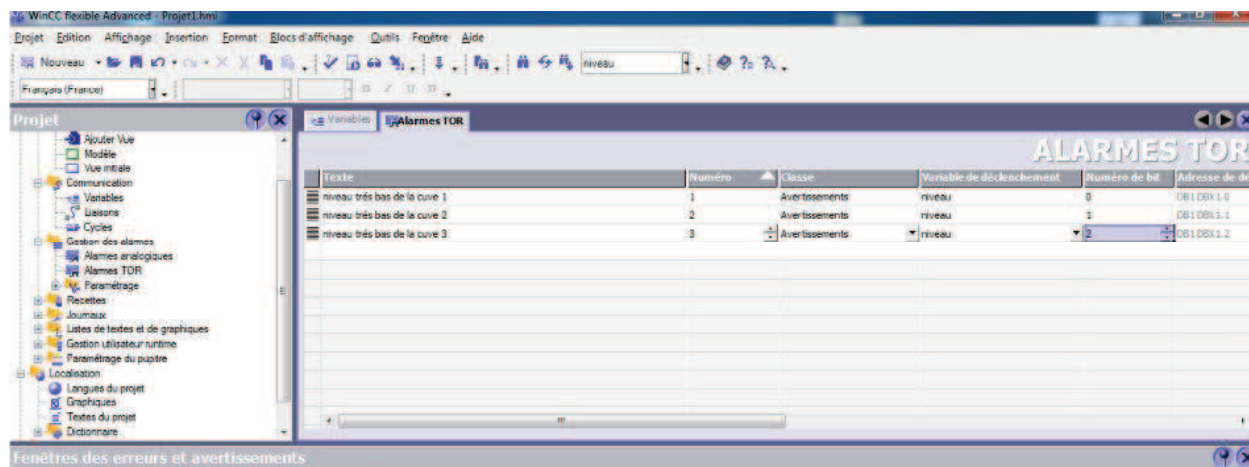


Figure 4.6 : édition des alarmes TOR.

IV.8 Simulation avec WinCC flexible Runtime

Dans notre projet nous avons crée plusieurs vues qui permettent de mieux gérer la communication homme-machine :



Figure 4.7 : fenêtre d'accueil.

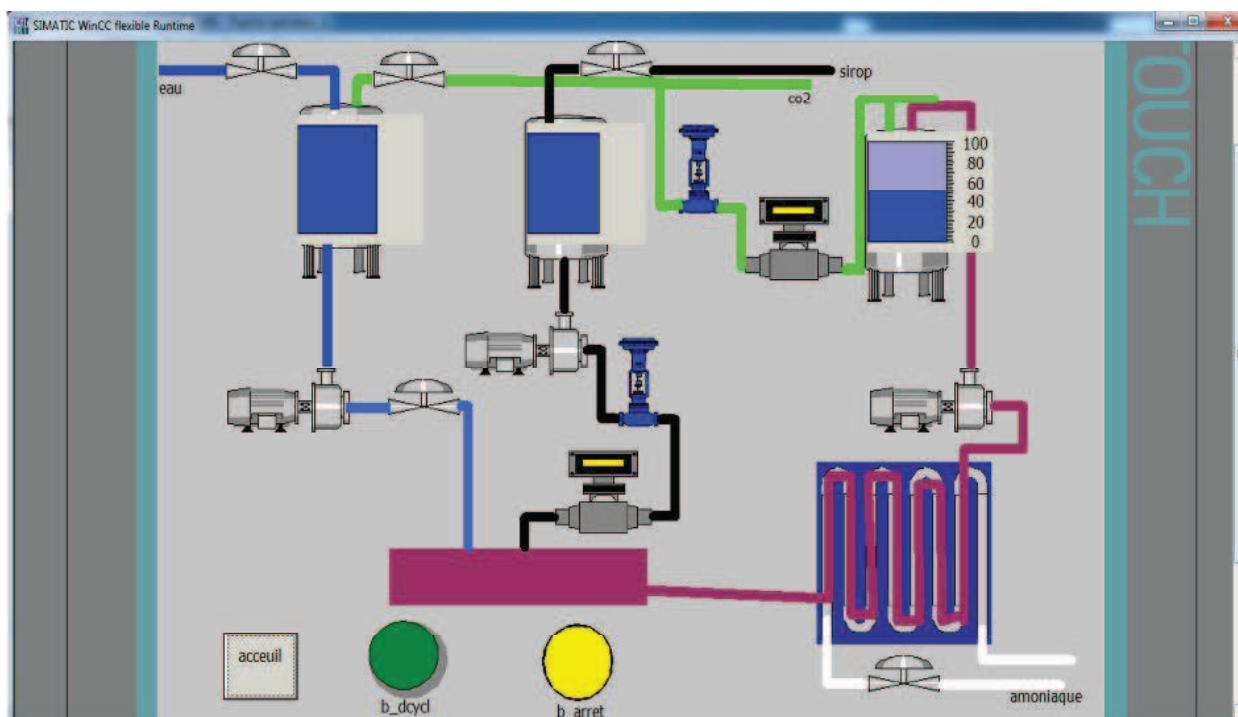


Figure 4.8 : vue général du processus.

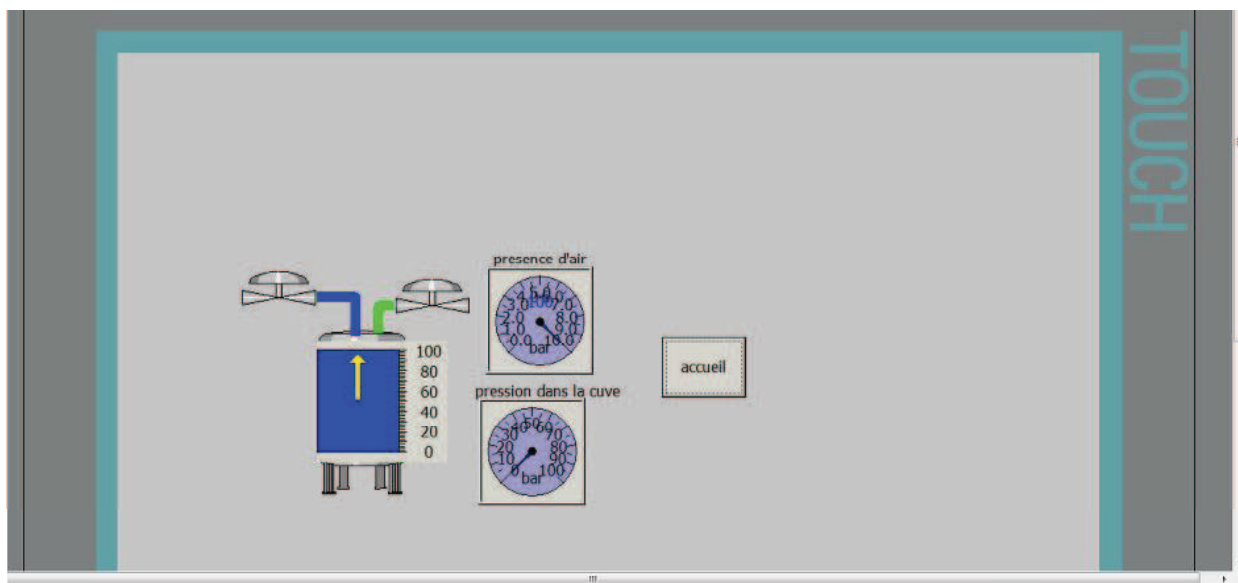


Figure 4.9 : vue de désaération.

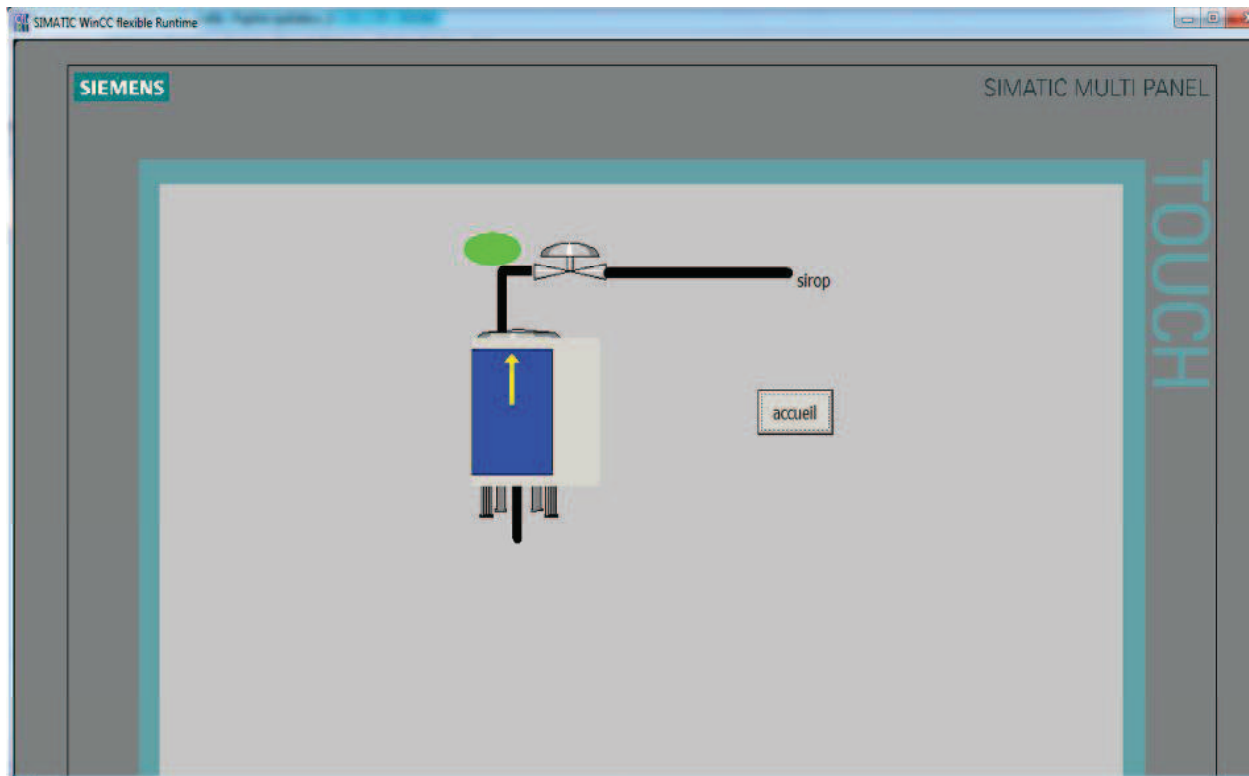


Figure 4.10 : vue de la cuve de sirop.

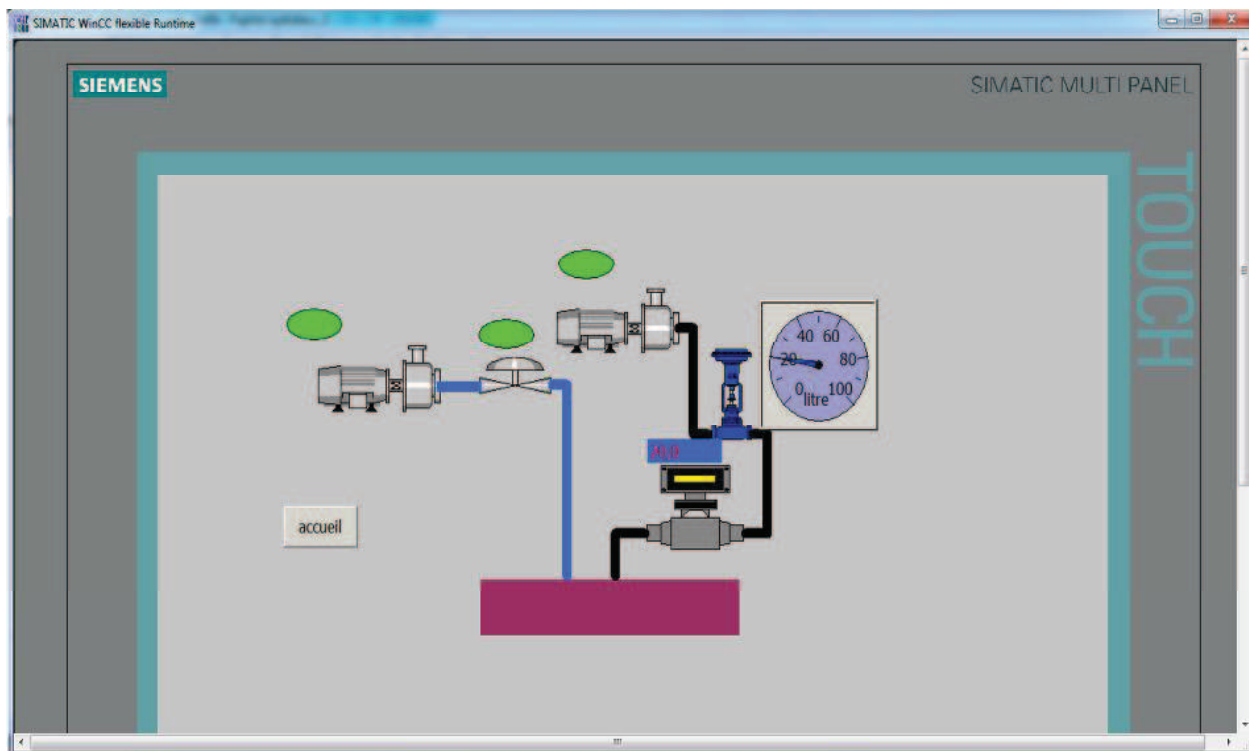


Figure 4.11 : vue de dosage.

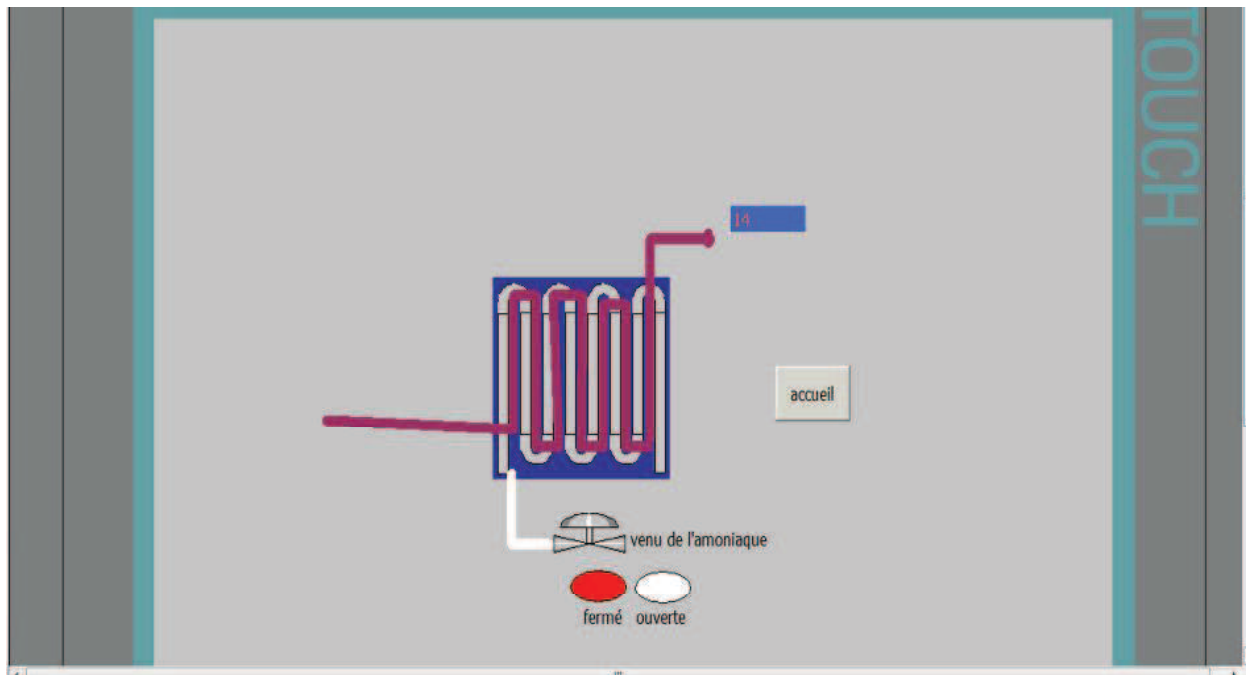


Figure 4.12 : vue de refroidisseur.

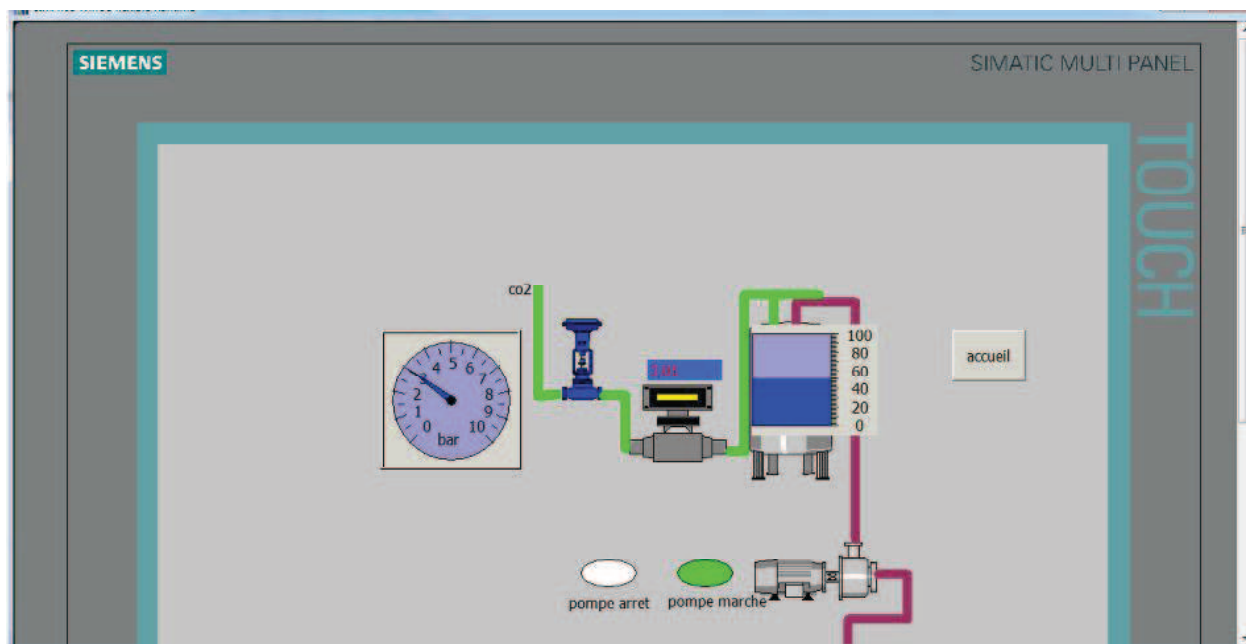


Figure 4.13 : vue de saturation.

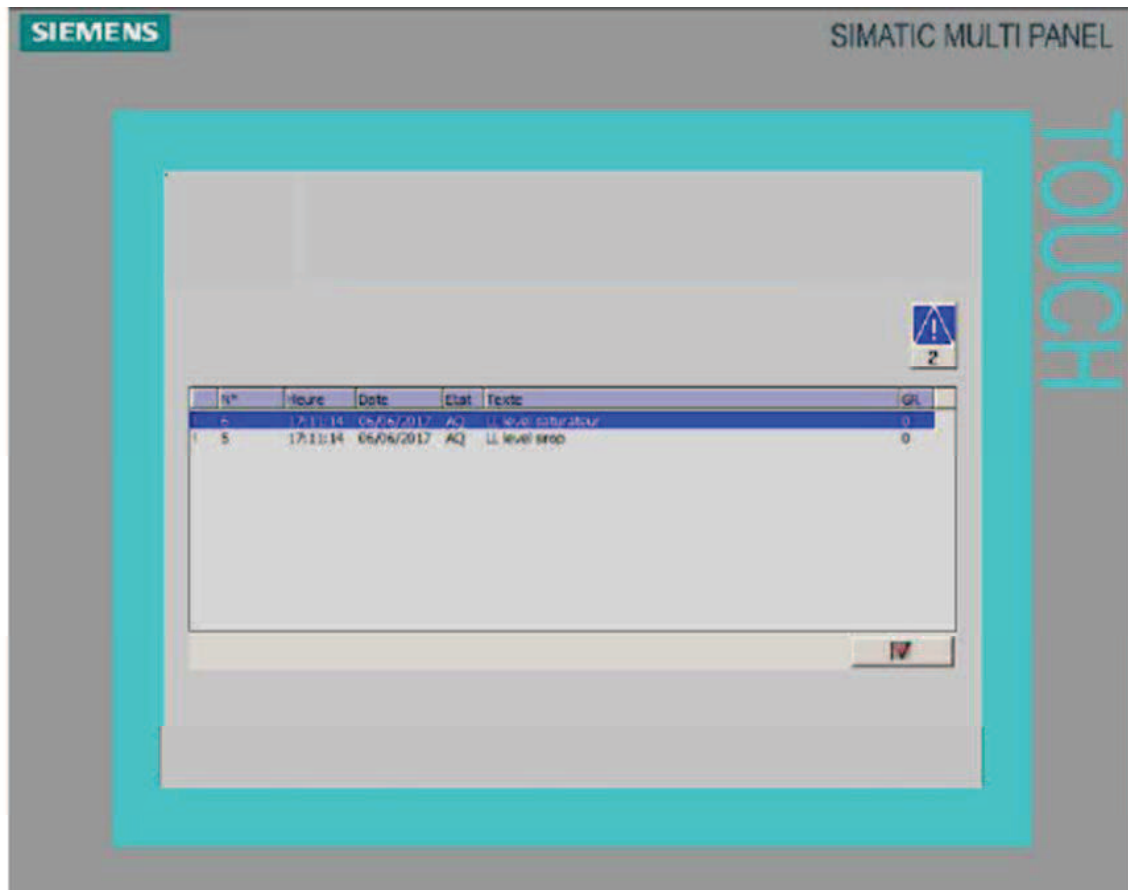


Figure 4.14 : vue des alarmes TOR.

IV.9 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons découvert le logiciel WinCC flexible, avec lequel on a réalisé l'interface homme-machine de notre système de mixage que nous avons conçue. Cette interface permet la commande et la visualisation des différentes parties du processus de mixage.

Conclusion générale :

Dans ce mémoire nous avons présenté notre travail qui est l'automatisation d'un processus de mixage de produit fini par un automate programmable industriel API qui est l'organe de commande principale utilisé dans une automatisation plus au moins complexe.

On a donné également une démarche générale et une procédure à suivre pour réaliser l'automatisation d'une machine qui se repose sur une meilleure analyse du procédé ainsi que le bon choix des équipements de commande. Le but principal de notre travail consiste à réaliser une commande automatique pour le système de mixage avec un automate programmable S7-300 de SIEMENS

Pour mettre en œuvre cette commande nous avons réalisé un programme à l'aide d'un logiciel STEP7 pour l'ensemble des séquences dont le lancement marche arrêt et la protection de la machine

Nous avons également réalisé un programme pour la commande analogique, la mise en échelle des capteurs de pression et de la température. Nous avons ainsi étudié et réalisé par le même API, la régulation du débit de deux vannes modulantes de notre système

Le système de commande réalisé garantit une facilité d'apporter des modifications au mode de fonctionnement du système. Il peut aussi être connecté au réseau PROFIBUS et de supervision comme SIMATIC WinCC Flexible.

En termes de ce travail et après l'étude de l'automatisation du processus, nous sommes arrivés à réduire les problèmes constatés auparavant.

- Améliorer le rendement et l'efficacité du fonctionnement (augmentation de quantité du produit fini et améliorer sa qualité grâce au bon contrôle de niveau, température et du débit)
- Réduire la présence humaine dans notre système
- Simplifier la commande avec IHM (interface homme machine)

Enfin, nous pouvons dire que nous avons pu réaliser un travail qui nous a permis de tester et conforter nos compétences, ainsi évaluer nos connaissances dans la pratique dans le domaine d'automatisation. Nous espérons également que notre modeste travail soit bénéfique pour les promotions à venir.

Références bibliographiques

[1] : S. HAMADOUCHE et S. CHABA, « Automatisation et supervision de l'envoi de sirop fini vers les lignes de production de l'usine Fruital Coca Cola », mémoire de master, automatique et informatiques industrielles, UMMTO, promotion 2016.

[2] : S. BOUSSADA et K.BAKIR, « automatisation et supervision d'un processus de pasteurisation du lait », mémoire de master, automatique et informatique industriel, UMMTO, promotion 2014.

[3] : Luc Loron « commande des systèmes électrique » édition hermès science ,2003 ,413 p

[4] : manuel d'instrumentation capteur et transmetteur pour les industries de process, ENDRESS+HAUSER.

[5] : - www.frigoristes.fr/static/telechargement/pressostats.pdf 05/2017

[6] : Festo Datasheet distributeur, https://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/40585/CPV-DI02_CO2_2012-01a_548734F1.pdf.

[7] : philippe.berger2.free.fr/automatique/cours/G7/le_grafcet.htm.

[8] : www.technologuepro.com › Cours Génie Electrique.

[9] : G. BOUJAT, P.ANAYA, « Automatique industrielle en 20 fichiers », Edition DUNOD, 2007.

[10] : A. BIANCIOTTO, P. BOYE, « l'informatique en automatisation industrielle », Tome 1, Edition Delagrave, 1984.

[11] : WILLIAM BOLTON «Les automates programmables industriels », Edition DUNOD, 2010.

[12] : manuelle de référence SIMATIC, SIEMENS 05/2010.

[13]: SIEMENS documents technique 2016.

[14]: SIMATIC-HMI-WINCC flexible « Getting Started ».



Annexes

I. Caractéristique technique des capteurs

1. Sonde de niveau

- Principe de mesure : conductif.
- Caractéristique/application : sonde a tige, avec détection multipoint (jusqu'à cinq point
- Alimentation : DC PNP 10.8V....45V
- Longueur de la sonde : 0.1m...4m
- Sortie : TOR (0-1)

2. Lame vibrante (Liquiphant M FTL50H)

- Plage de température : De -40°C à -150°C
- Alimentation : 2 files AC 19.253VAC.50Hz
- Lames en inox 316L
- Sortie : TOR (0-1)

3. Sonde de température

- Valeur initial : 100ohms à 0°C
- Plage de température : DE -200°C à -600°C
- Précision élevé et linéarité
- Sortie : Analogique 4-20mA

4. Débitmètre Promag 50p

- Une conductivité minimale 50 $\square$ S/Cm
- Mesure de débit jusqu'à 2500m³/h
- Température de produit jusqu'à -90°C
- Active : 4...20mA
- Passive : 30V DC/250mA

II. Caractéristique technique de l'automate S7-300

A. Caractéristique technique du module d'alimentation PS307 : référence 307-1EA01-0AA0

- ✓ Tension d'entrée :
 - Tension nominale : **120/230 V ac**
 - Fréquence : **50 Hz**
- ✓ Courant d'entrée :
 - Valeur nominale pour 230V : **1.2 A**
 - Valeur nominale pour 120V : **2.3 A**
- ✓ Tension de sortie : **24 V**
- ✓ Courant de sortie :
 - Valeur nominale : **5 A**

B. Caractéristique technique de la CPU 315-2DP : référence 6ES7315-2AG10-0AB0

- ✓ Mémoire de travail : **128 KO**
- ✓ Courant d'entrée :
 - valeur nominale : **0.8 A**
- ✓ MMC max : **8 MB**
- ✓ Port MPI + DP

C. Caractéristique technique module d'entrée TOR SM 321 DI16xDC24V de référence 6ES7 321-1BH02-0AA0

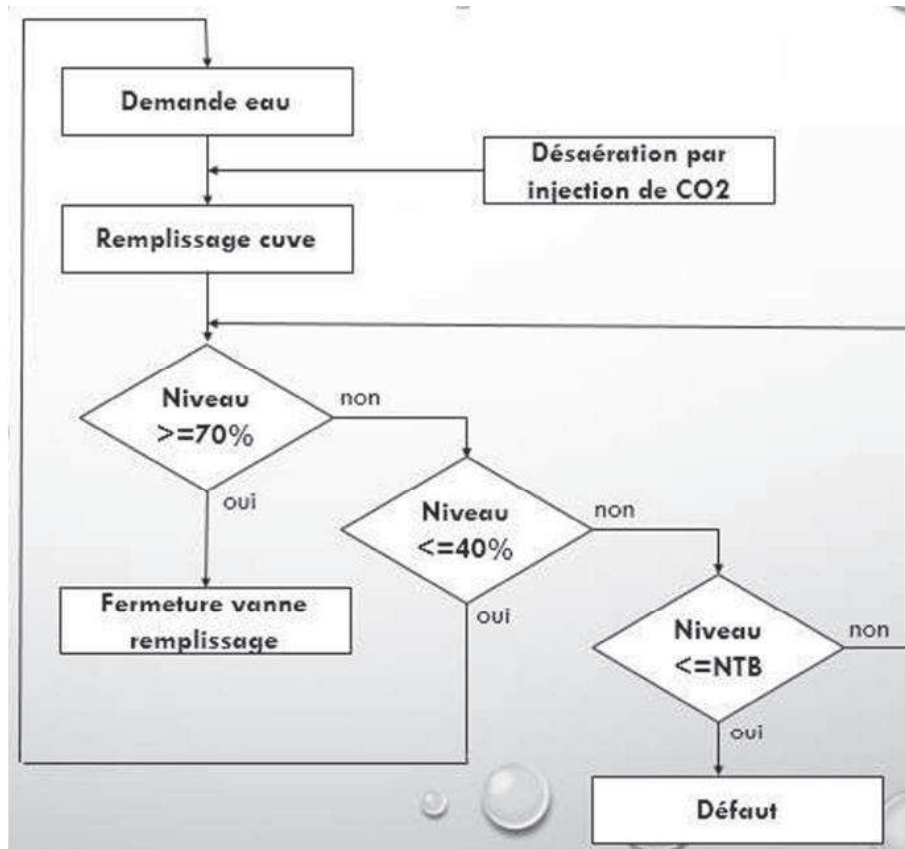
- ✓ Nombre d'entrée : **16**
- ✓ Type de tension d'entrée : **DC**
- ✓ Valeur nominal de tension : **24 V**
- ✓ Courant d'entrée : **7 mA**

D. Caractéristique technique module de sortie TOR SM 322 DO16xDC24V/0.5A de référence 6ES7 322-1BH01-0AA0

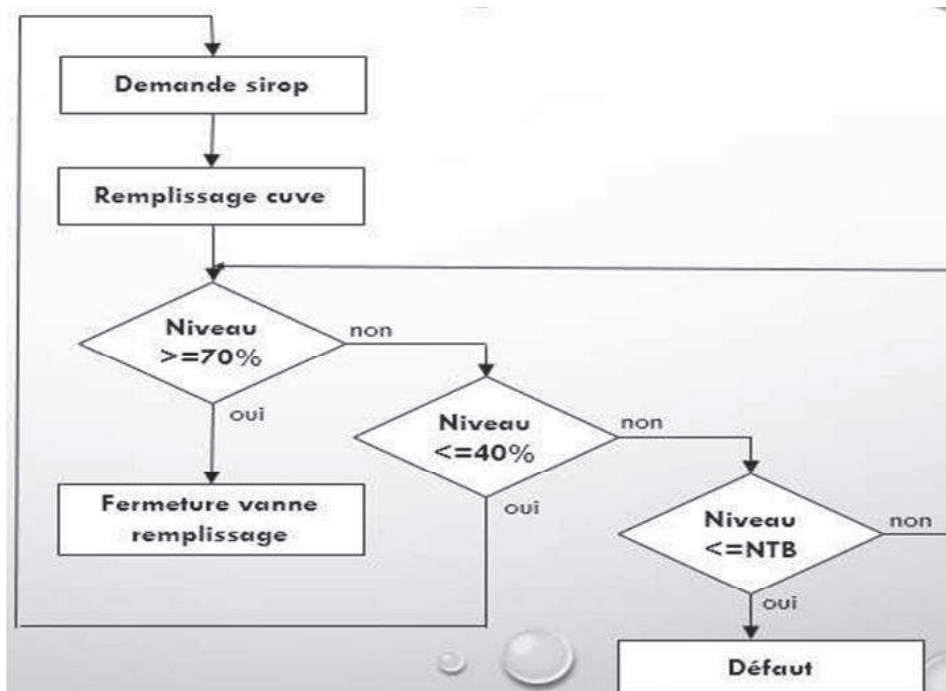
- ✓ Nombre de sortie : **16**
- ✓ Tension d'alimentation : **24 V**
- ✓ Plage admissible : **20.4 V ,28.8 V**
- ✓ Courant d'entrée : **80 mA**

III. Organigramme

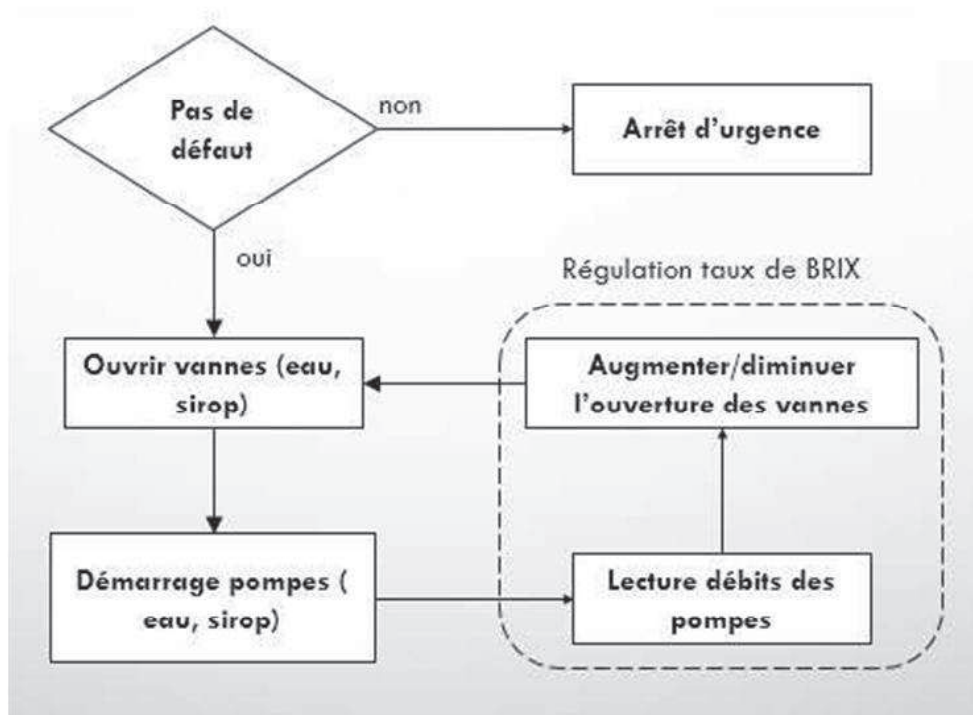
1) Remplissage cuve d'eau



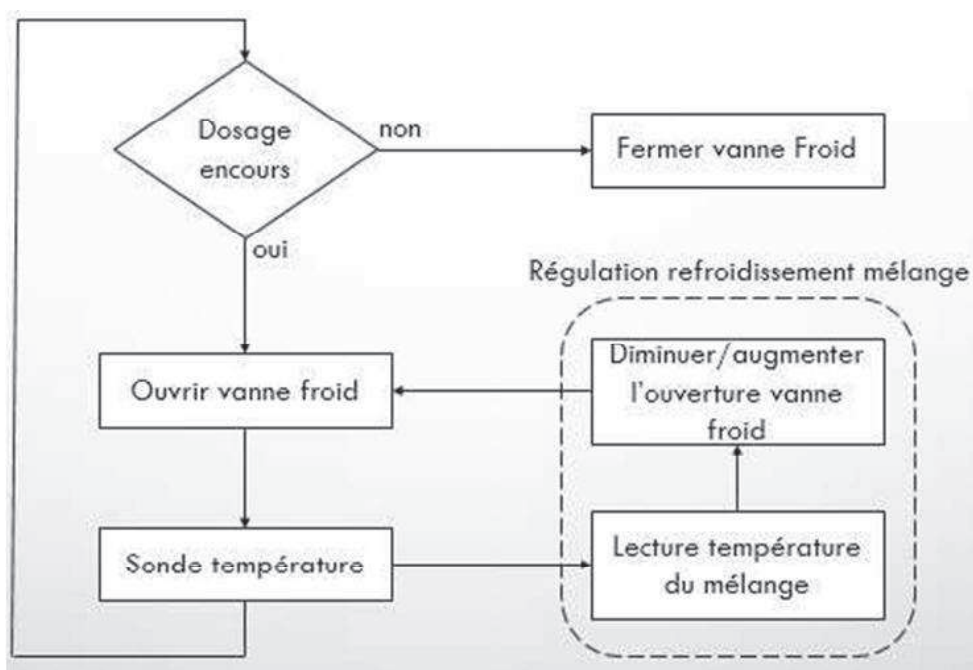
2) Remplissage cuve sirop



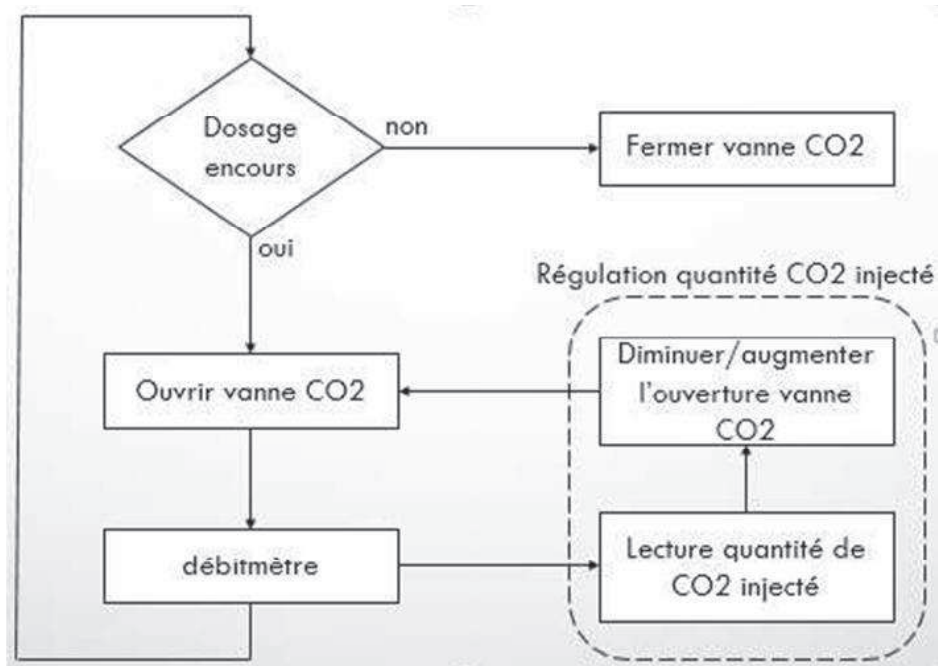
3) Dosage



4) Refroidissement



5) Injection Co2



Résumé :

Le travail présenté dans ce mémoire est basé essentiellement sur l'utilisation d'un automate programmable de la famille SIEMENS. Nous avons réalisé une automatisation et une supervision de la fabrication de boisson gazeuse, à l'entreprise Fruital Coca Cola. La gestion du processus, l'acquisition et le traitement des données du processus sont assurés par un automate S7-300. Nous avons aussi créé l'interface homme-machine à l'aide du logiciel Wincc flexible afin de faire la commande du processus par l'opérateur

Mot clé :

Automatisation, supervision, mixeur, Fruital , Coca Cola, régulation