

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement et de la Recherche Scientifique**  
**UNIVERSITÉ ABDERRAHMANE MIRA DE BÉJAÏA**  
**FACULTÉ DE TECHNOLOGIE**  
**Département d'Automatique, de Télécommunication**  
**& d'Électronique**

*Mémoire de fin d'étude*

**En vue de l'obtention du diplôme de Master en**  
**Électronique**

**Spécialité : Automatique et informatique industrielle**

**Thème :**

*Etude de fonctionnement de l'automatisation et  
du poste d'alimentation du sucre liquide*

**Réalisé par :**

**AZROU Abderrezak**

**BOUTEBTOUB M<sup>ed</sup> Amezaine**

**Devant le jury :**

**M<sup>me</sup> Bellahsene**

**M<sup>me</sup> Mezzah**

**Encadré par :**

**Mr ADJATI**

**Mr AMGHAR**

**Année Universitaire 2017/2018**

A decorative border of blue birds in flight, arranged in a rectangular frame around the text.

# *Remerciement*

*Au terme de ce travail, nous tenons à adresser nos remerciements les plus sincères, tout d'abord au « Bon Dieu » pour la volonté, la santé et la patience, qu'il nous a donnée durant toutes ces longues années.*

*Aussi, nous tenons également à exprimer nos vifs remerciements à nos promoteurs Mr ADJATI Arezki et à notre encadreur Mr AMGHAR Arezki.*

*Nous adressons nos remerciements à tous les membres du jury pour avoir accepté d'examiner ce travail, nous espérons qu'il soit digne de leurs intérêts.*

*Nous tenons à présenter nos vifs remerciements à toutes les personnes qui nous ont aidés à élaborer et réaliser ce mémoire. A toute l'équipe du service automatisme de la S.A.R.L IBRAHIM ET FILS Ifri.*

# **DEDICACES**

**Du profond de mon cœur, je dédie ce modeste travail à tous ceux qui me sont chers,**

## **A ma chère et tendre mère**

**Aucune dédicace ne serait exprimer mon amour éternel, mon respect, et ma considération pour les sacrifices que vous avez consentie pour mon instruction, mon éducation, et pour mon bien être.**

**Je vous remercie pour tous le soutien et l'amour que vos me portez depuis ma naissance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.**

**Que ce modeste travail soit l'exaucement de tous vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrable sacrifices.**

## **A la mémoire de mon père**

**Je dédie ce travail est à mon père, qui m'a toujours poussé et motivé dans ma vie et mes études.**

**J'espère que, du monde qui est désormais sien, il apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'un fils qui pris toujours pour le salut de son âme.**

**PUISSE DIEU, TOUT PUISSANT, L'AVOIR EN SA SAINTE MISERICORDE**

## **A Mes chers frères et sœurs:**

**Je vous dédié ce travail en témoignage des liens solides qui nous unissent, pour votre soutiens, encouragement, en vous souhaitant un avenir plein de succès et prospérité.**

**A mes chers amis Lynda, Smail, mon groupe de musique ZAWAN Fusion au complet, mon binôme ainsi qu'a tous mes collègues et amis du master**

**A Tous Ce Qui M'ont Soutenu Et Qui Me Soutiennent Encore.**

**MOUHAND**

# © Dédicace ©

*Je dédie ce modeste travail :*

© *A mes très chers parents*

*Pour l'éducation qu'ils m'ont prodigué ;  
avec tous les moyens et au prix de tous les  
sacrifices qu'ils ont consentis à mon égard,  
pour le sens du devoir qu'ils m'ont enseigné  
depuis mon enfance. Et qui ont été toujours là  
pour moi.*

© *A ma très chère femme O.SOUHILA qui été  
toujours là à mes côté.*

© *A mon frère WAHIB et mes deux sœurs  
KANZA ET FETTA.*

© *A mon binôme et ami B.MOUHAND ainsi  
que toute sa famille.*

© *A tous ma famille, a tous mes amis(e).*

**ABEDERRZAK**

---

**Table des matières**

|  |            |
|--|------------|
| Table des matières .....   | <b>I</b>   |
| Table des figures .....  | <b>II</b>  |
| Liste des tableaux .....   | <b>III</b> |
| <b>Introduction générale.....</b>  | <b>1</b>   |
| Chapitre I : Etude du processus technologique de production de sucre liquide |            |
| I.1. Introduction.....   | 2          |
| I.2. Présentation de l'unité ALBRIX C de TETRA PAK .....                     | 2          |
| I.1. Tetra Albrix.....   | 3          |
| I.1.1. Définition.....   | 3          |
| I.1.5. Les Composants principaux.....  | 4          |
| I.1.6. Type des capteurs de Tetra ALBRIX.....                                | 5          |
| I.2.2. Principe de fonctionnement.....                                       | 6          |
| I.2.3. Modes de fonctionnements .....  | 10         |
| I.3. Conclusion .....  | 12         |
| Chapitre II : Etude l'automate programmable utilisé                          |            |
| II.1. Introduction .....   | 13         |
| II.2. Présentation de l'automate programmable utilisé SIEMENS S7-300 .....   | 13         |
| II.2.5.2. PROFIBUS-DP .....  | 21         |
| II.2.5.3. Interface PROFIBUS-DP.....   | 21         |
| II.2.5.4. Interface MPI .....  | 22         |
| II.3. Appareillage et instrumentation.....                                   | 22         |
| II.4. Conclusion.....  | 28         |
| Chapitre III : programmation et simulation                                   |            |
| III.1. Introduction.....   | 29         |
| III.2. Environnement STEP7.....  | 29         |
| III.2.1. Définition.....   | 29         |
| III.2.2. Fonctionnalité.....   | 29         |
| III.2.3. Caractéristiques techniques.....                                    | 30         |
| III.2.5. Blocs dans le programme utilisateur .....                           | 31         |
| III.2.5.1. Types de blocs [2].....   | 31         |

---

|   |           |
|---|-----------|
| III.2.6. Langages CONT, LOG, LIST, SCL, GRAPH.....                                      | 34        |
| III.2.6.1. Langage de programmation CONT (schéma à contacts).....                       | 34        |
| III.2.7 Table des mnémoniques.....  | 35        |
| III.2.8. Les opérandes et types de données autorisés dans la table des mnémoniques..... | 36        |
| III.2.9.1. Création d'un projet STEP7.....  | 38        |
| III.2.9.2. Configurer et paramétrer le matériel.....                                    | 39        |
| III.3. Cahier des charges de l'Albrix c.....  | 39        |
| II.3.1. Contexte et définition du problème.....   | 39        |
| II.3.2. Objectif du projet.....   | 40        |
| III.3.3. Descriptif fonctionnel des besoins.....  | 40        |
| III.3.4. SADT de l'ALBRIX C :.....  | 40        |
| III.4. Programme sous step7.....  | 40        |
| III.5. Simulation step7.....  | 42        |
| III.5.1. S7-PLC SIM.....  | 42        |
| III.5.2. Manipulation sur le Plc Sim.....   | 42        |
| III.6. Conclusion.....  | 46        |
| <b>Chapitre IV: supirevision et intrpritarion des résultat</b>                          |           |
| <b>IV.1. Introduction.....</b>  | <b>47</b> |
| <b>IV.2. Supervision industrielle.....</b>  | <b>47</b> |
| IV.2.2. Systèmes de supervision SCADA.....  | 48        |
| IV.2.2.4. Supervision de l'unité Sidel d'Ifruit [6].....                                | 52        |
| IV.3. Winccflexible2008 .....   | 53        |
| IV.3.1. Définition.....   | 53        |
| IV.3.1.5 Zone de travail .....  | 56        |
| IV.3.1.6 Fenêtre de projet .....  | 57        |
| IV.3.2. Programmation sous WinCC.....   | 58        |
| IV.3.2.1 Création du projet .....   | 58        |
| IV.3.2.2 Intégration dans STEP 7 .....  | 58        |
| IV.3.2.3 Communication .....  | 58        |
| IV.3.2.3 Assignation des variables .....  | 58        |
| IV. 4. Résultats .....  | 59        |
| IV.5. Conclusion .....  | 60        |
| conclusion général .....  | 61        |

---

## Table des figures

### Chapitre I

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure 1</b> : Organigramme générale de la S.A.R.L « IFRI ».....                 | 5  |
| <b>Figure 2</b> : Situation géographique.....                                       | 6  |
| <b>Figure 3</b> : les zones d'IFRI.....   | 7  |
| <b>Figure(I.1)</b> : Module Tetra Albrix.....                                       | 8  |
| <b>Figure(I.2)</b> : Identification de l'unité Tetra Pack.....                      | 9  |
| <b>Figure (I.3)</b> : Processus technologique de fabrication du sucre liquide ..... | 12 |
| <b>Figure(I.4)</b> : Schéma détaillé l'Albrix C.....                                | 12 |
| <b>Figure (I.5)</b> : Échangeur de chaleur à plaques.....                           | 13 |
| <b>Figure(I.6)</b> : Désaération et filtration.....                                 | 14 |
| <b>Figure(I.7)</b> : Control Brix.....  | 14 |
| <b>Figure(I.8)</b> : Échangeur de chaleur à plaques.....                            | 15 |

### Chapitre II

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure(II.1)</b> : Automate programmable S7-300.....         | 19 |
| <b>Figure(II.2)</b> : Module d'alimentation S8TS.....           | 20 |
| <b>Figure(II.3)</b> : La CPU.....                               | 21 |
| <b>Figure(II.4)</b> : Système d'E/S répartie et 200S.....       | 24 |
| <b>Figure (II.5)</b> : Unité E/S SM 300.....                    | 24 |
| <b>Figure (II.6)</b> : Eléments de commande et d'affichage..... | 25 |
| <b>Figure (II.7)</b> : Processeur de communication CPU314.....  | 26 |
| <b>Figure(II.8)</b> : Adaptateur d'ordinateur.....              | 27 |
| <b>Figure(II.9)</b> : Dispositif d'un courant résiduel.....     | 28 |
| <b>Figure(II.10)</b> : Protection du moteur.....                | 29 |
| <b>Figure (II.11)</b> : convertisseur de fréquence .....        | 30 |
| <b>Figure(II.12)</b> : Un régulateur d'air.....                 | 30 |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Figure (II.13) : Echangeur de chaleur à plaques.....</b>              | <b>31</b> |
| <b>Figure(II.14) : Bloc de vannes .....</b>                              | <b>31</b> |
| <b>Figure(II.15) : Pompe centrifuge.....</b>                             | <b>32</b> |
| <b>Figure (II.16) : Pompe centrifuge multicellulaire .....</b>           | <b>32</b> |
| <b>Figure(II.17) : Electrovanne.....</b>                                 | <b>32</b> |
| <b>Figure(II.18) : Transmetteur de débit.....</b>                        | <b>33</b> |
| <b>Figure(II.19) : Crépine.....</b>                                      | <b>33</b> |
| <b>Chapitre III</b>  |           |
| <b>Figure (III.1) : Différentes fonctions de Step7 .....</b>             | <b>38</b> |
| <b>Figure (III.2) : Blocs Fonctionnels .....</b>                         | <b>39</b> |
| <b>Figure (III.3) : Table des mnémoniques .....</b>                      | <b>42</b> |
| <b>Figure(III.4) : Fenêtre SIMATIC MANAGER .....</b>                     | <b>44</b> |
| <b>Figure (III.5) : Configuration matérielle dans HW config. ....</b>    | <b>45</b> |
| <b>Figure (III.6) : SADT du Tétra Albrix C.....</b>                      | <b>47</b> |
| <b>Figure (III.7) : grafcet étape 1 démarrage .....</b>                  | <b>47</b> |
| <b>Figure (III.8) : Grafcet étape 2 circulation .....</b>                | <b>48</b> |
| <b>Figure (III.9) : Grafcet étape 3 production .....</b>                 | <b>49</b> |
| <b>Figure (III.10) : Grafcet étape 4 « production » .....</b>            | <b>49</b> |
| <b>Figure (III.11) : Projet STEP7 de l'Albrix c .....</b>                | <b>50</b> |
| <b>Figure (III.12) : Fenêtre du PLC-SIM .....</b>                        | <b>51</b> |
| <b>Figure (III.13) : Vue du grafcet à l'arrêt (éteint) .....</b>         | <b>52</b> |
| <b>Figure (III.14) : Vue du grafcet en mode RUN .....</b>                | <b>53</b> |
| <b>Figure (III.15) : Vue du grafcet en Phase 1 « démarrage » .....</b>   | <b>53</b> |
| <b>Figure (III.16) : Vue du grafcet en Phase 1 « chauffage » .....</b>   | <b>53</b> |
| <b>Figure (III.17) : Vue du grafcet en Phase 2 « circulation » .....</b> | <b>54</b> |
| <b>Figure (III.18) : Vue du grafcet en Phase 3 « production » .....</b>  | <b>54</b> |



CHAPITRE IV

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Figure (IV.1) : Système de supervisions .....</b>                         | <b>55</b> |
| <b>Figure (IV.2) : Panel de supervision SCADA .....</b>                      | <b>56</b> |
| <b>Figure (IV.3) : Interface Homme-Machine .....</b>                         | <b>58</b> |
| <b>Figure (IV.4) : Système de supervision et contrôle informatique .....</b> | <b>58</b> |
| <b>Figure(IV.5) : Unités terminales distantes R T U .....</b>                | <b>59</b> |
| <b>Figure (IV.6) : Automate Programmable Industriel .....</b>                | <b>59</b> |
| <b>Figure (IV.7) : Communication dans SCADA .....</b>                        | <b>60</b> |
| <b>Figure (IV.8) : Architecture de supervision d'IFRUIT .....</b>            | <b>61</b> |
| <b>Figure (IV.9) : Eléments du WinCC Flexible .....</b>                      | <b>63</b> |

## Liste des Tableaux

|  |    |
|--|----|
| <b>Tableau(I.1)</b> : Les types de capteurs .....  | 11 |
| <b>Tableau (I.2)</b> : mode démarrage.....   | 16 |
| <b>Tableau (I.3)</b> : Mode production.....  | 16 |
| <b>Tableau (I.4)</b> : Mode vidage.....  | 17 |
| <b>Tableau (I.5)</b> : Mode vidage depuis la phase 0.....  | 17 |
| <b>Tableau (I.6)</b> : Mode nettoyage.....   | 18 |
| <b>Tableau (II.1)</b> : Raisons du MRES demandées par l'UC.....  | 21 |
| <b>Tableau(II.2)</b> : Sauvegarde du système d'exploitation sur la carte mémoire.....                    | 23 |
| <b>Tableau (II.3)</b> : Eléments de commande et d'affichage.....   | 25 |
| <b>Tableau(II.4)</b> : Processeur de communication CPU314.....   | 26 |
| <b>Tableau (III.1)</b> : Types de blocs dans STEP7.....  | 37 |
| <b>Tableau (III.2)</b> : Opérandes et types de données autorisés dans la table des mnémoniques.....      | 43 |
| <b>Tableau (IV.1)</b> : Les menus et les options de menus disponibles dépendent de l'éditeur utilisé.... | 63 |

CONT : Schéma à contact

LIST : Liste d'instruction

LOG : Logigramme

PROFIBUS : Câble de communication

WINPLC7 : Logiciel de programmation et de simulation

STEP7 : Logiciel de programmation et de simulation

HW: Hard Ware

OB: Bloc d'Organisation

IHM : Interface Homme Machine

Win CC Flexible : Logiciel de la supervision

E / S : Entrées / Sortie

API : Automate Programmable Industriel

CPU : Computer Procès Unit

MPI : Multi Point Interface

Brix : unité de mesure

PLC : programmable logic controller

AL : Alimentation

UC : Unité Centrale de Traitement

MS : Modules de signaux

MF : Modules de fonction

PC Processeur de communication

SARL : Société à Responsabilités Limités

## Présentation de l'organisme d'accueil

### I. Présentation générale

#### I.1. Sa création

La **SARL** Ibrahim et fils « **IFRI** » est une société à caractère industriel évoluant dans le domaine de l'agro-alimentaire. Elle se situe à Ighzer Amokrane, daïra d'Ifri Ouzellaguene, dans la wilaya de Bejaia. Elle est implantée à l'entrée est de la vallée de la Soummam, au contrebas du massif montagneux du Djurdjura qui constitue son réservoir naturel d'eau.

A l'origine, il y avait la Limonadière Ibrahim et fils, fondée en 1986 ayant pour activité la production de limonades diverses et de sirops. Et ce n'est que dix ans plus tard le, 20/07/1996, que la société inaugure son premier atelier d'embouteillage d'eau minérale en **PET** (Polyéthylène téréphtalate).

A cette date, plus de 20 millions de bouteilles sont commercialisées sur l'ensemble du territoire national. Ce chiffre atteint 250 millions de litres en 2004 avant de franchir le cap des 500 millions de litres (emballage **PET** et verre) en 2005.

#### I.2 Sa forme juridique

Créée en 1986, avec un statut juridique de **SNC** (société au nom collectif), et ce n'est qu'en 1996 qu'elle hérite du statut de **SARL** (société à responsabilité limitée), composée de six associés.

#### I.3. Le capital social

Le capital social était de 3.000.000 DA en 1996, ce dernier a subit une extension en 2005 Ou il a atteint 1.293.000.000 DA. Siège social : Zone industrielle « **AHRIK** » Ighzer Amokrane- Ifri Ouzellaguene (06231) Bejaia- Algérie.

Tel : 034351266. Fax : 034351232.

Web: [www.ifri-dz.com](http://www.ifri-dz.com) Email: [ifri@ifri-dz.com](mailto:ifri@ifri-dz.com)

### I.4. Sa mission

La SARL « IFRI » investit ses concentrations dans le but d'élargir sa gamme de produit (objectif qualitatif), et d'augmenter sa capacité de production (objectif quantitatif). Cela permettra d'élargir son champ d'action. Parmi ses principaux objectifs, on trouve l'élargissement de son réseau d'exportation vers d'autres pays d'une part, répondre et subvenir aux besoins sans cesse d'une demande de marché international en augmentation.

« IFRI » est présent dans plus d'une dizaine de pays. Son marché principal est l'Algérie suivi de près par la France, l'Angleterre, l'Espagne, l'Italie, l'Allemagne, la Belgique, Luxembourg, le Soudan, le Mali, le Niger et les Emirats Arabes Unis.

## II. Différents produits Ifri disponible sur le marché

### II.1. Produits IFRI

- Eau fruitée aux raisins mure : bouteilles en verre (1L et 0.25l)
- Eau fruitée aux raisins cerise : bouteilles en verre (1L et 0.25l)
- Eau fruitée à l'oranges : bouteilles en verre (1L et 0.25l)
- Eau fruitée aux citrons : bouteilles en verre (1L et 0.25l)
- Eau fruitée à la carotte : bouteilles en verre (1L et 0.25l)
- Eau fruitée à l'orange light : bouteilles en verre (1L)
- Eau minérale : bouteilles PET (0.33L) pour AIR ALGERIE.
- Eau minérale gazéifiée à la menthe : bouteilles en verre (1L et 0.25l) et bouteilles PET (1.25L et 0.33L).
- Eau minérale naturelle : bouteilles en verre (1L et 0.25L) et bouteilles PET (1.25L et 0.33L, 0.5L, et 0.5L avec bouchon sport).
- Eau minérale gazéifiée au citron : bouteilles en verre (1L et 0.25l) et bouteilles PET (1.25L et 0.33L).
- Eau minérale gazéifiée à l'orange : bouteilles en verre (1L et 0.25l) et bouteilles PET (1.25L et 0.33L).
- Eau minérale fruitée à l'orange light : bouteilles en verre (0.25L)
- IFRI au lait : bouteilles en verre (0.25L)
- Soda citron light : bouteilles en verre (1L) et bouteilles PET (1.25L).
- Soda pomme verte light : bouteilles en verre (1L et 0.25L) et bouteilles PET (1.25L et 0.33L).
- Soda orange light : bouteilles en verre (1L) et bouteilles PET (1.25L).

- Soda fraise : bouteilles en verre (1L et 0.25L) et bouteilles PET (1.25L et 0.33L).
- Soda pomme verte : bouteilles en verre (1L et 0.25L) et bouteilles PET (1.25L et 1.5L et 0.33L).
- Soda pomme : bouteilles en verre (1L et 0.25L) et bouteilles PET (1.25L et 1. 5L et 0.33L).
- Soda citron : bouteilles en verre (1L et 0.25L) et bouteilles PET (1.25L et 1. 5L et 33L).
- Soda bitter : bouteilles en verre (1L et 0.25L) et bouteilles PET (1.25L et 0.33L).
- Soda orange : bouteilles en verre (1L et 0.25L) et bouteilles PET (1.25L et 1. 50.33L).
- Soda pomme light : bouteilles en verre (1L) et bouteilles PET (1.25L).

## II .2.Produits ASEPTIQUE IFRUIT

### JUS ASEPTIQUE

- Jus de Mangue: bouteille PET (2L, 1L et 0.33L).
- Jus de Melon-Ananas : bouteille PET (2L, 1L et 0.33L).
- Jus d'Orange : bouteille PET (2L, 1L et 0.33L).
- Jus de Raisins-mures : bouteille PET (2L, 1L et 0.33L).
- Jus de Carottes : bouteille PET (2L, 1L et 0.33L).
- Jus Tropical : bouteille PET (2L, 1L et 0.33L).
- Jus OCC (Orange, Carotte, Citron) : bouteille PET (2L, 1L et 0.33L).
- Jus Orange-Pêche : bouteille PET (2L, 1L et 0.33L).
- Jus Pêche-Abricot : bouteille PET (2L, 1L et 0.33L).
- Jus Biscuit : bouteille PET (1L).

### JUS ASEPTIQUE LIGHT (0% SUCRE)

- Jus d'Orange 100% : bouteille PET (1L).
- Jus de Pomme 100% : bouteille PET (1L).

### JUS ASEPTIQUE AU LAIT

- Jus Fraise-Pomme au lait : bouteille PET (1L, 0.33L 0.20L).

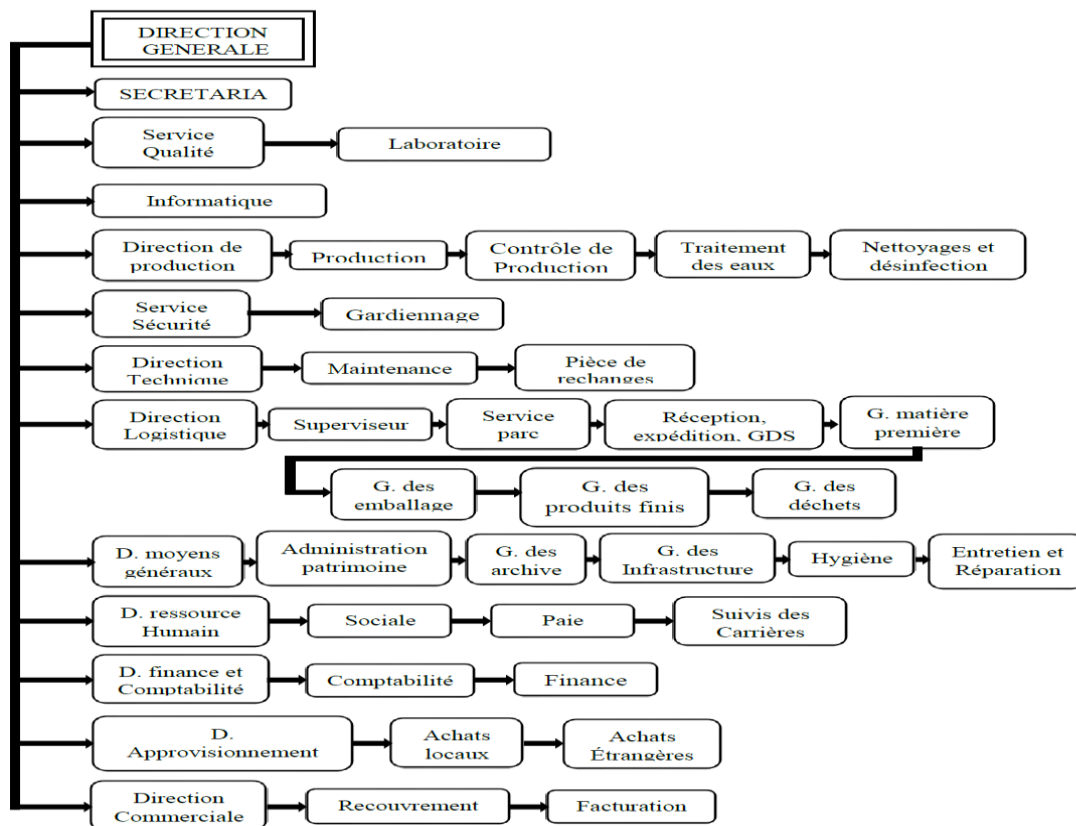
- Jus Mangue-Orange au lait : bouteille PET (1L, 0.33L 0.20L).

**JUS ASEPTIQUE ENERGITIQUE**

- Jus Azro Cerise : bouteille PET (0.5L).
- Jus Azro Fraise- Ananas : bouteille PET (0.5L).

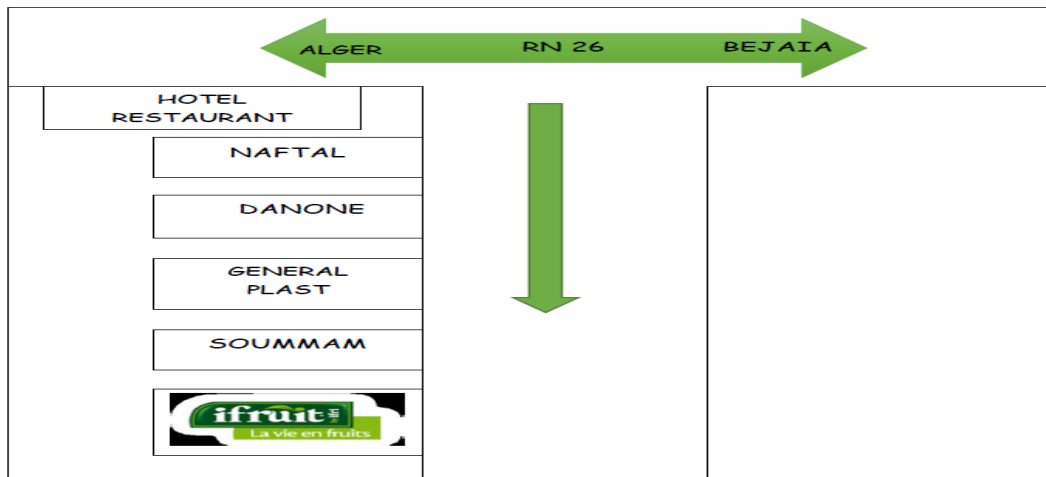
**III. Organigramme générale de la S.A.R.L « IFRI »**

La structure organisationnelle de la SARL IBRAHIM & Fils repose sur un modèle hiérarchique classique. L'organigramme suivant schématise les différentes directions et services de l'entreprise.



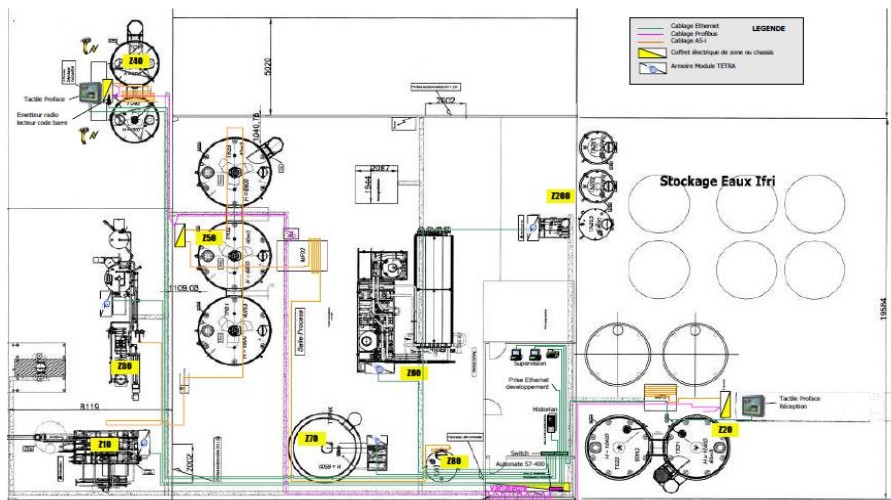
Figure(1) : Organigramme générale de la S.A.R.L « IFRI »

## IV. Situation géographique



Figure(2) : Situation géographique

## V. Différentes zones d'IFRI



Figure(3) : les zones d'IFRI

### V.1. Discription des déférentes zones d'IFRI

Zone 10 : Poste alimentation en sucre ALBRIX C.

Zone 20 : Dépotage et stockage sirop simple.

Zone 40 : Stockage concentrés.

Zone 50 : Reconstitution produits finis.

Zone 80 : Tank rejet.



# Introduction générale

## Introduction générale

La maîtrise des procédés de fabrication dans l'industrie agro-alimentaire exige une rigueur croissante à fin d'assurer la pureté et la qualité des produits.

Depuis la révolution industrielle, le monde connaît un développement et une prospérité dans plusieurs domaines et plusieurs activités, notamment l'industrie. Cette dernière n'a pas cessé d'évoluer et de progresser en matière de production.

Grâce à la technologie qui permet aux différents entreprises de s'ouvrir vers d'autres idées et d'autres perspectives qui leurs paraissaient impossible auparavant, le monde industriel est devenu plus rentable et plus sûr.

Dans le but de contribuer à l'évolution de l'économie, de couvrir les besoins de la société et de répondre à ses exigences, plusieurs pays ont adopté l'économie de marché pour valoriser et rendre le marché plus rassurant. Par conséquent, le terme concurrence devient un enjeu dans le monde industriel. C'est pour cela que chaque entreprise doit avoir son plan de gestion pour qu'elle soit à la hauteur de ses engagements et espérer monopoliser le marché par ses produits afin d'acquérir le statut de leader.

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre projet de fin d'étude ayant pour but l'étude de fonctionnement des automatismes et de la conduite d'un poste alimentation en sucre 'ALBRIX'. Ce dernier peut se définir comme la circulation du sucre liquide à travers la machine et autre équipements concernés afin d'assurer à la fois la propreté physique, chimique et bactériologique des surfaces des équipements tel que les canalisations, les réservoirs, les cuves et les machines de production, ce qui permet une maîtrise complète de la qualité du procédé de fabrication et par conséquence du produit fini.

Le travail élaboré dans ce mémoire est devisé en 4 chapitres tels que après une introduction générale, le premier chapitre relate l'étude du processus technologique ainsi que les conditions, les principes et les modes de fonctionnements du TERA ALBRIX, le second chapitre traite de l'étude des automates programmables utilisé dans cette unité de fabrication du sucre liquide avant de procéder aux chapitres restants où sont effectuées les diverses simulations et interprétations des résultats pour couronner le tout par une conclusion générale.

# Partie théorique

**Étude du processus  
technologique de  
production de sucre  
liquide**

## Chapitre I

# Étude du processus technologique de production de sucre liquide

### I.1. Introduction

Le sucre est un ingrédient essentiel des aliments et des boissons préférés du monde entier. Son ajout et sa dissolution peuvent être effectués manuellement en lots ou dans un système automatique continu de dissolution de sucre.

L'efficacité à l'épreuve du temps dans la dissolution du sucre est avec la nouvelle génération de notre Tetra Albrix.

### I.2. Présentation de l'unité ALBRIX C de TETRA PAK [2]



Figure (I.1) : Module Tetra Albrix

**I.1. Tetra Albrix**

**I.1.1. Définition [1]**

L'échelle de Brix sert à mesurer en degrés Brix (°B ou °Bx) la fraction de saccharose dans un liquide, c'est-à-dire le pourcentage de matière sèche soluble. Plus le °Brix est élevé, plus l'échantillon est sucré. Attention : le degré Baumé utilise la même notation °B.

Le Tetra Albrix C est un module de traitement pour la dissolution et la pasteurisation continues de sucre granulé, avec une concentration jusqu'à 67° Brix dans le but de produire le sucre liquide nécessaire au processus de production de jus et de soda.

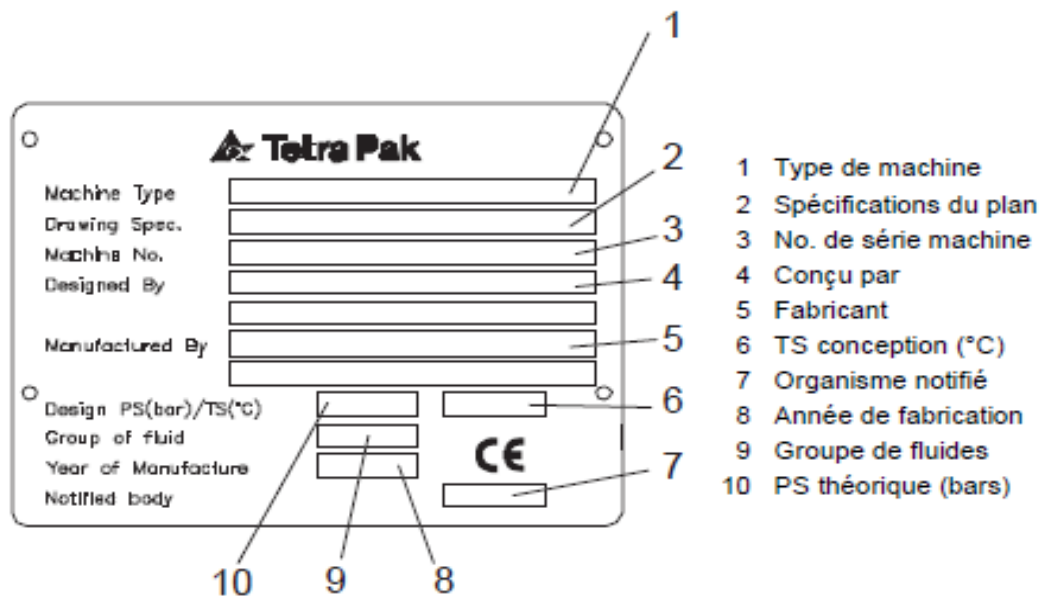
**I.1.2. Fabricant de l'unité Tetra pack [1]**

Cette machine Tetra Pak est fabriqué par : Tetra pack Dairy et Beverage système AB boite 64 S-221 00 LUND, Suède.

**I.1.3. Identification de l'unité Tetra Pack [1]**

Toutes les unités portent une plaque signalétique précisant :

- Identification de l'unité.
- Données uniques à l'unité.



**Figure(I.2) : Identification de l'unité Tetra Pack**

**I.1.4. Les avantage du Tetra Albrix [2]**

- Efficacité opérationnelle supérieure.
- Coupe l'énergie de chauffage coûts de 42%.

- Coûts d'énergie de refroidissement de 55%.
- CO2 émissions de 62%.
- Les coûts des matières premières plus grande précision.
- Sécurité alimentaire et qualité sans compromis.
- Flexibilité à l'épreuve du temps avec un design modulaire unique.
- Nouveau filtre à flux transversal pour une dissolution plus efficace, plus faible.
- La réduction de la consommation d'énergie et des coûts des matières premières.
- Contrôle avancé du point de consigne °Brix pour un dosage exact.

### I.1.5. Les Composants principaux [2]

Le module peut être fourni en trois variantes différentes:

#### a) Unité de base – dissolvant :

- Contrôle de la fréquence de la vis du sucre externe.
- Chauffe-eau - pour chauffer l'eau entrante.
- Soupape de régulation.
- Soupape de vapeur.
- Débitmètre magnétique.
- Avancée° Brix contrôle de point de consigne
- Densimètre.
- Filtre à écoulement transversal.
- Filtre à la sortie du réservoir pour le nettoyage et la protection de la pompe.
- Panneau en acier inoxydable avec PLC et interface opérateur.
- Interrupteur principal, démarrage / arrêt pour le mélange.

#### b) dissolvant et pasteurisateur : des équipements supplémentaires requis avec

- Échangeur de chaleur à plaques Tetra Plex.
- Vannes à vapeur et purgeurs de vapeur
- Vannes et tuyauterie

#### c) Tetra Albrix dissolvant, pasteurisateur et contrôle du décolorant :

Équipement optionnel avec dissolvant, pasteurisateur et circuit d'eau chaude, recommandé pour 62 ° Brix.

- Échangeur de chaleur à plaques avec CB.
- Pompe CRN en acier inoxydable centrifuge.

- Deux thermomètres.
- Manomètre.
- Eau d'appoint combinée et soupape de sécurité.
- Soupape d'aération.
- Vanne de contrôle pour la circulation de l'eau Option d'efficacité énergétique améliorée.
- Régénération améliorée.

### I.1.6. Type des capteurs de Tetra ALBRIX [1]

La machine Tetra ALBRIX contient 7 types de capteurs : de température, capteur de niveaux, capteur de position, capteur de pression, capteur de Brix, capteur de débit et capteur de fréquence.

**Tableau(I.1) : Les types de capteurs**

| Capteur                     | Type de capteur | Description                             |
|-----------------------------|-----------------|---|
| Les capteurs de température | TI              | Indicateur de température               |
|                             | TE              |   |
|                             | TC              |   |
|                             | TSL             |   |
|                             | TSH             |   |
| Les capteurs de niveaux     | LSL             | Transmetteur de niveau bas              |
|                             | LC              | Régulateur de niveau                    |
|                             | LI              | Indicateur de niveau                    |
|                             | LSH             | Transmetteur de niveau haut             |
|                             | LT              | Transmetteur de niveau continu          |
|                             | LS              | Seuil de niveau                         |
| Les capteurs de position    | GS              | Seuil de position                       |
| Les capteurs de Brix        | QC              | Régulateur de qualité                   |
|                             | QT              | Transmetteur de qualité                 |
| Les capteurs de fréquence   | SX              | Convertisseur de fréquence              |
| Les capteurs de pression    | PI              | Indicateur de pression                  |
|                             | PTH             | Transmetteur de pression en niveau haut |



|                       |     |                                  |
|-----------------------|-----|----------------------------------|
|                       | PT  | Transmetteur de pression         |
| Les capteurs de débit | FIC | Indicateur de débit              |
|                       | FT  | Transmetteur de débit magnétique |
|                       | FI  | Indicateur de débit              |

**I.2. Conditions de fonctionnement [1]**

Le TETRA ALBRIX C est fonctionnel si le tank de stockage (TSC11) n'est pas au niveau haut, l'arrêt d'urgence n'est pas enclenché au préalable d'une autorisation du superviseur.

Si toutes les conditions de démarrage sont présentes, le voyant « AJOUT » clignote lentement.

**I.2.2. Principe de fonctionnement [1]**

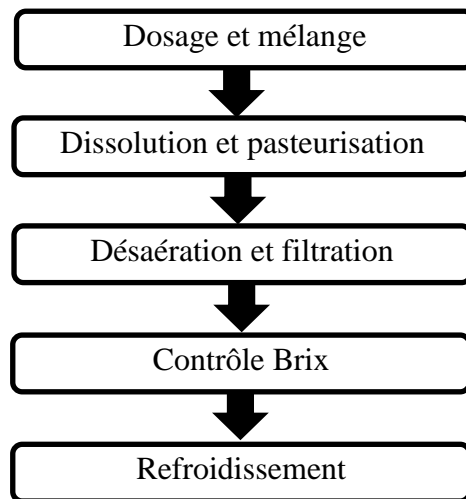
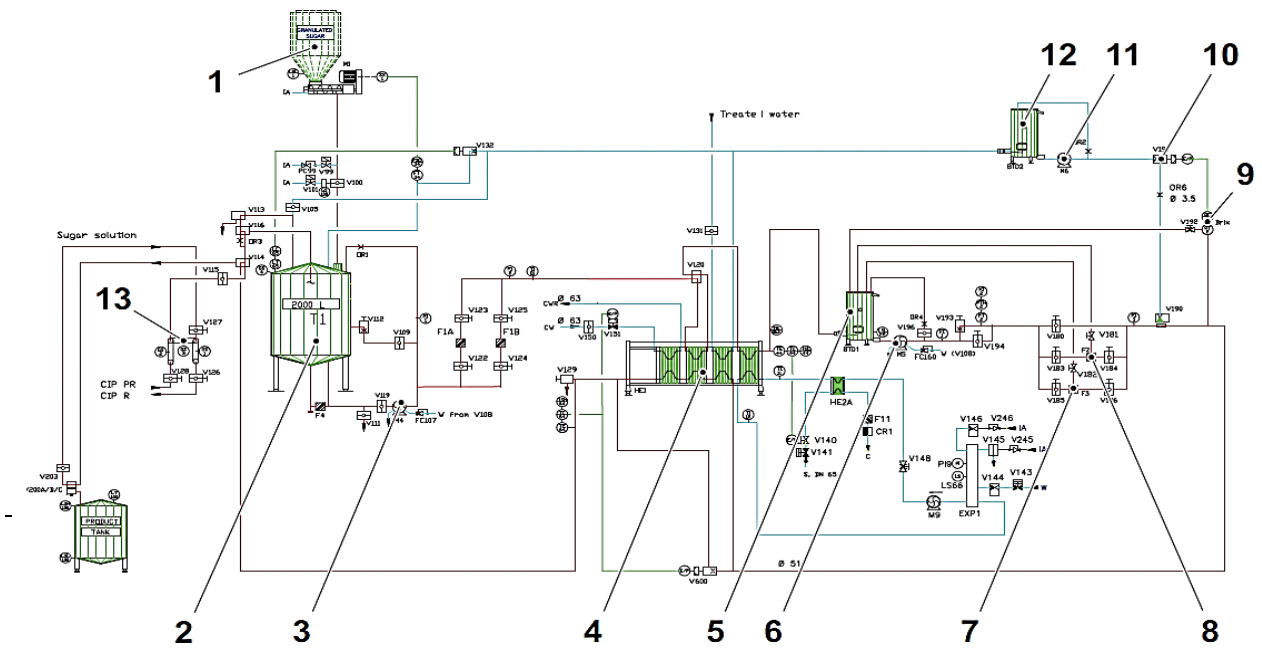


Figure (I.3) : Processus technologique de fabrication du sucre liquide

**a) Dosage et mélange**



Figure(I.4) : Schéma détaillé l'Albrix C

- |                                     |  |                          |
|-------------------------------------|--|--------------------------|
| (1) Système d'alimentation en sucre | (2) Réservoir de mélange                   | (3) Pompe centrifuge M4  |
| (4) Échangeur de chaleur à plaques  | (5) Réservoir d'équilibrage de solution de |                          |
| (6) Pompe centrifuge M5             | (7) Filtre, F3                             | (8) Filtre, F2           |
| (9) Contrôleur Brix                 | (10) Vanne, V191                           | (11) Pompe centrifuge M6 |
| (12) Eau du réservoir d'équilibrage | (13) Raccord coudé pivotant                |                          |

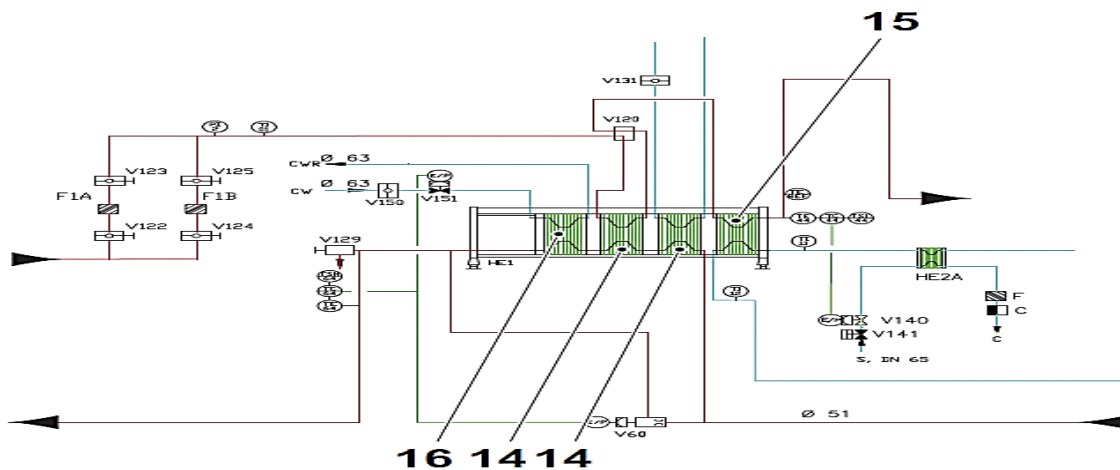
Depuis un conteneur de stockage intermédiaire, le sucre granulé est alimenté en continu par un système d'alimentation du sucre (1) dans un réservoir de mélange (2) où on ajoute de l'eau chauffée.

Le rapport entre le sucre sec et l'eau doit être ajusté pour donner une concentration légèrement plus élevée que la concentration finale désirée. Une pompe (3) fait circuler la suspension de sucre et d'eau afin de maintenir une agitation dans le réservoir de mélange. La vitesse de circulation est réglée par la vanne de régulation V112.

**b) Dissolution et pasteurisation :**

Dans l'échangeur de chaleur à plaques (PHE) a lieu la pasteurisation de la suspension de sucre. L'échangeur est divisé en sections: produits de régénération (14), chauffage (15) et refroidisseurs (16).

La suspension de sucre entre d'abord dans la section de régénération (14) de l'échangeur. Pendant qu'elle passe en amont de cette section, elle est préchauffée au moyen de la solution de sucre pasteurisée passant à contre-courant. Tout cristal de sucre non complètement dissous dans le réservoir de mélange sera complètement dissous lorsqu'il passera dans la section chauffage (15) de l'échangeur où la solution de sucre est chauffée à la température de pasteurisation au moyen d'eau chaude.



(14) Produit de régénération

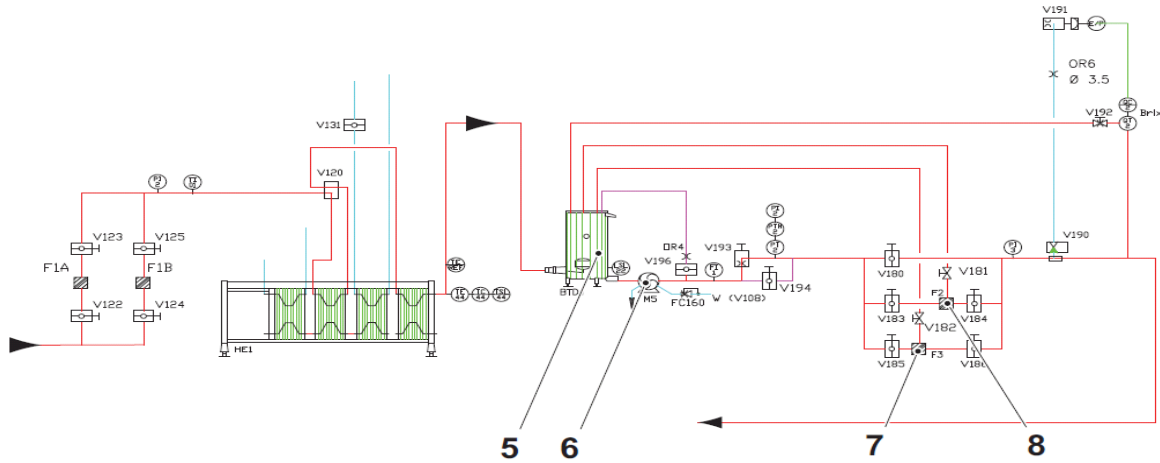
(15) Chauffage

(16) Refroidisseur

Figure (I.5) : Échangeur de chaleur à plaques

**c) Désaération et filtration**

La solution de sucre chaude est ensuite dirigée dans un réservoir d'équilibrage (5) où elle est désaérée. Une pompe centrifuge (6) pompe alors la solution sucrée à travers le filtre F2 (7) ou F3 (8).

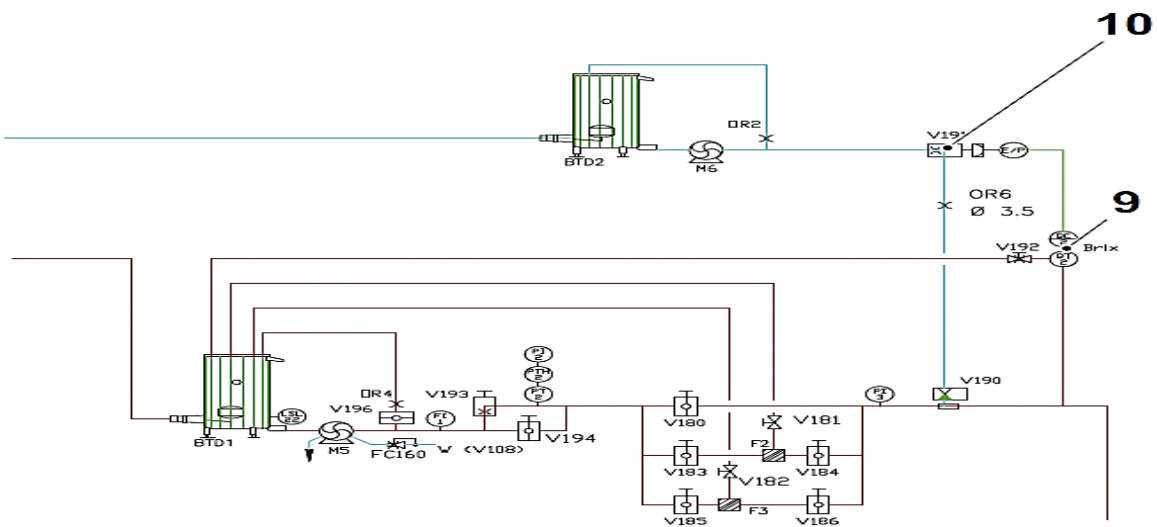


- (5) Réservoir tampon
- (6) Pompe centrifuge
- (7) Filtre, F3
- (8) Filtre, F2

Figure(I.6) : Désaération et filtration

**d) Contrôle Brix**

Après filtrage, la solution de sucre est dirigée à travers un contrôleur de Brix (9). Ceci fait fonctionner une vanne de commande d'eau V191 (10) diluant la solution de sucre à la concentration finale souhaitée.



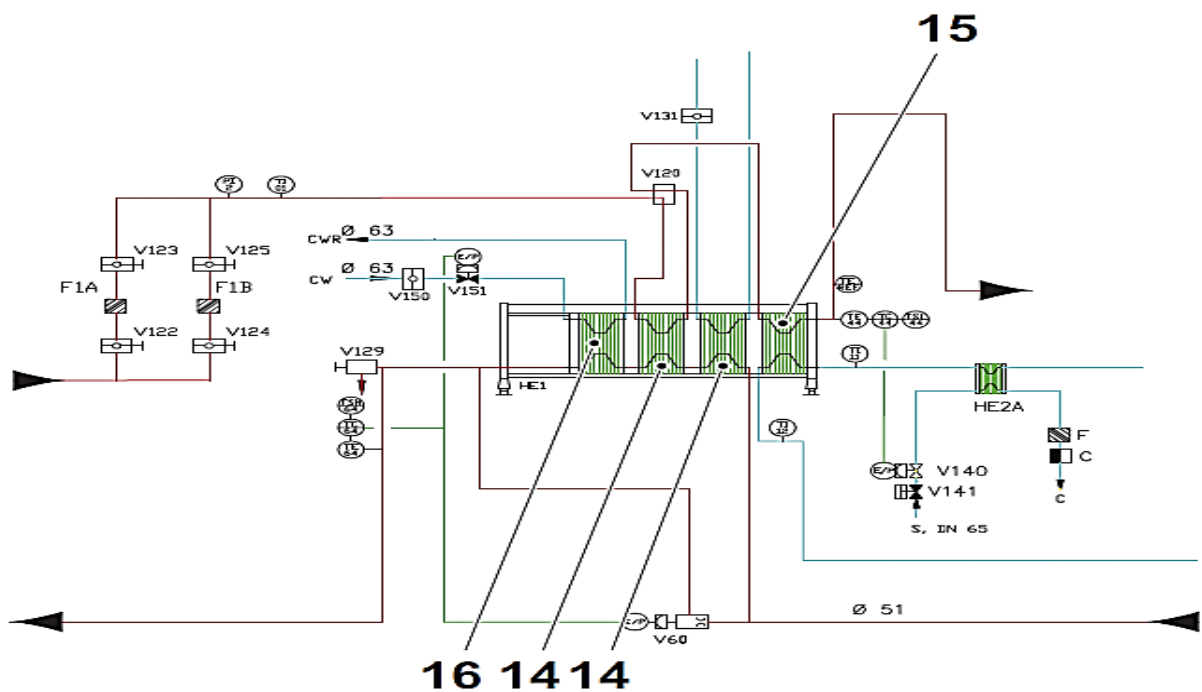
- (9) Contrôleur Brix
- (10) Vanne, V191

Figure(I.7) : Contrôle Brix

e) Refroidissement

La solution de sucre ajustée est dirigée à nouveau dans l'échangeur à plaques. Elle passe d'abord par le côté aval des sections de régénération (14) où elle est refroidie au moyen de la suspension de sucre et l'eau traitée arrivant.

Finalement la solution de sucre est dirigée à travers la section de refroidissement (16) où elle est refroidie au moyen de l'eau de refroidissement. Après refroidissement, le produit est dirigé vers la sortie.



(14) Produit de régénération

(15) Chauffage

(16) Refroidisseur

Figure(I.8) : Échangeur de chaleur à plaques

I.2.3.Modes de fonctionnements [1]

Le processus de production du sucre liquide avec ce module comprend un enchainement d'étapes bien précises :

a) Démarrage

Ce mode de fonctionnement vide l'unité du produit (Vidange depuis la phase 0). Une séquence de vidage complète est faite avant chaque début de production, le Tetra Albrix est maintenant prêt pour le remplissage du produit.

Tableau (I.2) : Mode démarrage

| Phase | Fonctionnement            | Description  |
|-------|---------------------------|--|
| 0     |                           | Pas de production  |
| 2     | Remplissage d'eau         | Remplir le réservoir de mélange avec de l'eau à un niveau prédéfini.   |
| 4     | Chauffage                 | L'eau ou le produit sont mis en circulation et sont chauffés.  |
| 6     | Stérilisation             | L'eau ou le produit sont mis en circulation et sont conservés à la température de stérilisation pendant un certain temps.  |
| 8     | Température d'équilibrage | L'eau ou le produit sont mis en circulation et sont conservés à la température de production.  |
| 10    | Équilibrage Brix          | L'eau ou le produit sont mis en circulation et sont conservés à la température de production. Si le Brix est trop faible, on ajoute du sucre. Si le Brix est trop élevé, on ajoute de l'eau via la vanne V191. |

### b) Production

Au démarrage une séquence de stérilisation complète est lancée, vient par la suite la préparation, puis la production, ensuite la préparation à l'arrêt de la production.

Tableau (I.3) : Mode production

|    |                                |   |
|----|--------------------------------|---|
| 12 | Circulation                    | Phase d'attente Le produit est mis en circulation et est conservé à la température de production.   |
| 14 | Préparation de la production   | On ajoute de l'eau.   |
| 16 | Équilibrage Brix               | Le Brix est ajusté de façon précise.  |
| 18 | Production                     | Le produit est conservé à la température de production et passe par les filtres. Le produit venant des filtres est refroidi dans l'échangeur et dirigé vers le réservoir extérieur. |
| 20 | Préparer l'arrêt de production | L'addition de granulé de sucre est arrêtée. Le produit est conservé à la température de production et passe par les filtres. Le produit est refroidi dans l'échangeur               |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | de chaleur à plaques et dirigé vers réservoir extérieur. |
|--|--|--|

➤ Vidage :

Ce mode de fonctionnement vide l'unité du produit. Une séquence de vidage complète prépare l'unité au nettoyage (NEP ou en anglais CIP).

**Tableau (I.4) : Mode vidage**

|    |                      |   |
|----|----------------------|---|
| 30 | Vidange du réservoir | L'addition de l'eau et granulés de sucre est arrêtée. Le produit est conservé à la température de production et passe par les filtres. Le produit est refroidi dans l'échangeur de chaleur à plaques et dirigé vers le réservoir extérieur. |
| 32 | Eau vers la sortie   | Le réservoir est rincé avec de l'eau via la vanne V105. Le produit ou l'eau est conservée à la température de production. Le produit est refroidi dans l'échangeur de chaleur à plaques et rempli le réservoir extérieur.                   |
| 34 | Rincer pour vidanger | Le réservoir est rincé avec de l'eau via la vanne V105. L'eau est pompée pour vidanger via la vanne V113  |
| 36 | Vidange et purge     | Le réservoir est vidé via la vanne V111.  |

➤ Vidage depuis la phase 0:

**Tableau (I.5) : Mode vidage depuis la phase 0**

| Phase | Phase                               | description  |
|-------|-------------------------------------|--|
| 40    | Vidange du réservoir                | Le réservoir est vidé pour vidanger via la vanne V113. L'eau est pompée pour vidanger via la vanne V113.                             |
| 42    | Remplir avec de l'eau pour Vidanger | Le réservoir est rempli jusqu'à un certain niveau avec de l'eau via la vanne V105. L'eau est pompée pour vidanger via la vanne V113. |

|    |                      |   |
|----|----------------------|---|
| 44 | Vidange du réservoir | Le réservoir est vidé pour vidanger via la vanne V113.<br>L'eau est pompée pour vidanger via la vanne V113. |
| 46 | Vidange et purge     | Le réservoir est vidé via la vanne V111.  |

➤ Nettoyage :

Le Tétra Albrix est nettoyé au moyen d'un poste de NEP extérieur. Lorsque le cycle de nettoyage est lancé, les vannes de l'Albrix seront activées par le programme d'automate.

**Tableau (I.6) : Mode nettoyage**

| Phase | Fonctionnement                   | Description                              |
|-------|----------------------------------|--|
| 101   | NEP en cours                     | NEP principal.                           |
| 102   | Séquence de basculement en cours |  |
| 103   | Vidange du réservoir             | Le réservoir est vidé via la vanne V111. |

### I.3.Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons explicité en général le processus technologique du module Albrix c de Tetra pak, de la description aux modes de fonctionnements, passant par le principe de chaque partie du system.

Avant qu'il ne soit transféré vers le stockage, et à partir de granulés, le sucre liquide est façonné d'une manière évidente, hygiénique et précise.

Le produit est soumis à des conditionnements et à des tests de qualité durant sa préparation afin qu'il soit conforme aux exigences.

**Etude de l'automate  
programmable  
utilisé**



## Chapitre II

### Etude de l'automate programmable utilisé

#### II.1.Introduction

L'automate programmable industriel ou API ou encore PLC (programmable logic controller) est un équipement électronique programmable doté d'intelligence interne permettant le contrôle-commande d'effecteurs (moteurs, lampes, vannes etc.). Il est principalement constitué d'un CPU (control process unit), d'une alimentation et de cartes d'entrées/sorties.

Le CPU correspond au centre de traitement, il exécute le programme et scrute de manière cyclique l'ensemble des entrées/sorties afin de vérifier s'il y'a un changement d'état afin de mettre à "0" ou à "1" une sortie qui va commander via un pré actionneur un moteur ou une vanne.

#### II.2. Présentation de l'automate programmable utilisé SIEMENS S7-300 [3]

L'automate programmable S7-300 est un automate modulaire où plusieurs S7-300 peuvent communiquer ensemble avec d'autres automates SIMATIC S7 par des câbles de bus par exemple PROFIBUS (réseau électrique ou réseau optique).

L'alimentation et les signaux sont distribués par un connecteur de bus qui est fourni avec chaque module de signalisation à l'exception du module de l'UC.

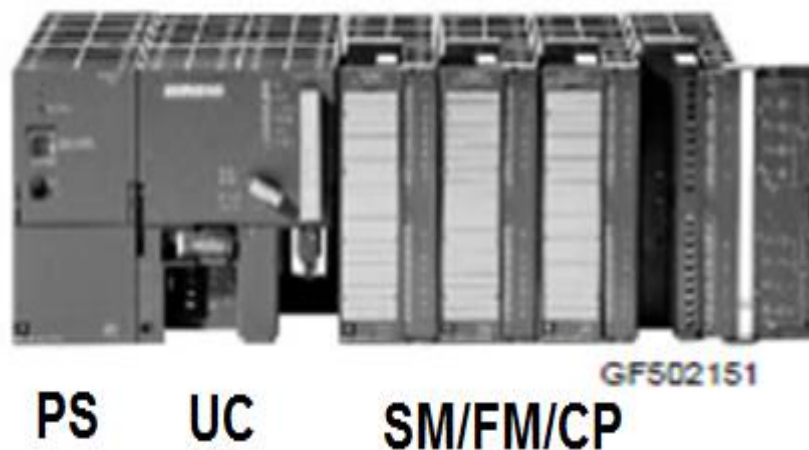


Figure (II.1) : Automate programmable S7-300

L'automate programmable est composé de:

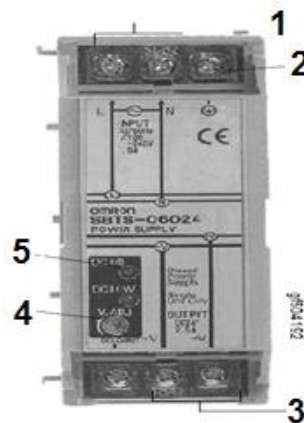
- Alimentation (AL)
- Unité Centrale de Traitement (UC)
- Modules de signaux (MS)
- Modules de fonction (MF)
- Processeur de communication (PC)

Les modules de processeur et les modules spéciaux ont des interfaces pour communiquer avec d'autres systèmes dispositifs. Des modules E/S de la série SM 300 et de la série ET 200S (E/S réparties) peuvent être ajoutés pour constituer un système complet.

### II.2.1. Module d'alimentation de type S8TS(OMRON) [3]

Le module d'alimentation (Omron S8TS) représente une série de modules d'alimentation montée sur rail DIN. La tension de sortie est de 24V et le courant de sortie est de 2.5A et la puissance nominale est de 60W et peut-être ajustée à  $\pm 10\%$ .

Les blocs de base peuvent être reliés en utilisant des connecteurs de ligne de bus. Il est possible de relier jusqu'à quatre différents blocs de tension de sortie. Afin d'éviter une panne en cas de défaillance de l'un des blocs, il est possible de connecter cinq blocs dans un système redondant N+1.



- (1) Borne d'entrée                      (2) Borne de terre                      (3) Borne de sortie CC  
 (4) Régulateur de tension de sortie (VADJ)                      (5) Voyant de sortie (CC MARCHE)

**Figure (II.2) :** Module d'alimentation S8TS

**II.2.2. Présentation de CPU [3]**

La CPU de l'automate programmable utilisé dans ce projet est S7-314 IFM. Sa caractérisation principale est l'intégration de modules comportant entre autre des fonctions intégrées.



**Figure(II.3) : La CPU**

**II.2.2.1. Commutateur de mode de fonctionnement**

**a) Réinitialisation de l'UC (MRES) [3]**

Chaque transfert d'un nouveau programme d'utilisateur nécessite une réinitialisation de l'UC. Les raisons possibles de la demande de l'UC à un MRES sont, entre autres, en cas d'une mauvaise carte mémoire, d'une erreur RAM dans l'UC ou dans le cas de tentative de charge de blocs contenant des erreurs. L'UC demande un MRES avec sa diode d'ARRÊT clignotante à des intervalles d'une seconde

**b) Raisons du MRES demandées par l'UC**

**Tableau (II.1) : Raisons du MRES demandées par l'UC**

| MRES demande par l'UC   | Remarques  |
|---|--|
| Carte mémoire mauvaise.   | Pas de 314 IFM.  |
| Erreur RAM dans l'UC.   | -  |
| Mémoire de travail trop faible, c'est-à-dire pas tous les blocs du programme d'utilisateur. Peut être chargé sur une carte mémoire. | UC avec carte mémoire 5 V-FEPROM insérée. Dans ces circonstances, l'UC demande une réinitialisation de mémoire marche-arrêt. Après cela, l'UC ignore les contenus de la carte mémoire, entre les raisons d'erreur dans la mémoire tampon de diagnostic et passe au mode ARRÊT. Vous pouvez |

|  |   |
|--|---|
| Tentative de charge des blocs avec erreurs, par exemple si une mauvaise commande a été programmée. | effacer les contenus de la carte mémoire 5 V-FEPROM dans l'UC ou entrer le nouveau programme. |
|--|---|

### II.2.2.2. Caractéristique techniques de la CPU S7-300

Le CPU S7-314 IFM possède des entrées/sorties intégrées avec impossibilité d'insérer une carte de mémoire dans l'UC 314 IFM. Il est possible d'étendre la mémoire de chargement de l'UC et mémoriser le programme d'utilisateur et les paramètres qui définissent les réponses de l'UC et les modules sur la carte mémoire. Il est possible de sauvegarder votre système d'exploitation de l'UC sur une carte mémoire.

Si un programme d'utilisateur est mémorisé sur une carte mémoire, en absence d'une batterie de secours, il sera conservé même si l'alimentation est coupée.

### II.2.2.3. Réinitialisation de la mémoire

Il existe deux façons de réinitialiser la mémoire de l'UC à savoir :

#### a) Réinitialisation de la mémoire avec le dispositif de programmation

Cette initialisation est uniquement possible en mode ARRÊT de l'UC.

#### b) Réinitialisation de la mémoire avec le sélecteur

- Tourner la clé en position ARRÊT.

- Tourner la clé en position MRES. Maintenir la clé jusqu'à ce que la diode ARRÊT s'allume pour la deuxième fois et reste allumée (cela prend 3 secondes).

- Dans les 3 secondes, vous devez tourner l'interrupteur en arrière à la position MRES et le maintenir jusqu'à ce que la diode d'ARRÊT clignote (à 2 Hz). Lorsque l'UC a terminé la réinitialisation, la diode ARRÊT s'arrête de clignoter et reste allumée. L'UC a réinitialisé la mémoire.

**II.2.2.4. Sauvegarde du système d'exploitation sur la carte mémoire [3]**

**Tableau(II.2) :** Sauvegarde du système d'exploitation sur la carte mémoire

| Action requise  | Réponse UC  |
|---|---|
| Insérer la (nouvelle) carte mémoire dans l'UC.  | L'UC demande une réinitialisation de mémoire  |
| Régler le mode sur MRES et maintenir  |   |
| - Maintenir MARCHE/ARRÊT<br>- Maintenir le sélecteur de mode en position<br>MRES pendant 5 autres secondes. | Les diodes STOP, RUN et FRCE clignotent   |
| - Régler le sélecteur de mode sur ARRÊT.  |   |
| - Régler le sélecteur sur MRES et ensuite à nouveau sur ARRÊT   | Toutes les diodes s'allument; le système d'exploitation est sauvegardé sur la carte mémoire |
|   | Lorsque la diode ARRÊT est seule à clignoter, la sauvegarde est terminée.                   |
| Enlever la carte mémoire.   | L'UC demande un essai de mémoire.   |

**II.2.3. Système d'E/S répartie ET 200S [3]**

Le système d'E/S réparties ET 200S est connecté à l'automate programmable S7 300 avec un module d'interface MI 151 et un câble de connexion. Lors de la configuration d'un système, les entrées et les sorties venants et allants au processus sont souvent situées au centre dans l'automate programmable logique. S'il y a des entrées et des sorties, venants du processus, il peut y avoir de longues distances de câblage qui ne sont pas immédiatement compréhensibles et des interférences électromagnétiques peuvent fausser la fiabilité.

Le système E/S réparties ET 200S connecte les entrées/sorties numériques et analogiques au contrôleur central. L'ET 200S permet également d'utiliser des modules E/S intelligents dans des configurations réparties.

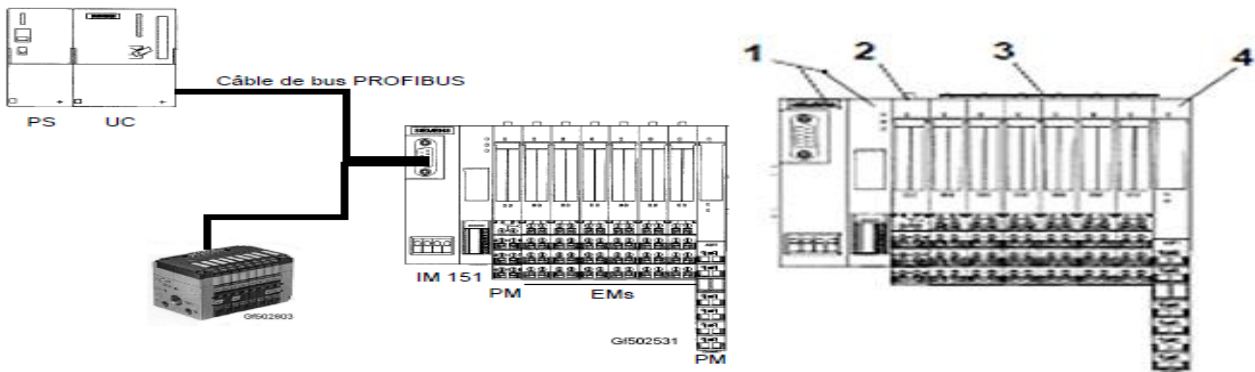


Figure (II.4) : Système d'E/S répartie ET 200S

- (1) Module d'interface ET 200S M 151
- (2) Terminal TM-P avec module d'alimentation PM-E y compris modules électroniques.
- (3) Modules terminaux TM-E y compris les modules électroniques.
- (4) Module d'alimentation pour démarreurs du moteur PM-D

Le système E/S réparties ET 200S est composé à la base de différents modules terminaux passifs auxquels il est possible de connecter des modules électroniques et des démarreurs de moteur. L'ET 200S peut être composé au maximum de 64 modules.

Le système E/S réparties ET 200S est connecté au PROFIBUS-DP au moyen de connecteurs de câble pour PROFIBUS-DP (réseau électrique ou réseau optique) sur le module d'interface MI 151. Chaque système E/S réparties ET 200S est un système asservi sur le PROFIBUS-DP.

### II.3.4. Unité E/S SM 300 [3]

L'unité E/S SM 300 est possible à connecter à l'automate. On peut connecter jusqu'à 8 modules et un châssis d'extension avec un module d'interface IM 365. Il est également possible d'étendre l'automate avec un total de 4 châssis d'extension avec les modules d'interfaces IM 360+IM 361, les modules d'interface sont connectés par un câble IM 368.

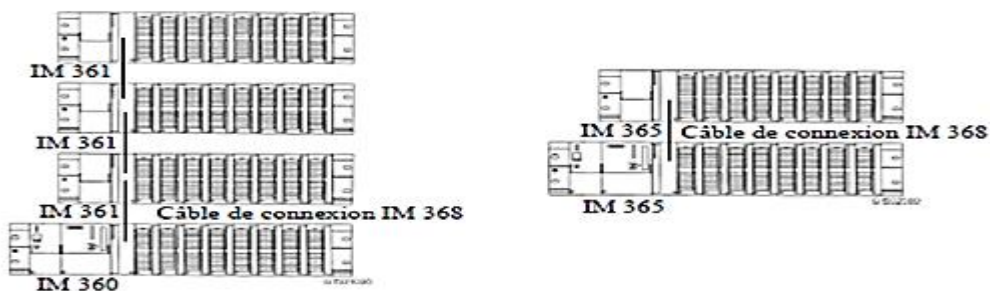
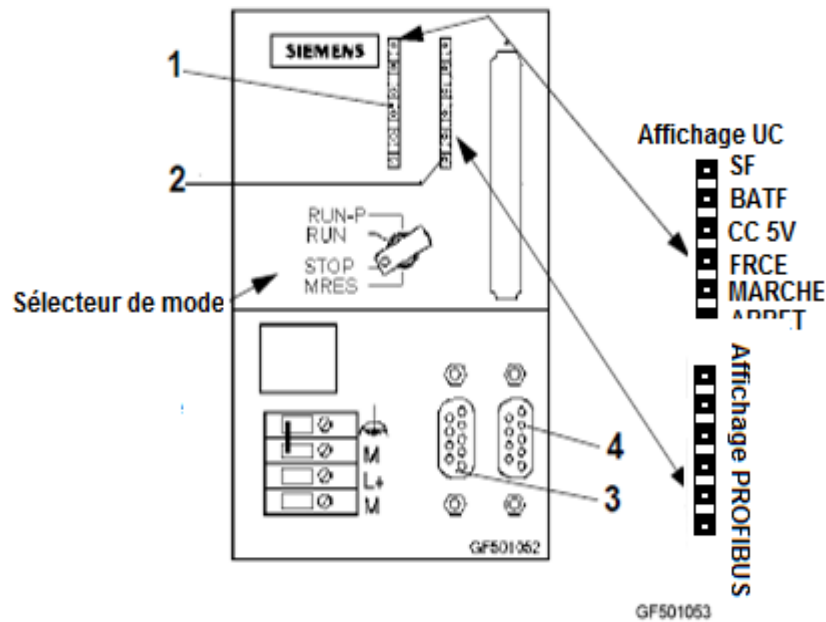


Figure (II.5): Unité E/S SM 300

II.3.4. Les éléments de commande et d'affichage [3]



- (1) Diodes d'état et de défaut
- (2) Diodes d'état et de défaut pour interface DP
- (3) Interface multipoints (IMP)
- (4) Interface PROFIBUS-DP

Figure (II.6) : Eléments de commande et d'affichage

Tableau (II.3) : Eléments de commande et d'affichage

| Diode                     | Etat       | Commentaire  |
|---------------------------|------------|--|
| SF<br>(Couleur: rouge)    | Marche     | Défaut de matériel ou de logiciel  |
| BATF<br>(Couleur: rouge)  | Marche     | Défaut de batterie ou lorsqu'un accumulateur est connecté.   |
| CC 5V<br>(Couleur: verte) | Marche     | Alimentation 5V CC pour UC et S7-300 correcte.   |
| FRCE<br>(Couleur: jaune)  | Marche     | Demande de forçage active.   |
| FRCE<br>(Couleur: jaune)  | Marche     | UC en MARCHÉ   |
|                           | Clignotant | La diode clignote à la mise en marche avec 1 Hz.<br>La diode clignote en mode interruption avec 0,5Hz. |
| ARRÊT                     | Marche     | UC en MARCHÉ   |

|                  |            |  |
|------------------|------------|--|
| (Couleur: jaune) | Clignotant | UC en ARRÊT ou INTERRUPTION ou mise en Marche. La diode clignote à la demande de réinitialisation de la mémoire. |
| BUSF             | Marche     | Défaut de matériel ou de logiciel sur la communication PROFIBUS.   |
| BUS1F            | Marche     | Défaut de matériel ou de logiciel à l'interface 1  |
| BUS2F            | Marche     | Défaut de matériel ou de logiciel à l'interface 2  |

II.3.5. Module de processeur de communication CPU314 [3]

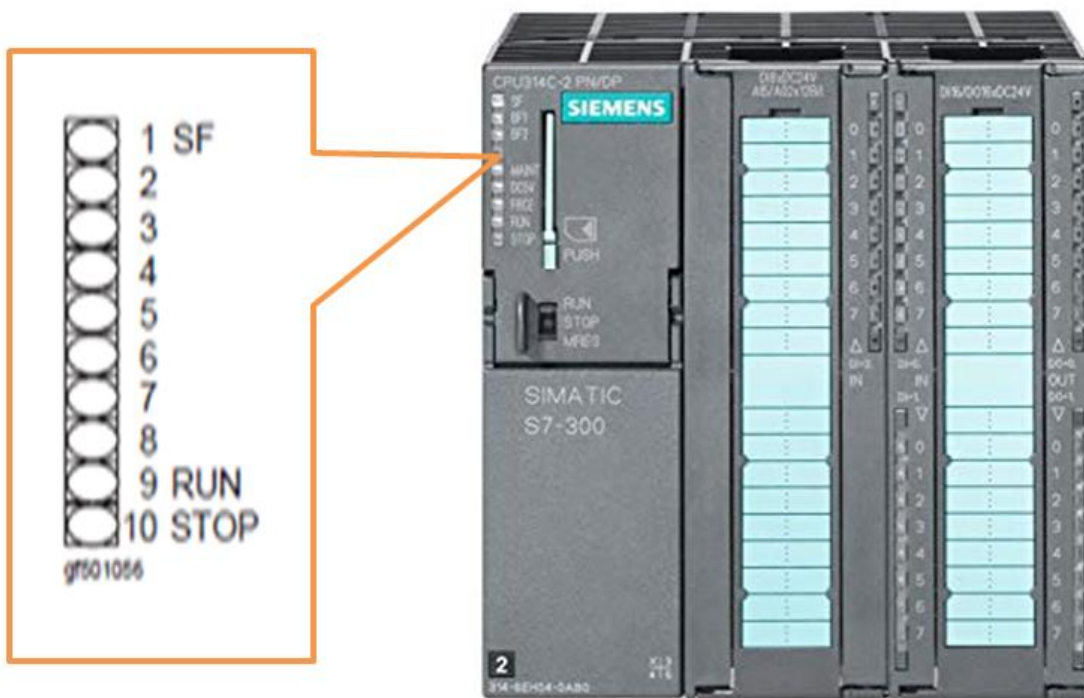


Figure (II.7) : Processeur de communication CPU314

Tableau(II.4) : Processeur de communication CPU314

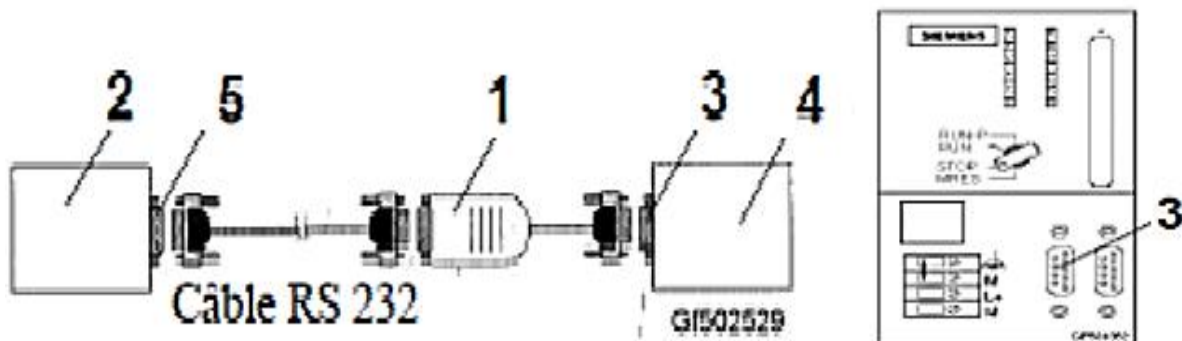
| Diode de processeur        | Etat       | Commentaire                    |
|----------------------------|------------|--------------------------------|
| 1. SF (Couleur: rouge)     | Marche     | Arrêt avec erreur interne      |
|                            | Clignotant | Arrêt de module/erreur système |
| 9. MARCHE (Couleur: verte) | Marche     | En fonctionnement              |
|                            | Clignotant | Arrêt de module/erreur système |



|                            |            |                                |
|----------------------------|------------|--------------------------------|
| 10. ARRÊT (Couleur: jaune) | Marche     | Arrêt                          |
|                            |            | Mise en marche                 |
|                            |            | Arrêt avec erreur interne      |
|                            | Clignotant | Arrêt                          |
|                            |            | Arrêt de module/erreur système |

**II.2.5.1. Adaptateur d'ordinateur [3]**

L'adaptateur d'ordinateur (1) permet la connexion entre d'un ordinateur (2) via une connexion COM série (5) et l'UC S7 300 (4) via l'interface multipoints IMP (3).



Figure(II.8) : Adaptateur d'ordinateur

**II.2.5.2. PROFIBUS-DP [4]**

Le protocole PROFIBUS-DP est conçu pour permettre un échange rapide de données au niveau des capteurs / actionneurs. Les systèmes de commande centraux, comme les automates programmables, communiquent avec les entrées et les sorties décentralisées via une liaison série. Ce type d'échange de données est essentiellement cyclique.

L'automate central (maître) lit les données d'entrée envoyées par les esclaves et transfère les informations de sortie vers les esclaves. Le temps de cycle du bus doit toujours être inférieur au temps de cycle de l'API.

**II.2.5.3. Interface PROFIBUS-DP [3]**

Les UC avec deux interfaces offrent l'interface PROFIBUS-DP qui permet d'être connectées à un système de bus PROFIBUS-DP. La vitesse de transmissions possibles jusqu'à 12 Mbps. L'UC diffuse automatiquement ses paramètres de bus définis (par ex.:

vitesse en bauds) à l'interface PROFIBUS-DP. Ceci signifie qu'un dispositif de programmation, par exemple, peut automatiquement "s'accrocher" à un sous réseau PROFIBU.

#### II.2.5.4. Interface MPI [3]

La MPI est l'interface de l'UC pour le dispositif de programmation de pupitre opérateur (OP) et pour la communication dans un sous réseau MPI.

### II.3. Appareillage et instrumentation

#### II.3.1. Dispositif du courant résiduel [3]

Le dispositif de courant résiduel est un disjoncteur qui déconnecte son circuit à chaque fois qu'il détecte que la fuite de courant du circuit dépasse les limites de sécurité. Ce dispositif peut être vérifié pour voir s'il est opérationnel et/ou a été correctement câblé.

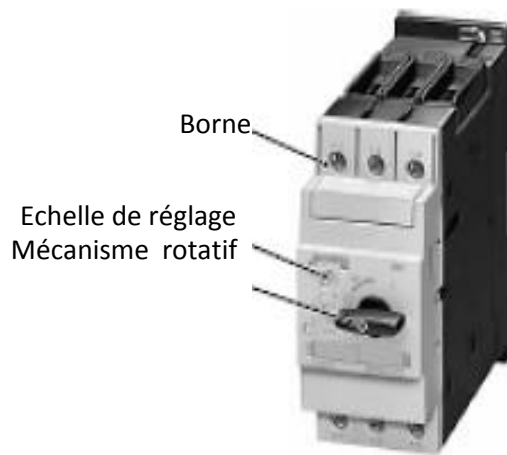
Les dispositifs de courant résiduel dans cette série, sont destinés à un courant nominal de 16 - 80 A et un courant de défaut nominal de 10 - 300 mA.



Figure (II.9) : Dispositif d'un courant résiduel

#### II.3.2. Protection du moteur [3]

Ces protections de moteur sont des disjoncteurs limiteurs de courant, compacts qui sont optimisés pour des alimentateurs de charge.



**Figure (II.10) :** Protection du moteur

Les disjoncteurs sont utilisés pour connecter et protéger les moteurs à induction triphasés allant jusqu'à 45 kW à 400 V en courant alternatif et pour d'autres charges avec des courants nominaux allant jusqu'à 100 A.

Le disjoncteur est muni d'une échelle de réglage pour régler le courant de déclenchement.

### **II.3.3. Convertisseur de fréquence [3]**

Un convertisseur de fréquences fournit un contrôle de couple sur les moteurs à courant alternatif, permettant d'obtenir une meilleure précision, un fonctionnement plus régulier, une réduction du niveau de bruit et de réaliser des économies d'énergie.

Le convertisseur de fréquences VLT a un panneau de commande qui donne une interface complète pour exploiter et surveiller le VLT FC série 300.

Le tableau de commande est détachable et peut être installé jusqu'à 3 mètres du convertisseur de fréquences.

Les fonctions du tableau de commande peuvent être réparties en quatre groupes:

- Un affichage graphique avec des lignes d'état
- Des touches de menu et des voyants indicateurs
- Des touches de navigation et des voyants indicateurs (LED)
- Des touches de fonction et des voyants indicateurs (LED)



Figure (II.11) : convertisseur de fréquence

### II.3.4. Régulateur d'air [3]

Le régulateur d'air est utilisé pour contrôler la pression de consigne de façon précise. La haute précision et la faible hystérésis de ce régulateur sont obtenues par l'absence virtuelle de tout frottement. Cette caractéristique est obtenue en utilisant une membrane roulée et des joints d'étanchéité métal sur métal.



Figure (II.12) : Régulateur d'air

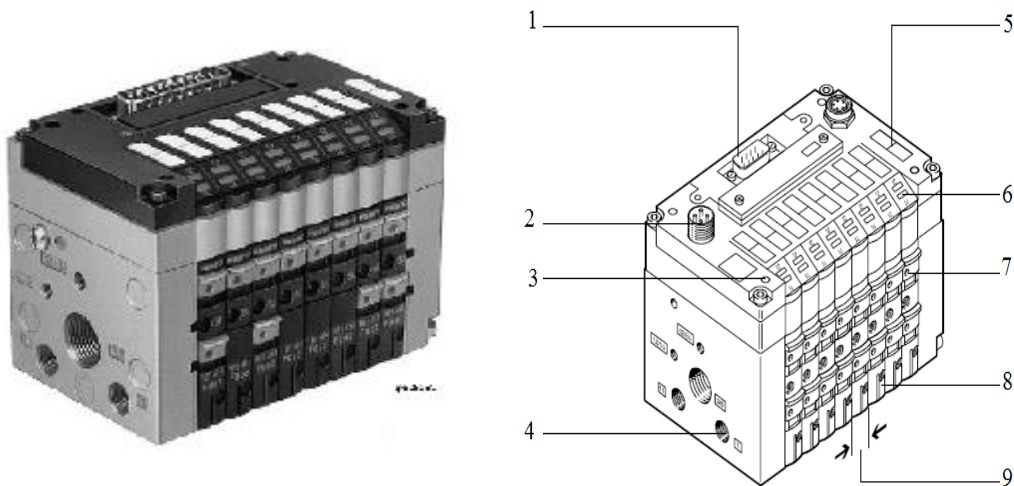
### II.3.5. Echangeur de chaleur à plaques [3]

L'échangeur de chaleur à plaques est en général utilisé pour chauffer ou refroidir des aliments ou autres produits ayant une faible ou moyenne viscosité. Dans l'échangeur de chaleur à plaques, la chaleur est transférée d'un milieu à un autre à travers de fines plaques de métal qui ont été comprimées selon un modèle très spécial. En raison de la disposition du joint sur les plaques et alternativement de la mise en place des plaques "A" et "B", les deux liquides entrent dans des passages alternés. Le milieu plus chaud chute en température alors que la température du milieu plus froid augmente.



Figure (II.13) : Echangeur de chaleur à plaques

II.3.6. Bloc de vannes [3]



(1)Connexion électrique simple. (2)Connexion de la tension de service. (3)Montage rapide. (4)Taraudage métallique robuste ou raccords QS prémontés. (5)Etiquettes. (6)Réduction des temps d'immobilisation. (7) Fonctionnement fiable. (8) Nombreuses fonctions de distributeurs, formation de zones de pression, plaques de réserve. (9)Largeur (10mm, 14mm, 18mm).

Figure (II.14) : Bloc de vannes

II.3.7. Pompe centrifuge [3]

Une pompe centrifuge est une machine rotative qui pompe un liquide en le forçant à travers une roue à aube ou une hélice. C'est le type de pompe industrielle le plus commun.



**Figure(II.15) :** Pompe centrifuge

### II.3.8. Pompe centrifuge multicellulaire [3]

Elle se compose principalement de la base, de la tête de pompe et du moteur. Le corps de la pompe et le manchon extérieur sont fixés entre la base et la tête au moyen des tirants. La pompe est équipée d'une garniture mécanique sans maintenance.



**Figure (II.16) :** Pompe centrifuge multicellulaire

### II.3.9. Electrovanne [3]

L'ensemble de vanne est composé d'un corps sur lequel sont fixés le tube de guidage d'induit contenant le plongeur, les joints d'étanchéité et le ressort.



**Figure (II.17) :** Electrovanne

### II.3.10. Transmetteur de débit [3]

Dans la mesure électronique, le milieu s'écoulant correspond au conducteur mobile et la tension créée est proportionnelle à la vitesse de débit qui est détectée par deux électrodes de mesure et transmise à l'amplificateur.

Le volume de débit est calculé sur la base du diamètre du conduit. Le champ magnétique constant est créé par un courant direct connecté de polarité alternative.

Le système de mesure est composé d'un transmetteur et d'un capteur qui forment un ensemble mécanique unique. Promag possède une commande tactile utilisée sans ouvrir le boîtier et a un affichage à quatre lignes.



Figure(II.18) : Transmetteur de débit

### II.3.11. Crépine

Une crépine avec filtre standard en acier inoxydable avec perforations de 0,8mm est un filtre métallique de forme sphérique ou cylindrique placé à l'extrémité d'un tuyau d'aspiration pour y arrêter les corps étrangers.



Figure(II.19) : Crépine

**II.4. Conclusion**

L'automate est un produit, facile à programmer, à connecter, adapté aux conditions industrielles. L'expansion considérable de ses possibilités, et celle corrélative de son marché.

Le choix de notre projet s'est porté sur la CPU314 IFM et le langage à contact pour l'élaboration du programme de notre machine Tetra ALBRIX.



# Partie pratique

# Programmation et simulation

## CHAPITRE III

### Programmation et Simulation

#### III.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons aborder la programmation du système sur l'automate avec SIMATIC STEP7, ainsi que sa simulation sous S7 PLCSIM.

#### III.2. Environnement STEP7 [1]

##### III.2.1. Définition

En allemand, Steuerungen Easy Programmieren signifie Programmation facile des contrôleurs.

STEP7 est un logiciel pour la programmation d'automates programmables (PLC) de la famille SIMATIC S7 de Siemens AG. En raison de l'utilisation généralisée des automates programmables SIMATIC, STEP 7 est devenu quasi-standard en Allemagne et est en concurrence avec d'autres outils de programmation basés sur la norme CEI61131-3.

##### III.2.2. Fonctionnalité

L'atelier logiciel STEP 7 Professional fédère toutes les fonctions requises pour concevoir, configurer, programmer, tester, mettre en service et maintenir les systèmes d'automatisation SIMATIC.

STEP 7 Professional apporte une productivité de l'ingénierie sans précédent. Il concrétise tous les atouts du concept "Totally Integrated Automation" :

- Interface utilisateur orientée objet, commune à tous les outils logiciels SIMATIC Industrial Software
- Base de données unique des projets garantissant la cohérence des applications même complexes
- Cohérence des réseaux de communication entre les composants d'une application

### III.2.3. Caractéristiques techniques

STEP 7 Professional intègre en particulier les outils suivants :

- Interface utilisateur SIMATIC Manager commune à tous les outils logiciels intégrés et optionnels
- Tous les langages de programmation pour automates programmables définis dans le standard CEI 61131-3: schémas contact, logigrammes, listes d'instructions, graphes séquentiels (S7-GRAPH) et langages structuré (S7-SCL)
- Logiciel de simulation automate S7-PLCSIM pour la mise au point de programmes sans disposer des automates cible
- Outil configuration graphique des composants matériels et des réseaux de communication

STEP 7 Professional comporte de nombreuses fonctions évoluées qui contribuent à l'efficacité du travail des automaticiens, par exemple:

- Programmation structurée, avec des blocs fonctions paramétrables et instanciables
- Vérification globale de la cohérence d'un programme
- Gestion multilingue de projet
- Interfaces d'import/export de code source des programmes, de la liste des noms symboliques de variables, de configurations matérielles
- Modèle objet STEP 7 pour réalisation de scripts destinés à "automatiser le travail de l'automaticien"

### III.2.4. Avantages

L'atelier logiciel STEP 7 Professional permet d'obtenir des gains de productivité importants de l'ingénierie durant toutes les phases d'un projet d'automatisation :

- Configuration plus rapide des systèmes grâce à des outils de configuration graphiques des composants et des réseaux
- Programmation plus efficace grâce à la possibilité de combiner dans des projets structurés, orientés objet, tous les langages de programmation standard selon CEI 61131-3
- Phases de test plus courtes grâce aux outils de simulation et de mise au point intégrés

### III.2.5. Blocs dans le programme utilisateur [2]

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

- Écrire des programmes importants mais clairs,
- Standardiser certaines parties du programme,
- Simplifier l'organisation du programme,
- Modifier facilement le programme,
- Simplifier le test du programme, possibilité d'exécuter section par section,
- Faciliter la mise en service.

#### III.2.5.1. Types de blocs [2]

On peut utiliser différents types de bloc dans un programme utilisateur S7 comme le montre le tableau suivant :

**Tableau (III.1) : Types de blocs dans STEP7**

| Bloc  | Brève description de la fonction  |
|---|---|
| Blocs d'organisation (OB)                                   | Les OB déterminent la structure du programme utilisateur.   |
| Blocs fonctionnels système (SFB) et fonctions système (SFC) | Les SFB et SFC sont intégrés à la CPU S7 et permettent de réaliser quelques fonctions systèmes importantes.     |
| Blocs fonctionnels (FB)                                     | Les FB sont des blocs avec "mémoire" que l'utilisateur programme  |
| Fonctions (FC)  | Les FC contiennent des routines de programmes pour les fonctions fréquemment utilisées.                         |
| Blocs de données d'instance (DB d'instance)                 | Les DB d'instance sont affectés au bloc FB/SFB appelé. Ils sont générés automatiquement lors de la compilation. |
|   | Les DB sont des zones de données dans lesquelles  |

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Blocs de données (DB) | l'on enregistre les données utilisateur. Outre les données affectées respectivement à un bloc fonctionnel, on peut définir des données globales utilisables par tous les blocs. |
|-----------------------|---|

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

### III.2.5.1.1. Blocs d'organisation et structure du programme

Les blocs d'organisation (OB) constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils sont appelés par le système d'exploitation et gèrent le traitement de programme cyclique et déclenchés par alarme, ainsi que le comportement à la mise en route de l'automate programmable et le traitement des erreurs. [2]

### III.2.5.1.2. Fonctions (FC)

Les fonctions sont programmées par l'utilisateur. Une fonction est un bloc de code sans mémoire. Les variables temporaires d'une fonction sont sauvegardées dans la pile des données locales. Ces données sont perdues à l'achèvement de la fonction.

Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde des données. Comme une fonction ne dispose pas de mémoire associée, on doit toujours indiquer des paramètres effectifs pour elle. On ne peut pas affecter de valeur initiale aux données locales d'une FC. [2]

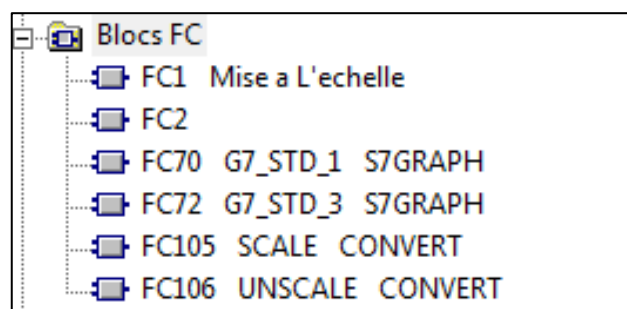


Figure (III.1) : Différentes fonctions de Step7

### III.2.5.1.3. Blocs fonctionnels (FB)

Programmés aussi par l'utilisateur, un bloc fonctionnel est un bloc avec rémanence. Un bloc de données d'instance lui est associé et en constitue la mémoire. Les paramètres transmis au FB ainsi que les variables statiques sont sauvegardées dans le bloc de données

d'instance. Les variables temporaires sont rangées dans la pile des données locales. Les données sauvegardées dans le bloc de données d'instance ne sont pas perdues à l'achèvement du traitement du FB. En revanche, les données sauvegardées dans la pile des données locales le sont.

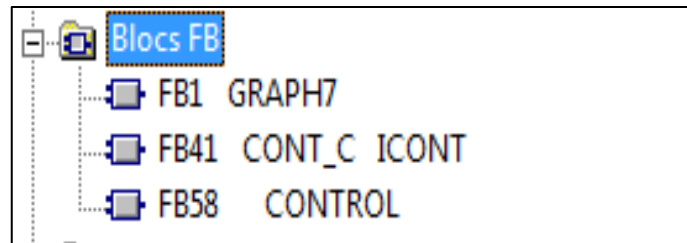


Figure (III.2) : Blocs Fonctionnels

#### III.2.5.1.4. Blocs de données d'instance (DB d'instance)

Un bloc de données d'instance est associé à chaque appel de bloc fonctionnel transmettant des paramètres. Ce bloc de données d'instance contient les paramètres effectifs et les données statiques du FB. Les variables déclarées dans le FB déterminent la structure du bloc de données d'instance. On appelle instance l'appel d'un bloc fonctionnel. Si, par exemple, un bloc fonctionnel est appelé cinq fois dans le programme utilisateur S7, il existe cinq instances de ce bloc. [2]

#### III.2.5.1.5. Blocs de données globaux (DB)

Contrairement aux blocs de code, les blocs de données ne contiennent pas d'instructions STEP 7 et servent à l'enregistrement de données utilisateur. Ils contiennent des données variables que le programme utilisateur utilise. Les blocs de données globaux servent à l'enregistrement de données utilisateur pouvant être utilisées par tous les autres blocs.

#### III.2.5.1.6. Blocs fonctionnels système (SFB)

Un bloc fonctionnel système (SFB) est un bloc fonctionnel intégré à la CPU S7. Comme les SFB font partie du système d'exploitation, ils ne sont pas chargés en tant que partie du programme. Comme les FB, les SFB sont des blocs avec mémoire d'où la nécessité de créer des blocs de données d'instance chargés dans la CPU en tant que partie du programme. [2]

### II. 2.5.1.7. Fonctions système

Une fonction système (SFC) est une fonction préprogrammée et intégrée dans la CPU S7 qui est appelé à partir du programme. Comme ces fonctions font partie du système d'exploitation, elles ne sont pas chargées en tant que partie du programme. [2]

Les CPU S7 proposent des fonctions système pour :

- des fonctions de copie et de blocs,
- le contrôle du programme,
- la gestion de l'horloge et du compteur d'heures de fonctionnement,
- le transfert d'enregistrements logiques,
- le transfert, en mode de fonctionnement multiprocesseur, d'événements d'une CPU à toutes les CPU enfichées,
- la gestion des alarmes horaires et temporisées,
- la gestion des événements d'erreur synchrone, des événements d'alarme et des événements d'erreur asynchrone,
- l'information sur les données système statiques et dynamiques,
- la mise à jour de la mémoire image du processus et le traitement de champ binaire,
- l'adressage de modules,
- la périphérie décentralisée,
- la communication par données globales,
- la communication via des liaisons non configurées,
- la création de messages relatifs aux blocs.

### III.2.6. Langages CONT, LOG, LIST, SCL, GRAPH

Lors de la création d'un bloc ou d'une source, on détermine dans les propriétés de l'objet avec quel langage de programmation et quel éditeur nous voulons écrire ce bloc ou cette source. L'éditeur correspondant à ce choix est appelé lorsque nous ouvrons le bloc ou le fichier source. [2]

#### III.2.6.1. Langage de programmation CONT (schéma à contacts)

La représentation en langage de programmation CONT (schéma à contacts) s'inspire des schémas de circuits. Les éléments d'un schéma de circuit, tels que contacts à fermeture et contacts à ouverture, sont rassemblés dans des réseaux. Un ou plusieurs réseaux forment la section des instructions complète d'un bloc de code.



### III.2.6.2. Langage de programmation LOG (logigramme)

Le langage de programmation LOG utilise les boîtes fonctionnelles graphiques de l'algèbre booléenne pour représenter des éléments logiques. Il permet en outre de représenter des fonctions complexes, telles que les fonctions mathématiques en les mettant directement en liaison avec ces boîtes logiques.

### III.2.6.3. Langage de programmation LIST (liste d'instructions)

Le langage de programmation LIST est un langage textuel proche du langage machine. Chaque instruction correspond à une étape de l'exécution du programme par la CPU.

### III.2.6.4. Langage de programmation SCL

Le langage de programmation SCL (Structured Control Language) optionnel est un langage évolué textuel, dont la structure de la langue correspond pour l'essentiel à la norme CEI 1131-3. Grâce à ses instructions en langage évolué et contrairement au langage LIST, ce langage proche du PASCAL simplifie entre autres la programmation de boucles et de branches conditionnelles. SCL est de ce fait tout particulièrement adapté au calcul de formules, aux algorithmes d'optimisation complexes ou à la gestion de grandes quantités de données.

### III.2.6.5. Langage de programmation GRAPH (commande séquentielle)

Le langage de programmation graphique optionnel GRAPH permet de programmer des commandes séquentielles. Ceci implique la création d'une succession d'étapes, la définition des actions associées à chaque étape et celle des transitions indiquant les possibilités d'évolution entre deux étapes successives. GRAPH permet la représentation très claire de séquences même complexes, ce qui favorise une programmation et une recherche d'erreurs efficaces.

### III.2.7 Table des mnémoniques

Dans un programme STEP 7, on utilise des opérands comme des signaux d'E/S, des mémentos, des compteurs, des temporisations, des blocs de données et des blocs fonctionnels. On peut accéder à ces opérands par adressage absolu dans notre programme.

Une table des mnémoniques est automatiquement générée lors de la création d'un projet, ce qui rend grandement améliorée la lisibilité de ce programme.

|    | Etat | Mnémonique         | Opéra / | Type de données | Comment |
|----|------|--------------------|---------|-----------------|---------|
| 1  |      | voyant_marche_...  | A 0.0   | BOOL            |         |
| 2  |      | vanne114_vers_t... | A 0.1   | BOOL            |         |
| 3  |      | vanne114_recitc... | A 0.2   | BOOL            |         |
| 4  |      | pompe_1            | A 0.3   | BOOL            |         |
| 5  |      | pompe_2            | A 0.4   | BOOL            |         |
| 6  |      | PHASE_DEMMAR...    | A 100.0 | BOOL            |         |
| 7  |      | PASE_PRODUCTI...   | A 100.1 | BOOL            |         |
| 8  |      | PHASE_CIRCULA...   | A 100.2 | BOOL            |         |
| 9  |      | PHASE_REFROID...   | A 100.3 | BOOL            |         |
| 10 |      | PHASE_NEP          | A 100.4 | BOOL            |         |
| 11 |      | DB de FB41         | DB 1    | DB 1            |         |
| 12 |      | DB3 de FB41        | DB 3    | DB 3            |         |
| 13 |      | DB5 de FB41        | DB 5    | DB 5            |         |
| 14 |      | S_reci             | E 0.1   | BOOL            |         |
| 15 |      | s_mouill           | E 0.2   | BOOL            |         |
| 16 |      | s_mesurebrix       | E 0.3   | BOOL            |         |
| 17 |      | start              | E 100.0 | BOOL            |         |
| 18 |      | signal_filtre      | E 100.1 | BOOL            |         |
| 19 |      | offset             | E 101.6 | BOOL            |         |
| 20 |      | MARCHE             | E 124.0 | BOOL            |         |
| 21 |      | niv_bas_tk_stock   | E 124.1 | BOOL            |         |
| 22 |      | niv_remp_atteint   | E 124.2 | BOOL            |         |
| 23 |      | temperature_steril | E 124.3 | BOOL            |         |
| 24 |      | temperatur_equilbr | E 124.4 | BOOL            |         |
| 25 |      | brix_high          | E 124.5 | BOOL            |         |
| 26 |      | brix_low           | E 124.6 | BOOL            |         |
| 27 |      | brix_ok            | E 124.7 | BOOL            |         |
| 28 |      | arret              | E 125.0 | BOOL            |         |
| 29 |      | vide               | E 125.1 | BOOL            |         |
| 30 |      | niv_haut_tk_stock  | E 125.2 | BOOL            |         |

|    | Etat | Mnémonique       | Opéra / | Type de données | Comment     |
|----|------|------------------|---------|-----------------|-------------|
| 31 |      | fin_vidage       | E 125.3 | BOOL            |             |
| 32 |      | fin_nettoyage    | E 125.4 | BOOL            |             |
| 33 |      | CONT_C           | FB 41   | FB 41           | Contin...   |
| 34 |      | Mise a L'echelle | FC 1    | FC 1            |             |
| 35 |      | G7_STD_1         | FC 70   | FC 70           |             |
| 36 |      | G7_STD_3         | FC 72   | FC 72           |             |
| 37 |      | SCALE            | FC 105  | FC 105          | Scaling...  |
| 38 |      | UNSCALE          | FC 106  | FC 106          | Unscali...  |
| 39 |      | INIT_SQ          | M 12.0  | BOOL            |             |
| 40 |      | MARCHE_ARRET     | M 12.1  | BOOL            |             |
| 41 |      | niveau           | MD 50   | REAL            |             |
| 42 |      | vanne            | MD 70   | REAL            |             |
| 43 |      | LT65             | MD 100  | REAL            |             |
| 44 |      | LT65_H           | MD 101  | REAL            |             |
| 45 |      | LT65_L           | MD 102  | REAL            |             |
| 46 |      | TE44             | MD 103  | REAL            |             |
| 47 |      | TE44_M1          | MD 104  | REAL            |             |
| 48 |      | TE45             | MD 105  | REAL            |             |
| 49 |      | TE45_M1          | MD 106  | REAL            |             |
| 50 |      | TE64             | MD 107  | REAL            |             |
| 51 |      | TE64_M2          | MD 108  | REAL            |             |
| 52 |      | TE65_H           | MD 109  | REAL            |             |
| 53 |      | DT01             | MD 110  | REAL            |             |
| 54 |      | DT01_L           | MD 111  | REAL            |             |
| 55 |      | DT01_LL          | MD 112  | REAL            |             |
| 56 |      | DT01_PROD_SP     | MD 113  | REAL            |             |
| 57 |      | taux_brix        | MD 124  | DWORD           |             |
| 58 |      | Cycle Execution  | OB 1    | OB 1            |             |
| 59 |      | CYC_INT5         | OB 35   | OB 35           | Cyclic I... |
| 60 |      | TIME_TCK         | SFC 64  | SFC 64          | Read t...   |

Figure (III.3) : Table des mnémoniques

III.2.8. Les opérandes et types de données autorisés dans la table des mnémoniques

Tableau (III.2) Opérandes et types de données autorisés dans la table des mnémoniques

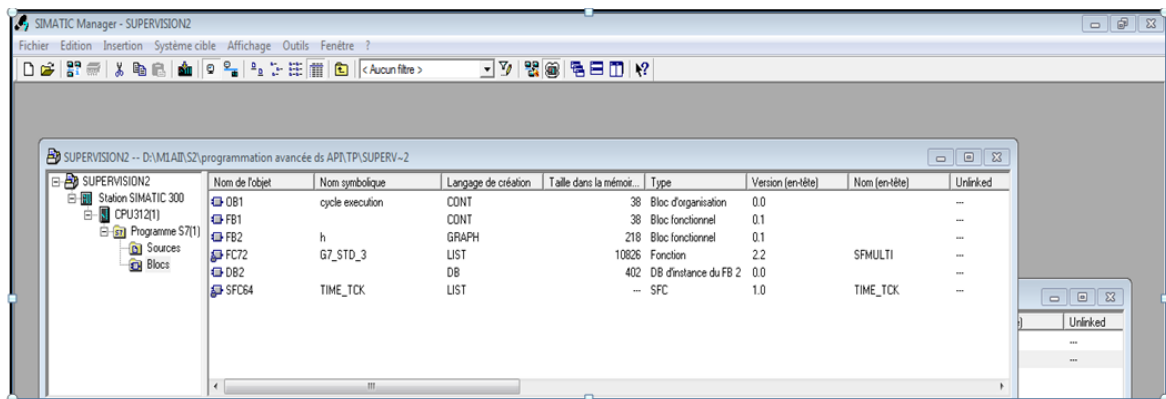
| Anglais | Allemand | Désignation  | Type de données | Plage d'adresses |
|---------|----------|--------------|-----------------|------------------|
| I       | E        | Bit d'entrée | BOOL            | 0.0..65535.7     |

|     |     |                                       |                                    |              |
|-----|-----|---------------------------------------|------------------------------------|--------------|
| Q   | A   | Bit de sortie                         | BOOL                               | 0.0..65535.7 |
| M   | M   | Bit de memento                        | BOOL                               | 0.0..65535.7 |
| PIB | PEB | Octet de périphérie d'entrée          | BYTE, CHAR                         | 0..65535     |
| PQB | PAB | Octet de périphérie de sortie         | BYTE, CHAR                         | 0..65535     |
| PIW | PEW | Mot de périphérie d'entrée            | WORD, INT,<br>S5TIME, DATE         | 0..65534     |
| PQW | PAW | Mot de périphérie de sortie           | WORD, INT,<br>S5TIME, DATE         | 0..65534     |
| PID | PED | Double mot de périphérie<br>d'entrée  | DWORD, DINT,<br>REAL, TOD,<br>TIME | 0..65532     |
| PQD | PAD | Double mot de périphérie de<br>sortie | DWORD, DINT,<br>REAL, TOD,<br>TIME | 0..65532     |
| T   | T   | Temporisation                         | TIMER                              | 0..65535     |
| Z   | Z   | Compteur                              | COUNTER                            | 0..65535     |
| FB  | FB  | Bloc fonctionnel                      | FB                                 | 0..65535     |
| OB  | OB  | Bloc d'organisation                   | OB                                 | 1..65535     |
| DB  | DB  | Bloc de données                       | DB                                 | 1..65535     |
| FC  | FC  | Fonction                              | FC                                 | 0..65535     |
| SFB | SFB | Bloc fonctionnel système              | SFB                                | 0..65535     |
| SFC | SFC | Fonction système                      | SFC                                | 0..65535     |
| VAT | VAT | Table des variables                   | /                                  | 0..65535     |

|     |     |                             |     |          |
|-----|-----|-----------------------------|-----|----------|
| UDT | UDT | Type de données utilisateur | UDT | 0..65535 |
|-----|-----|-----------------------------|-----|----------|

### III.2.9. Interface utilisateur SIMATIC MANAGER

A partir de l'icône SIMATIC Manager qui permet d'accéder au logiciel STEP 7, on démarre rapidement STEP 7 en effectuant un double clic sur l'icône "SIMATIC Manager". La fenêtre de SIMATIC Manager s'ouvre alors.



**Figure(III.4) : Fenêtre SIMATIC MANAGER**

De là, on peut accéder à toutes les fonctions installées aussi bien du logiciel de base que des logiciels optionnels.

SIMATIC Manager SIMATIC Manager constitue l'interface d'accès à la configuration et à la programmation, comme :

- Créer des projets
- Configurer et paramétrer le matériel
- Configurer le fonctionnement en réseau du matériel
- Programmer des blocs
- Tester et mettre en œuvre les programmes.

#### III.2.9.1. Création d'un projet STEP7

Le projet représente l'ensemble des données et des programmes d'une solution d'automatisation et se trouve à la tête d'une hiérarchie d'objets.

Pour créer un projet STEP7, dans la barre de menu, on sélectionne « Fichier > Nouveau... », puis on entre un chemin (ou adresse) pour enregistrer le fichier.

### III.2.9.2. Configurer et paramétrer le matériel

Par "configuration", on entend disposition de profilés support ou châssis, de modules, d'appareils de la périphérie décentralisée et de cartouches interface dans une fenêtre de station.

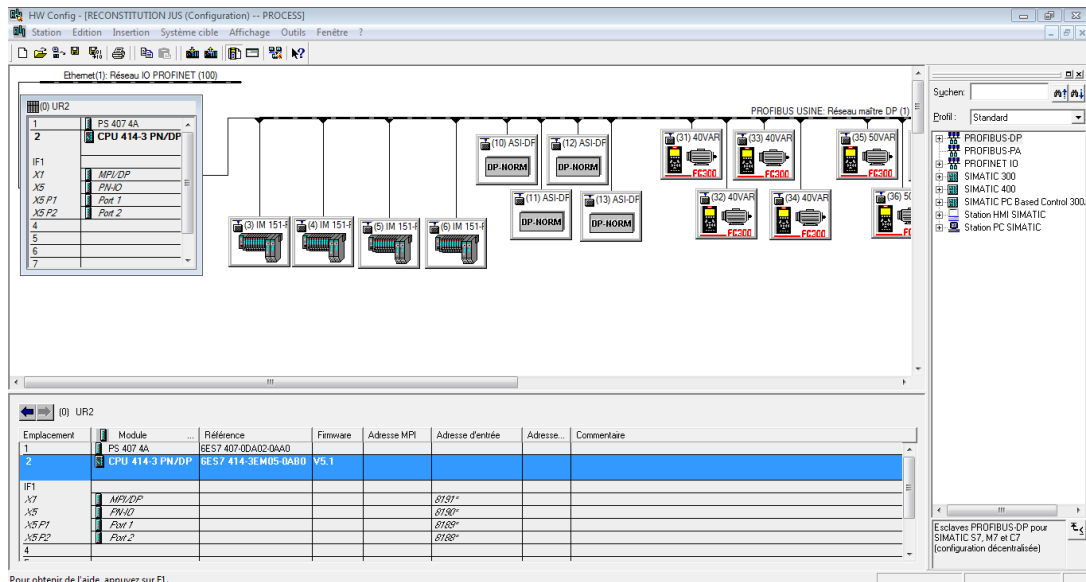


Figure (III.5) : Configuration matérielle dans HW config.

Les profilés support ou châssis sont représentés par une table de configuration, dans laquelle l'on peut enficher un nombre défini de modules, tout comme dans les profilés support ou châssis "réels". STEP 7 affecte automatiquement une adresse à chaque module dans la table de configuration.

## III.3. Cahier des charges de l'Albric c

### III.3.1. Contexte et définition du problème

L'entreprise agroalimentaire SARL Ibrahim et fils produit de diverses boissons non alcoolisées et aromatisées avec une cadence élevée. L'approvisionnement en matières premières s'effectue généralement par route qui cause généralement des désagréments qui peuvent nuire à la continuité de production.

On trouve parmi ses matières premières le sucre liquide (ou sirop simple), présent dans les jus et sodas, un produit crucial et essentiel à la fabrication de ces derniers.

Ce sirop est acheminé par une autre société sous-traitante vers l'usine au moyen de camions citernes de capacité d'environ 25000 L d'une manière régulière.

Problème ! si par malheur, l'acheminement est interrompu, pendant une période de réserve, l'activité de l'usine serait paralysée, ce qui va coûter une perte de temps et d'argent à l'entreprise.

### II.3.2. Objectif du projet

Dans l'optique d'y remédier aux divers problèmes d'approvisionnement et dans le souci d'avoir une autonomie vis-à-vis des matières premières, l'entreprise a mis en œuvre un module de production de sucre liquide, afin de maintenir la production des boissons en cas de rupture ou de non approvisionnement par le fournisseur.

### III.3.3. Descriptif fonctionnel des besoins

- Fonction principale : production de sucre liquide à partir de sucre granulé.
- Objectif : alimenter les tanks de stockages en sirop simple par ordre du superviseur.
- Contraintes :
  1. Niveau Brix du sirop 65°
  2. Température produit fini : 25°C
  3. Production continue

### III.3.4. SADT de l'ALBRIX C :

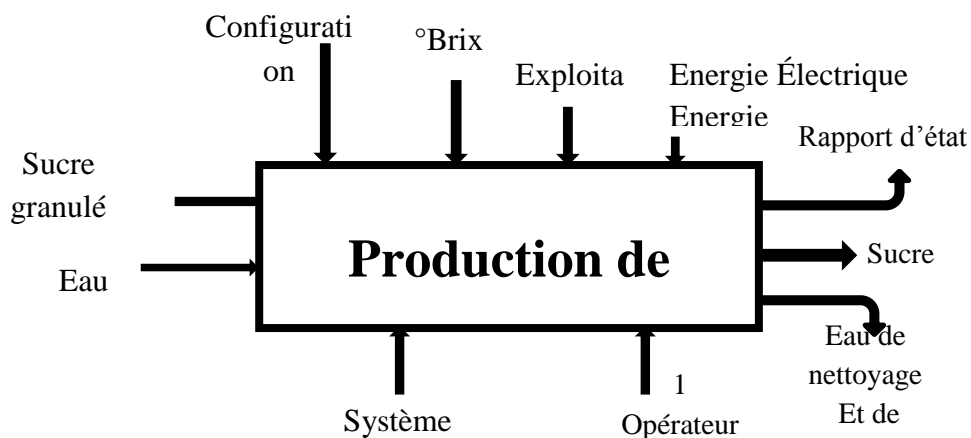


Figure (III.6) : SADT du Tétra Albrix C

### III.4. Programme sous step7 (voir Annexe)

La création et le choix de blocs se fait selon les besoins du processus à automatiser, pour les systèmes complexes, on peut avoir plusieurs dizaines, voire centaines, de blocs à

programmer pour satisfaire le cahier des charges, et avoir un programme structuré et facile à modifier.

Le programme d'Albrix C est organisé d'une manière à faciliter sa compréhension et à en faire des modifications en cas de besoin. On peut citer :

- L'OB1 se fait les différents appels des fonctions FB et FC, au total il y a 82 fonctions FC, par exemple le FC15 « analogue scaling » qui est chargé de la mise à l'échelle des capteurs analogiques, et 13 blocs fonctionnels FB, à titre d'exemple, le FB41 « cont\_c iconc » faisant les paramétrages des régulateurs PID
- L'OB35 permettant de démarrer les programmes à des intervalles de temps équidistants, ici l'ob35 est configuré à 50ms.
- L'OB40 qui traite toutes les alarmes de processus
- L'OB80 traite les erreurs de temps.
- L'OB82 bloc d'alarme de diagnostic
- L'OB85 sur les erreurs d'exécution du programme
- L'OB86 concernant la défaillance d'unité
- L'OB87 d'erreur de communication
- L'OB100 bloc de mise en route

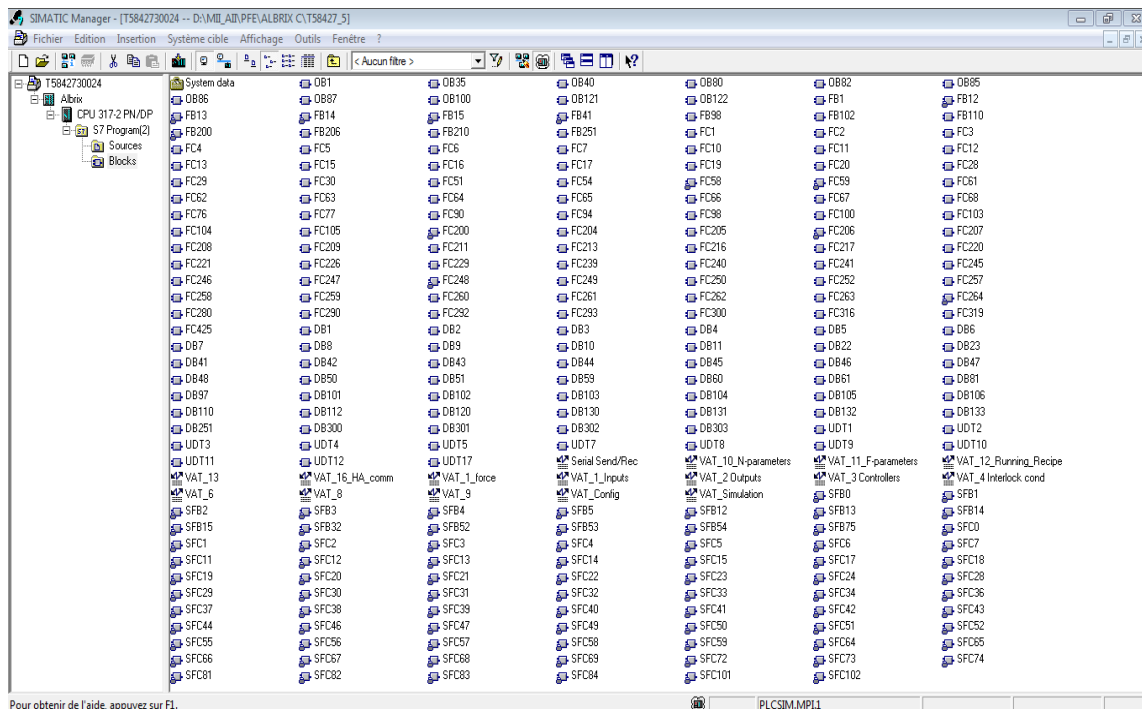


Figure (III.11) : Projet STEP7 de l'Albrix c

### III.5. Simulation step7

#### III.5.1. S7-PLC SIM

Dans S7-PLCSIM, on va exécuter le programme utilisateur STEP 7 et l'essayer dans un automate programmable simulé. La simulation étant réalisée entièrement dans le logiciel STEP 7, sans matériel S7 (CPU ou modules de signaux). S7-PLCSIM offre une interface simple au programme utilisateur STEP 7 servant à visualiser et à modifier les différents objets tels que les variables d'entrées et de sorties pendant que le programme est traité par la CPU simulée.

S7-PLCSIM offre une interface utilisateur graphique permettant de visualiser et de modifier les variables du programme d'automatisation, d'exécuter en mode cyclique ou automatique le programme du système cible simulé ou de modifier l'état de fonctionnement de l'automate.

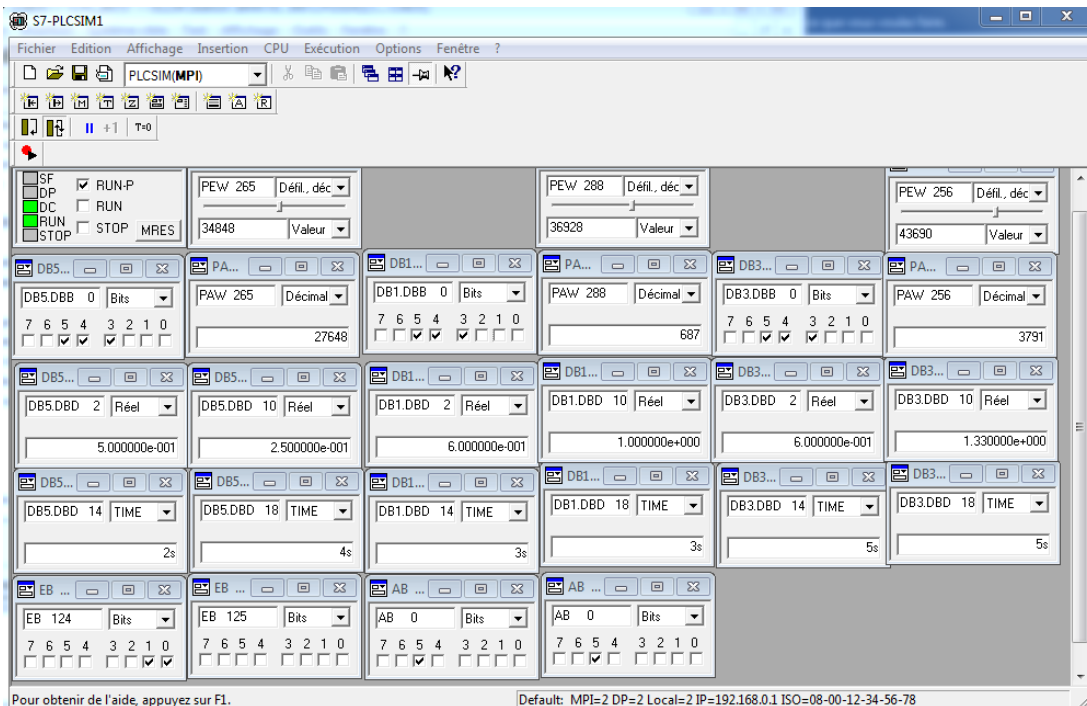


Figure (III.12) : Fenêtre du PLC-SIM

#### III.5.2. Manipulation sur le Plc Sim

Après mise en route de l'api virtuel, les témoins 'DC' et 'RUN' s'allument en vert, ce qui veut dire qu'il n'y a pas d'erreurs dans notre programme, à partir de là on peut modifier les entrées et les sorties du système.



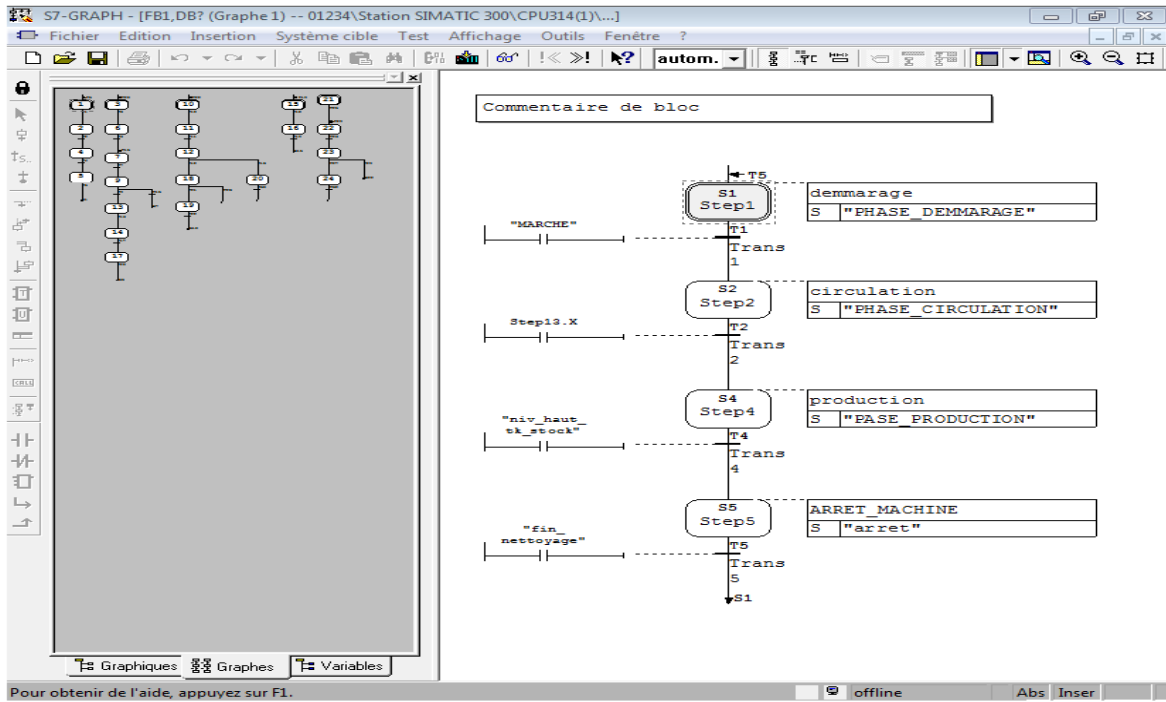


Figure (III.13) : Vue du grafcet à l'arrêt (éteint)

La commande des systèmes automatisés avec la logique programmée, nécessite en plus d'une mise sous tension de l'outil informatique, une mise du programme en mode « RUN ».

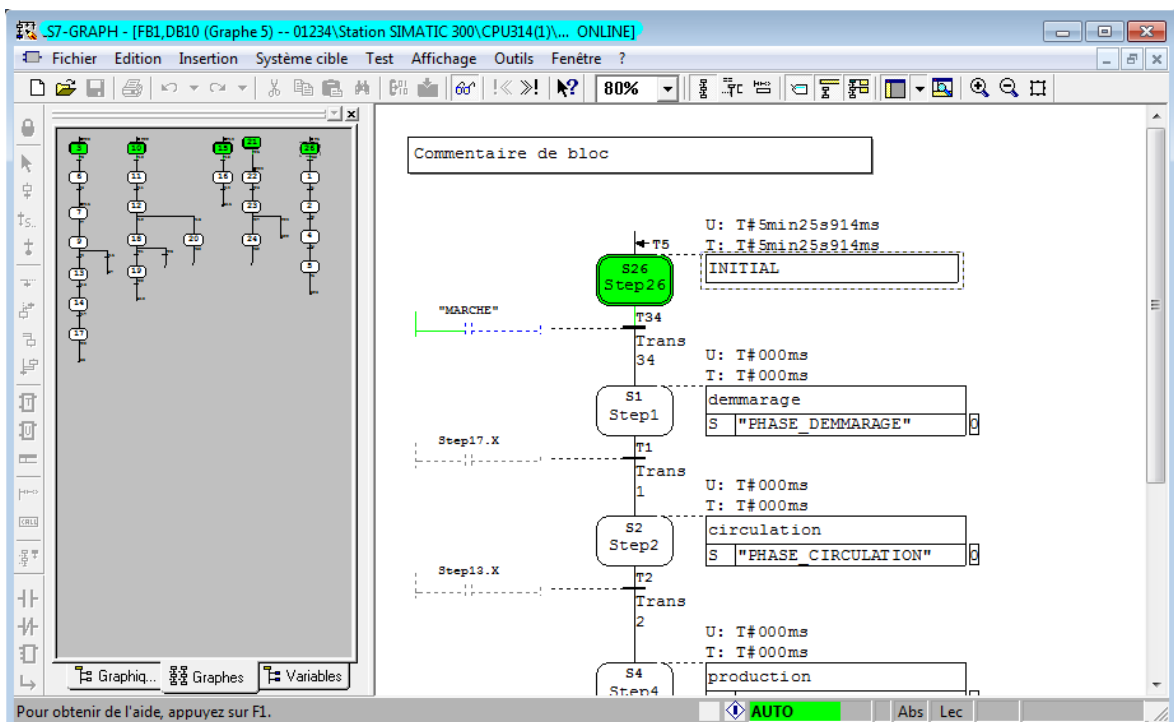


Figure (III.14) : Vue du grafcet en mode RUN

La mise en marche du processus est effectuée sur ordre du superviseur.

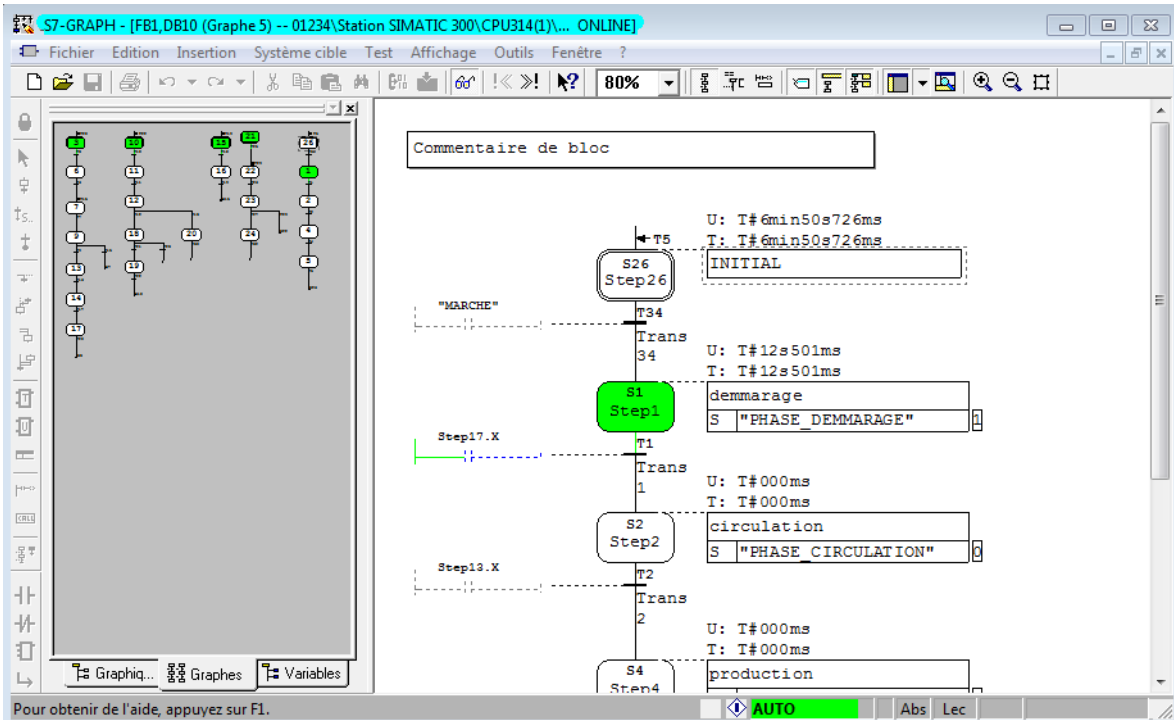


Figure (III.15) : Vue du grafcet en Phase 1 « démarrage »

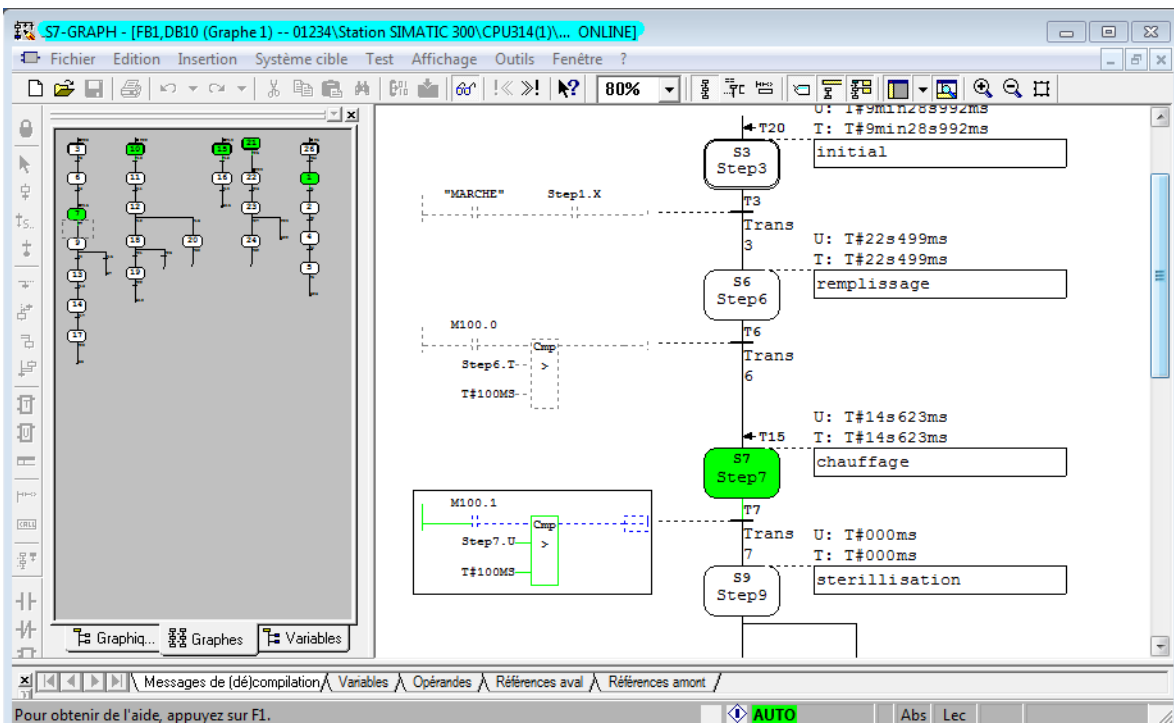


Figure (III.16) : Vue du grafcet en Phase 1 « chauffage »

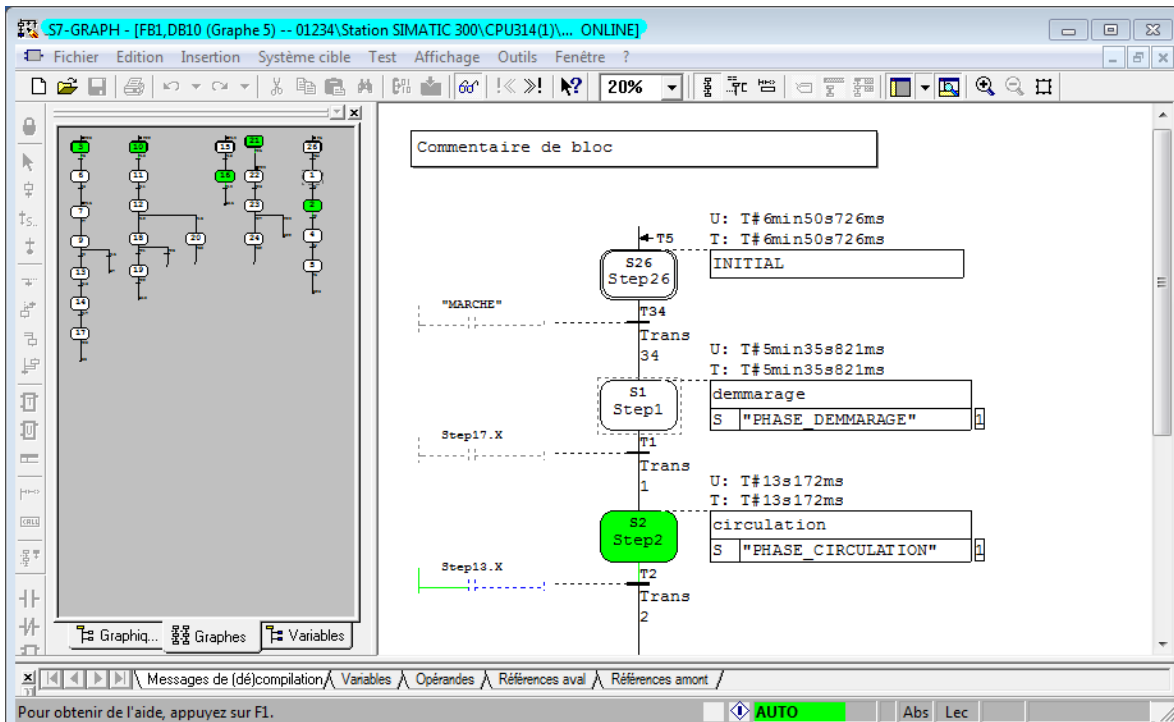


Figure (III.17) : Vue du grafcet en Phase 2 « circulation »

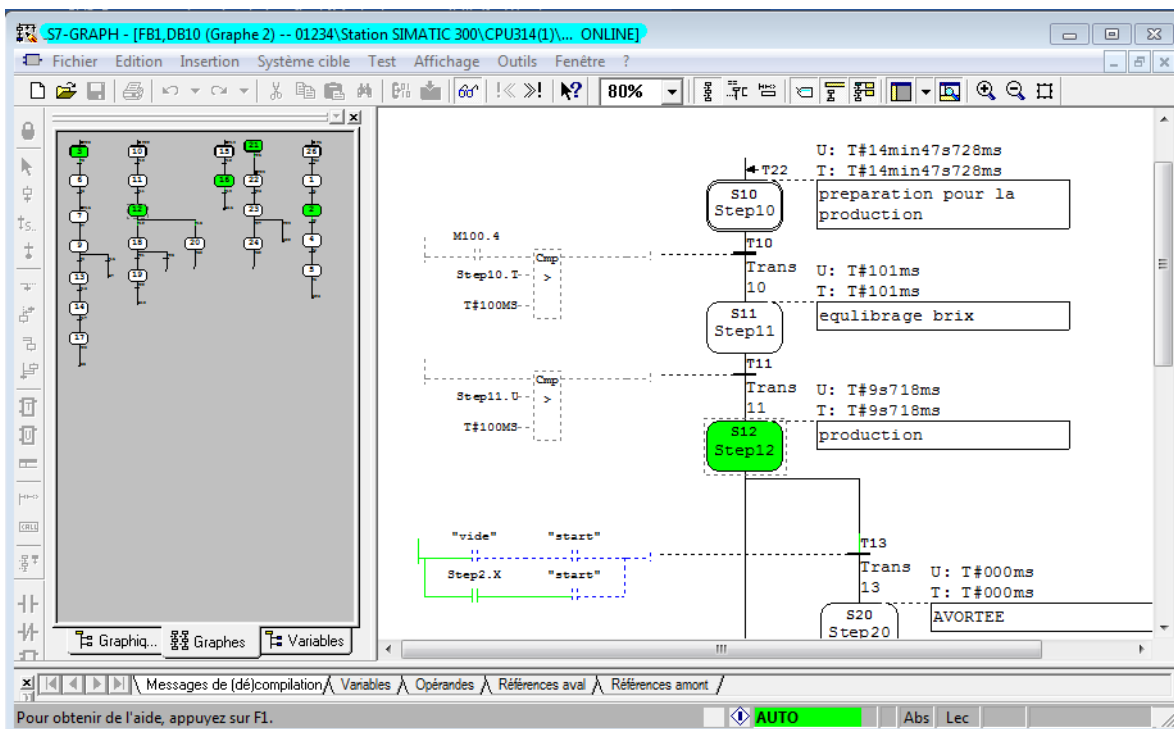


Figure (III.18) : Vue du grafcet en Phase 3 « production »

Pour ce faire, on insert des fenêtres de commande tout en les adressant afin de manipuler directement les variables désirées, par exemple, pour la mise en marche du système, l'entrée bit 'E124.0' doit se mettre à 1, on insert une fenêtre de commande de

type entrée, on saisit l'adresse EB 124 dans son champ d'adresse, les bits de l'octet E124 s'affichent, enfin il reste à cocher le bit 0 pour le mettre à 1 et mettre le système en marche.

De cette façon, on déroule le grafcet en activant ses transitions afin de poursuivre l'enchaînement des étapes du processus.

### III.6. Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons présenté le logiciel d'ingénierie STEP7, un outil pertinent quant à la programmation des API SIEMENS ainsi que les étapes de création de projets. Nous avons aussi expliqué comment tester le programme avec le PLC-SIM afin de s'assurer du bon déroulement du programme conçu dans STEP7.

# **Supervisions et interprétation des résultats**

## CHAPITRE IV :

### Supervision et Interprétation des résultats

#### IV.1. Introduction

Surveiller, avoir une vue d'ensemble, contrôler un processus de fabrication sont des outils fondamentaux pour l'optimisation et le bon fonctionnement d'une chaîne de fabrication.

Dans ce chapitre, nous allons définir la supervision industrielle et ses applications.

#### IV.2. Supervision industrielle

##### IV.2.1. Définition [1]

La supervision industrielle permet de suivre en temps réel une installation ou une machine industrielle. Elle permet d'avoir un affichage dynamique du processus avec les différentes alarmes, les défauts et les événements survenant pendant l'exploitation de la machine. De nos jours, de nouveaux procédés de supervision commencent à voir le jour se basant sur les architectures de systèmes distribués permettant la surveillance ou le monitoring à distance.

Ces logiciels de supervision intègrent la plupart du temps des systèmes d'historisation des données et d'événements permettant par exemple leur exportation sous format Excel ou CSV. Cela permet d'optimiser la production en déterminant les besoins en termes de matières premières et la planification des opérations de maintenance. La supervision est donc pratiquement indispensable sur des installations automatisées complexes. Les systèmes de supervision peuvent aussi inclure des systèmes d'alertes qui permettent d'envoyer un SMS ou d'avertir l'opérateur en cas de problème sur la chaîne de production.

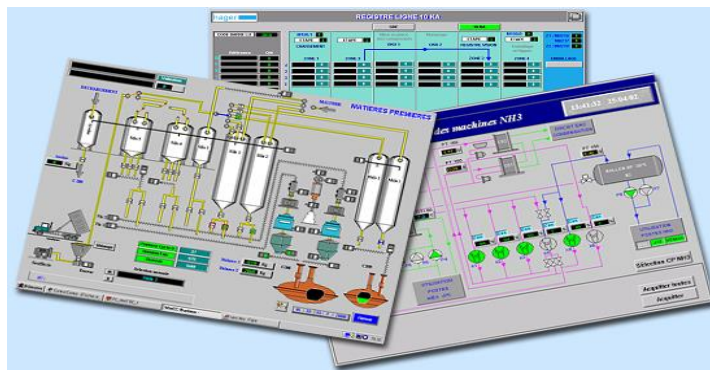


Figure (IV.1) : Système de supervisions

## IV.2.2. Systèmes de supervision SCADA

### IV.2.2.1. Définition [2]

Un système de supervision SCADA est un système de contrôle/commande permettant de superviser et de prendre en main un système industriel complet à distance. Avec un système de supervision SCADA, on peut donc simuler un système physique en temps réel via des PC de contrôle ou des panels de supervision industriels.

Les logiciels de SCADA sont des composants essentiels aux systèmes SCADA. Ils permettent via des infrastructures réseaux et des protocoles définis de collecter des informations des capteurs et de les afficher sous formes d'interfaces graphiques.

On retrouve les systèmes SCADA dans presque tous les industries de process que ce soit les industries pétrolières, les industries de production d'eau potable, le traitement d'eaux usées, les cimenteries, les usines de production agroalimentaire etc...

Un système SCADA typique est constitué d'émetteurs, de RTU (remote terminal unit), de protocoles de communication pour la communication entre les émetteurs et les serveurs RTU, de serveur de données pour l'archivage des données permettant d'alimenter les IHM (interfaces homme-machines).

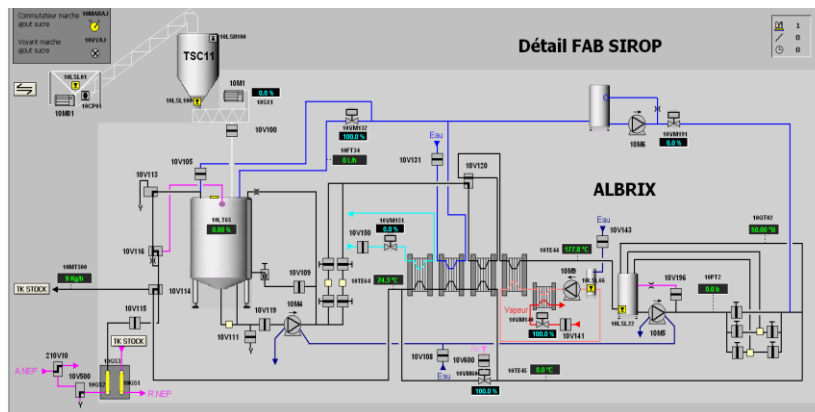


Figure (IV.2) : Panel de supervision SCADA

### IV.2.2.2. Historique [2]

Les premiers systèmes SCADA sont apparus dans les années 1960. Pour la première fois il devenait possible d'actionner une commande de terrain (une vanne par exemple) depuis un centre de contrôle à distance, plutôt que par une intervention manuelle sur site. Aujourd'hui, les systèmes SCADA ont intégré de nombreuses avancées technologiques

(réseaux, électronique, informatique...) et sont devenus omniprésents sur les installations à caractère industriel. De ce fait, leur fiabilité et leur protection sont également devenues des enjeux importants.[3]

#### IV.2.2.3. Composants [4]

Un système SCADA comporte des contrôleurs, des réseaux et communications, une base de données, un logiciel de gestion d'entrées-sorties et une interface homme-machine. Les informations de terrain du système SCADA sont rassemblées sur une unité centrale. Celle-ci permet à l'opérateur de commander tout ou une partie des actionneurs d'une installation souvent très étendue (usine, réseau de distribution...). Le contrôle sur le terrain est réalisé par des instruments automatiques de mesure et commande dits « terminaux distants (en) » (abrégiés RTU de l'anglais Remote Terminal Units) ou par des automates programmables industriels (API ou PLC, de l'anglais Programmable Logic Controller).

Un système SCADA, utilisé comme un outil de sécurité de consignation d'appareil électrique, est généralement composé des sous-systèmes suivants :

- Une interface homme-machine qui présente les données à un opérateur humain et qui lui permet de superviser et commander les process,
- Un système de supervision et de contrôle informatique, faisant l'acquisition des données des processus et envoyant des commandes (consignes) aux processus.
- Une unité terminale distante (RTU) reliant les capteurs convertissant les signaux en flux de données numériques et envoyant les données numériques au système de supervision,
- Des automates programmables industriels utilisés sur le terrain pour leur versatilité et flexibilité due à leur capacité d'être configurables,
- Une infrastructure de communication reliant le système de supervision et contrôle aux éléments terminaux.
- Divers instruments d'analyse.

##### IV.2.2.3.1. Interface homme-machine [5]

C'est un dispositif d'entrée-sortie qui présente les données de processus à contrôler par un opérateur humain. Il est utilisé en liaison avec les logiciels et les bases de données du système SCADA pour fournir les informations de gestion, y compris les procédures de



maintenance planifiées, les schémas détaillés, les informations logistiques, les tendances et les données de diagnostic pour un capteur ou une machine spécifique. Les systèmes IHM permettent au personnel d'exploitation de visualiser graphiquement les informations.



**Figure (IV.3) :** Interface Homme-Machine

#### IV.2.2.3.2. Système de supervision et contrôle informatique [5]

Le système de supervision est utilisé comme serveur pour la communication entre les équipements du système SCADA tels que les RTU, les PLC et les capteurs, etc., et le logiciel IHM utilisé dans les postes de travail de la salle de contrôle.

La station maîtresse ou la station de supervision comprend un PC unique dans les systèmes SCADA plus petits et dans le cas de systèmes SCADA plus importants, le système de supervision comprend des applications logicielles distribuées, des sites de reprise après sinistre et plusieurs serveurs. Ces serveurs multiples sont configurés dans une formation de secours ou à double redondance, qui contrôle et surveille en permanence en cas de défaillance d'un serveur pour augmenter l'intégrité du système.



**Figure (IV.4) :** Système de supervision et contrôle informatique

#### IV.2.2.3.3. Unité terminale distante (RTU) [5]

Les objets physiques dans les systèmes SCADA sont interfacés avec les dispositifs électroniques commandés par microprocesseur appelés unités terminales distantes (RTU). Ces unités sont utilisées pour transmettre des données de télémétrie au système de supervision et recevoir les messages du système maître pour commander les objets connectés.

Par conséquent, ceux-ci sont également appelés unités de télémétrie à distance.



Figure(IV.5) : Unités terminales distantes R T U

#### IV.2.2.3.4. Automates programmables industriels [5]

Dans les systèmes SCADA, les API sont connectés aux capteurs pour collecter les signaux de sortie du capteur afin de convertir les signaux du capteur en données numériques. Les PLC sont utilisés à la place des RTU en raison des avantages des PLC tels que la flexibilité, la configuration, la polyvalence et l'accessibilité par rapport aux RTU.



Figure (IV.6) : Automate Programmable Industriel

#### IV.2.2.3.5. Infrastructure de communication [6]

Les conceptions de protocole dans SCADA sont compactes et sont conçues de manière à envoyer des informations à la station maîtresse uniquement dans le cas où l'unité RTU est interrogée pour information par la station maîtresse. Modbus, RP570 et Conitel sont les protocoles de communication SCADA traditionnels propres aux fournisseurs. Les protocoles de communication standard incluent IEC61850, DNP3, Profibus et IEC60870-5-101 ou 104.

Bien que pour la sûreté et la sécurité du système SCADA, il est conseillé de ne pas le connecter à Internet et de l'exposer à des risques, Ethernet TCP / IP a trouvé son chemin dans l'automatisation industrielle.

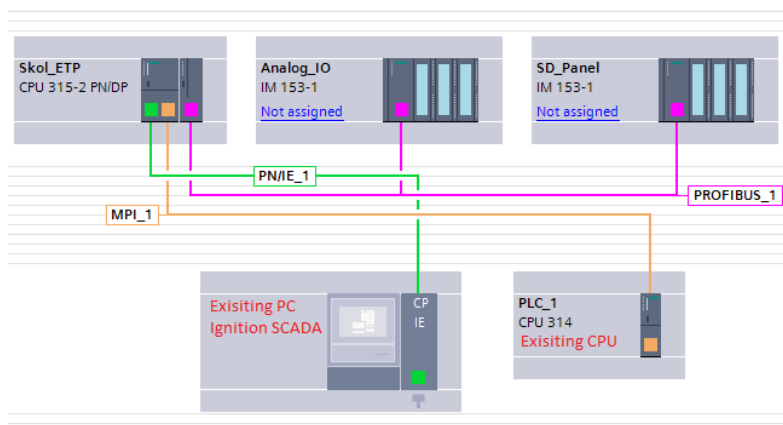


Figure (IV.7) : Communication dans SCADA

#### IV.2.2.4. Supervision de l'unité Sidel d'Ifruit [6]

Le suivi du processus de production des jus IFRUIT se fait à partir d'une salle de supervision (ou de conduite) où les écrans sont reliés au serveur « trace in sql », un serveur faisant l'acquisition des données du processus, qui sont transmises par l'automate superviseur s7 400, ainsi que par tous les automates de ligne de fabrication.

Les interfaces homme machines, variateurs de fréquences, modules déportés d'entrées sorties des différents modules et autres sont reliés avec le S7 400 avec une liaison PROFIBUS PN/DP.

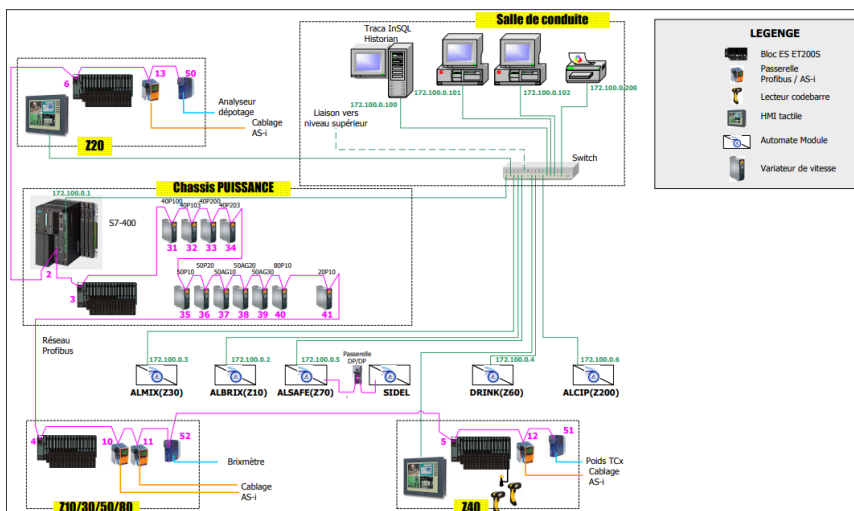


Figure (IV.8) : Architecture de supervision d'IFRUIT

### IV.3. Winccflexible2008 [6]

Dans ce qui suit, nous allons faire la simulation de l'Albrix c avec WinCC flexible 2008.

#### IV.3.1. Définition

SIMATIC WinCC flexible est le fruit d'un perfectionnement systématique des logiciels d'interface homme-machine.

Win cc flexible est un logiciel compatible avec l'environnement STEP 7 et propose pour la configuration de divers pupitres operators, une famille de systèmes d'ingénierie évolutifs adapté aux tâches de configuration.

Créer l'interface graphique et les variables, c'est pouvoir lire les valeurs du processus via l'automate, les afficher pour que l'opérateur puisse les interpréter et ajuster, éventuellement, le processus toujours via l'automate.

#### IV.3.1.1 Fonctionnalité [6]

Le WinCC flexible offre, pour les applications au niveau machine (couvert jusqu'à présent par la famille ProTool), un considérable gain d'efficacité dans la configuration ainsi que des concepts d'automatisation innovateurs.

Dans les secteurs proches du processus, de la construction d'installations et de machines ainsi que de la construction de machines de série, SIMATIC WinCC flexible 2005 SP1 permet en outre :

- D'améliorer la productivité (efficacité de la configuration) lors de la création de projets IHM
- De réaliser des concepts d'IHM et d'automatisation innovants dans le cadre de réseaux TCP/IP et du Web
- D'accroître la disponibilité des machines et installations par de nouveaux concepts de maintenance
- D'accéder facilement, en toute sécurité aux données de process à partir de n'importe quel endroit du globe

#### IV.3.1.2. Caractéristiques techniques [6]

- Intégration dans les automates programmables
- Manipulation du projet
- Editeurs de tableau
- Gestion de données orientée objet avec possibilités d'édition et de recherche confortables
- Bibliothèques d'objets de configuration prédéfinis ou confectionnés par l'utilisateur
- Prise en charge linguistique
- Visual Basic Script Support
- Runtime
- Test et assistance à la mise en service
- Communication ouverte entre systèmes HMI et systèmes de niveau supérieur

#### IV.3.1.3 Avantages [6]

- La cohérence du logiciel de configuration assure une réduction des coûts de formation, de maintenance et d'entretien tout en étant une garantie d'évolutivité du produit
- Minimisation des coûts d'ingénierie grâce au TIA (Totally Integrated Automation)
- Outils intelligents pour une configuration simple et efficace.
- Prise en charge exhaustive de configurations multilingues pour une mise en œuvre globale
- Rapport performances/prix optimisé grâce à des fonctionnalités système personnalisables

- Fonctionnalité de runtime flexible grâce à des scripts Visual Basic
- Des concepts de maintenance innovateurs avec commande à distance.
- Prise en charge de solutions d'automatisation distribuées simples sur la base de réseaux TCP/IP au niveau machine.

IV.3.1.4. Eléments du WinCC flexible 2008 [6]

Les différents outils et barres de l'éditeur de vues sont représentés dans la figure suivante :

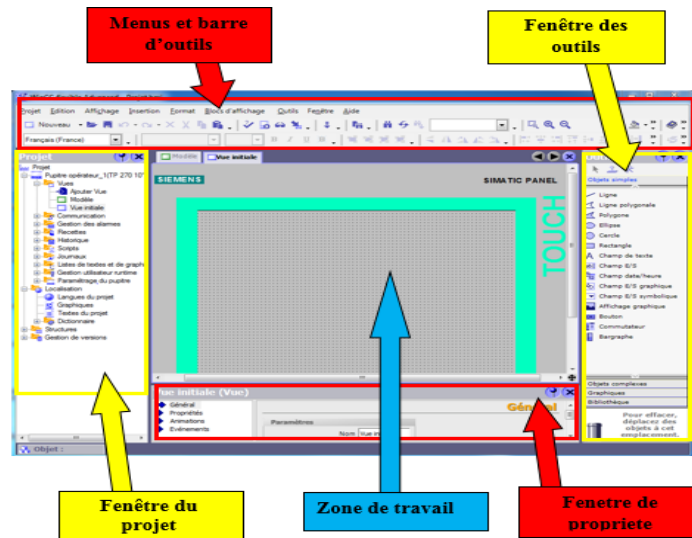


Figure (IV.9) : Eléments du WinCC Flexible

IV.3.1.5 Menus et barres d'outils [6]

Les menus et barres d'outils donnent accès à toutes les fonctions disponibles sous WinCC flexible.

Tableau (IV.1) : Les menus et les options de menus disponibles dépendent de l'éditeur utilisé.

| Menu      | Descriptif technique   |
|-----------|--|
| Projet    | Contient des commandes de gestion de projets.  |
| Edition   | Contient des commandes servant à utiliser le presse-papiers ainsi que des fonctions de recherche.  |
| Affichage | Contient des commandes permettant d'ouvrir et de fermer des éléments ainsi que des paramètres des fonctions zoom et plans. Un élément fermé peut être rouvert via le menu "Affichage". |

|                   |  |
|-------------------|--|
| Insertion         | Contient des commandes pour l'insertion de nouveaux objets.  |
| Format            | Contient des commandes servant à disposer et à formater des objets de vue.   |
| Blocs d'affichage | Contient des commandes servant à créer et éditer des blocs d'affichage.  |
| Outils            | Contient, entre autres, des commandes servant à changer de langue d'interface et à configurer les paramètres de base de Win CC flexible. |
| Script            | Contient des commandes permettant de synchroniser et de vérifier la syntaxe de scripts.  |
| Fenêtre           | Contient des commandes de gestion de plusieurs vues de la zone de travail, permettant p. ex. de changer de vue.                          |
| Aide              | Contient des commandes d'accès aux fonctions d'aide.   |

### IV.3.1.5 Zone de travail [6]

La zone de travail sert à éditer les objets du projet. Tous les éléments de WinCC flexible sont disposés autour de la zone de travail. A l'exception de la zone de travail, vous pouvez disposer et configurer, déplacer ou masquer p. ex. tous les éléments comme bon vous semble.

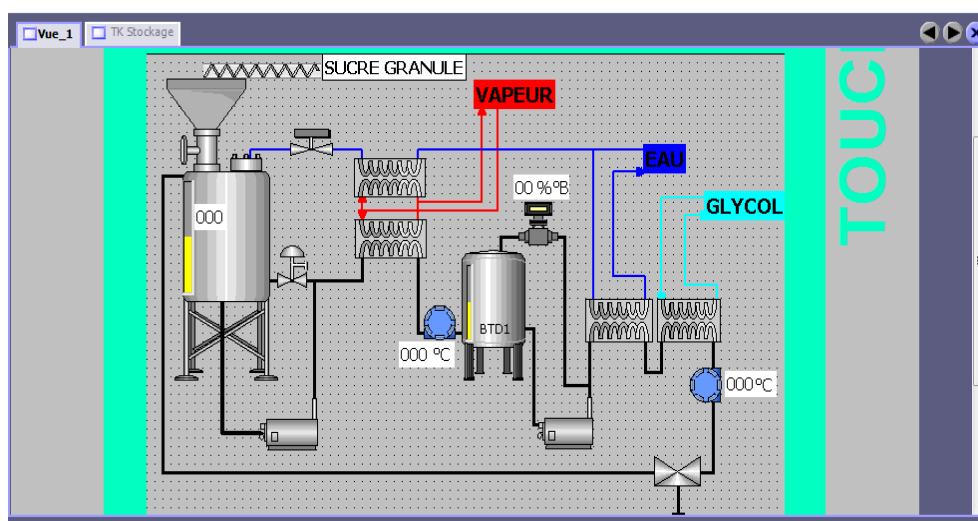


Figure (IV.10) : Zone de travaille de notre projet

Chaque éditeur ouvert est représenté dans la zone de travail dans un onglet particulier. Dans le cas d'éditeurs graphiques, chaque élément est représenté dans un onglet distinct. Si plusieurs éditeurs sont ouverts simultanément, un seul onglet est actif. 20 éditeurs au maximum peuvent être ouverts simultanément.

#### IV.3.1.6 Fenêtre de projet [6]

Tous les éléments et tous les éditeurs disponibles d'un projet sont affichés sous forme d'arborescence dans la fenêtre du projet et peuvent être ouverts à partir de cette fenêtre. Sous chaque éditeur se trouvent les dossiers, dans lesquels un stockage structuré des objets est possible. Depuis la fenêtre de projet, se trouve un accès pour accéder aux paramètres du pupitre, à la localisation et à la gestion de versions.

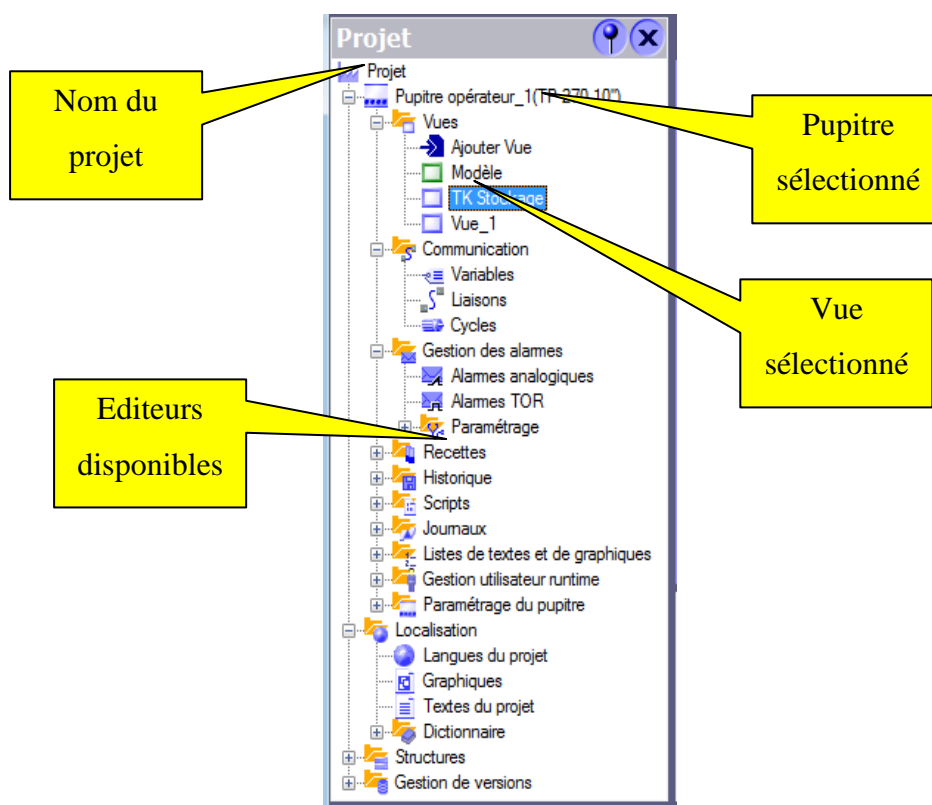


Figure (IV.11) : Fenêtre de projet

La fenêtre de projet affiche la structure hiérarchique du projet :

- Projet
- Pupitres opérateurs
- Dossier
- Objets



### IV.3.2. Programmation sous WinCC

#### IV.3.2.1 Création du projet [6]

Après la création du projet dans WinCC en sélectionnant « **créer un projet vide** », la sélection du pupitre operateur apparait, nous avons opté pour le panel **TP 270 10''**, en validant, le pupitre est chargé dans la zone de travail, la représentation de l'Albrix c, avec les graphiques du logiciel, est maintenant possible.

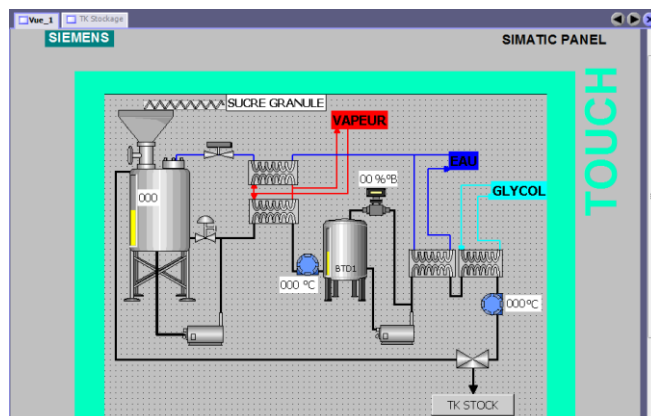


Figure (IV.12) : Vue principale de notre projet

#### IV.3.2.2 Intégration dans STEP 7 [6]

Après la création du projet, l'intégration dans le projet STEP7 est primordiale afin de relier les variables du processus au programme conçu sur l'API.

#### IV.3.2.3 Communication [6]

La communication de l'hmi avec l'api est configurée dans la fenêtre du projet « communication » puis « liaison ». Toutes les informations du pupitre, de l'API, et du réseau relatif à la communication, sont affichées.

#### IV.3.2.3 Assignation des variables [6]

A présent, les entrées et sorties sont assignées, chaque variable est configurée comme entrée ou sortie, et affectée à une mnémonique.

### IV.3.3. Simulation avec WinCC [6]

Avant de commencer la simulation, il faut s'assurer que le programme STEP7 est chargé dans la CPU, et que le PLCSIM est lancé.

Dans la barre des menus, on sélectionne « **Démarrer le system runtime** » pour visualiser, dans le pupitre, la progression du processus simulé par le Plc-Sim.

## IV. 4. Résultats [6]

Dans la vue principale suivante, on voit le système à l'arrêt, et dès que l'on lance le processus, l'évolution des étapes se fait séquentiellement.

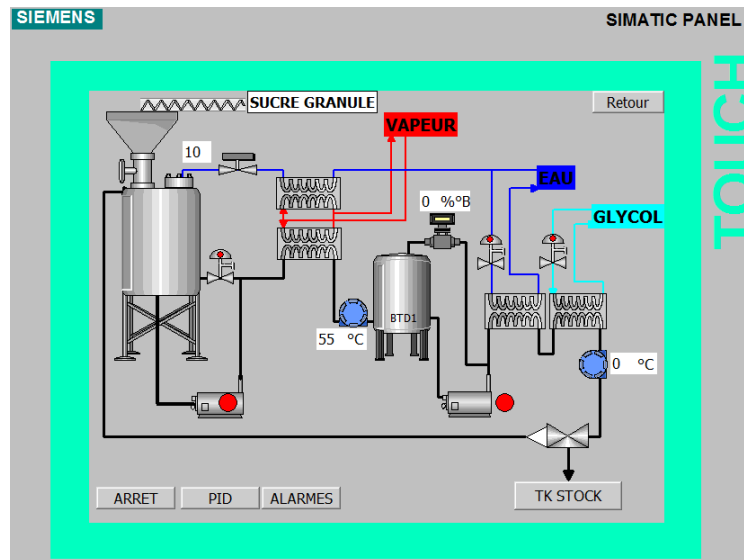


Figure (IV.13) : Vue de Albrix C à l'arrêt

Du démarrage à la fin de production, on peut visualiser et surveiller le processus à partir du pupitre, par exemple modifier une consigne, consulter la liste des alarmes pour vérifier s'il n'y a pas d'anomalies.

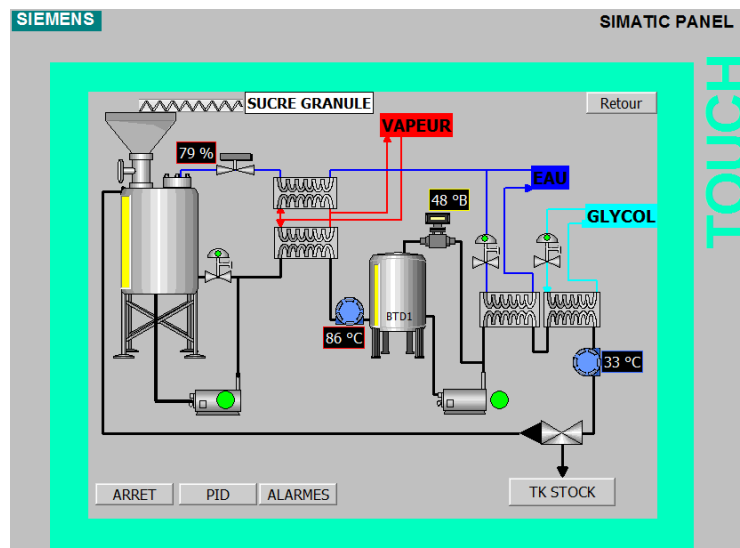


Figure (IV.14) : Vue d'Albrix C en marche, phase circulation

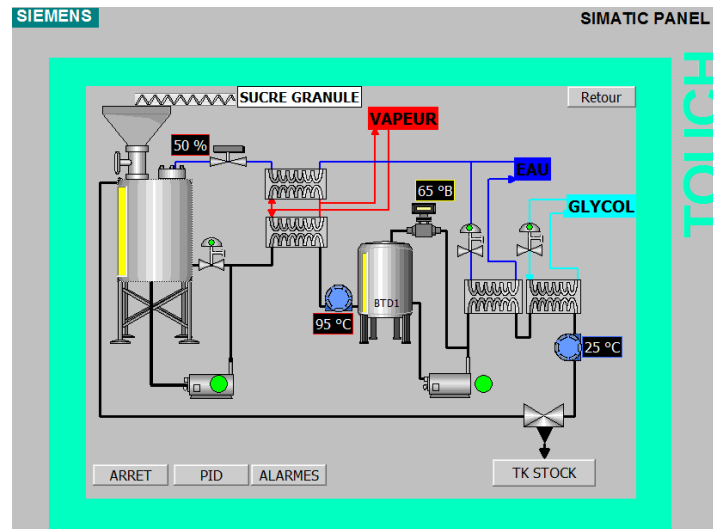


Figure (IV.15) : Vue d'Albrix C en marche, phase production

## IV.5. Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons abordé la notion de supervision industrielle, un outil pertinent quant à la surveillance et au suivi des processus industriels, son architecture et ses composants nous permettent de mieux appréhender le system auquel on en a à faire.

Grace au WinCC flexible, on peut visualiser le déroulement des actions dans la fabrication à travers l'ihm, ainsi que modifier les consignes des différentes régulations, de ce fait, on conclut que les interfaces homme machine jouent un grand rôle dans la supervision.

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale

Au cours de ce travail, nous avons décrit l'étude de fonctionnement des automatismes et de la conduite du poste alimentation en sucre « ALBRIX ». La deuxième étape est l'élaboration du programme et son implémentation dans S7-314 IFM et l'affectation d'un panel opérateur pour le contrôle.

L'installation du nouvel automate S7-314 IFM, va permettre de résoudre les problèmes de différentes pannes, de sauvegarde du programme.

La mise en place d'un pupitre opérateur va permettre un meilleur contrôle de la machine, et un bon diagnostic d'éventuelles anomalies. La suppression de l'armoire entraîne la suppression du câblage encombrant occupé par les différents composants d'appareillage électrique.

L'étude détaillée de la machine nous a permis de toucher à plusieurs disciplines que ce soit de l'informatique, la mécanique, l'instrumentation et la pneumatique.

En étudiant les composants de la machine et de la partie opérative, nous avons pu saisir leurs principes de fonctionnement ainsi que leurs rôles.

Enfin la période de stage pratique, nous a permis de nous bien forger et de faire une corrélation entre la théorie et la pratique et de compléter les connaissances acquises avec la réalité du terrain dont lequel nous sommes appelés à vivre et découvrir le monde de travail.

- [1] : Catalogue et documentation technique de construction d'IFRI, Doc. No. 1225014-0401. 2009/2010, Référence T5842730024.
- [2] : <http://www.tetrapak.com> « Avantages de Tetra ALBIX », consulter le 15/05/2018
- [3] : Documentation technique interne de construction d'IFRI, maintenance et pièces de rechange, Doc. No. 1220909-0401. 2009/2010, Référence T5842730024.
- [4] : E.BAJIC et B.BOUARD « Réseau PROFIBUS », techniques de l'ingénieur, VOL.S8190.
- [5] : <https://www.automation-sense.com/blog/supervision-industrielle.html>
- [6] : <https://www.automation-sense.com/blog/automatisme/les-systemes-de-supervision-scada.html>
- [7] : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me\\_d%27acquisition\\_et\\_de\\_contr%C3%B4le\\_de\\_donn%C3%A9es\\_\(SCADA\)#Historique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me_d%27acquisition_et_de_contr%C3%B4le_de_donn%C3%A9es_(SCADA)#Historique)
- [8] : <http://www.edgefxkits.com/blog/scada-system-architecture-types-applications/>
- [9] : <http://www.scadaworld.net/communication-infrastructure.html>
- [10]: [https://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me\\_d%27acquisition\\_et\\_de\\_contr%C3%B4le\\_de\\_donn%C3%A9es\\_\(SCADA\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me_d%27acquisition_et_de_contr%C3%B4le_de_donn%C3%A9es_(SCADA))

Organisation block OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

Reseau1 :

CALL "Mise a L'echelle"

NOP 0

Reseau 2 :

U "INIT\_SQ"

= L 20.1

BLD 103

CALL FB 1, DB10

OFF\_SQ :=

INIT\_SQ :=L20.1

ACK\_EF :=

S\_PREV :=

S\_NEXT :=

SW\_AUTO :=

SW\_TAP :=

SW\_MAN :=

S\_SEL :=

S\_ON :=

S\_OFF :=

T\_PUSH :=

S\_NO :=

S\_MORE :=

S\_ACTIVE:=

ERR\_FLT :=

AUTO\_ON :=

TAP\_ON :=

MAN\_ON :=

NOP 0

Reseau 3 :

U "arret"

R "MARCHE\_ARRET"

U "MARCHE"

S "MARCHE\_ARRET"

U "MARCHE\_ARRET"

= "MARCHE\_ARRET"

Reseau 4

U "MARCHE"

S M 12.2

U "arret"

R M 12.2

U M 12.2

= "voyant\_marche\_arret"

Reseau 5

L "LT65"

L "LT65\_H"

>R

= M 100.0

Reseau 6

U(

L "TE44"

L "TE44\_M1"

>R

)

U(

L "TE45"

L "TE45\_M1"

>R

```

)
U(
L "TE64"
L "TE65_H"
>R
)
= M 100.1
Réseau 7
L "TE64"
L "TE64_M2"
<R
= M 100.2
Organisation Block OB35 : "Cyclic
Interrupt"
Réseau 1 : FB41 CONT_C
U "DB de FB41".cmprst
= L 20.0
BLD 103
U "DB de FB41".manon
= L 20.1
BLD 103
U "DB de FB41".pvperon
= L 20.2
BLD 103
U "DB de FB41".psel
= L 20.3
BLD 103
U "DB de FB41".isel
= L 20.4
BLD 103
U "DB de FB41".dsel
= L 20.7
BLD 103
CALL "CONT_C" , DB2
COM_RST :=L20.0
MAN_ON :=L20.1
PVPER_ON:=L20.2
P_SEL :=L20.3
I_SEL :=L20.4
INT_HOLD:=
I_ITL_ON:=
D_SEL :=L20.7
CYCLE :=T#2MS
SP_INT := "DB de FB41".SP
PV_IN := "DB de FB41".entree
PV_PER :=PEW288
MAN := "DB de FB41".MAN
GAIN := "DB de FB41".GAIN
TI := "DB de FB41".Ti
TD := "DB de FB41".Td
TM_LAG :=
DEADB_W :=
LMN_HLM :=1.000000e+002
LMN_LLM :=0.000000e+000
PV_FAC :=
PV_OFF :=
LMN_FAC :=
LMN_OFF :=
I_ITLVAL:=

```



|                            |                                |
|----------------------------|--------------------------------|
| DISV :=                    | BLD 103                        |
| LMN := "DB de FB41".sortie | CALL "CONT_C" , DB6            |
| LMN_PER := PAW288          | COM_RST := L20.0               |
| QLMN_HLM :=                | MAN_ON := L20.1                |
| QLMN_LLM :=                | PVPER_ON := L20.2              |
| LMN_P :=                   | P_SEL := L20.3                 |
| LMN_I :=                   | I_SEL := L20.4                 |
| LMN_D :=                   | INT_HOLD :=                    |
| PV :=                      | I_ITL_ON :=                    |
| ER :=                      | D_SEL := L20.7                 |
| NOP 0                      | CYCLE := T#2S                  |
| Reseau 2 : FB41 CONT_C     | SP_INT := "DB5 de FB41".SP     |
| U "DB5 de FB41".cmprst     | PV_IN := "DB5 de FB41".entree2 |
| = L 20.0                   | PV_PER := PEW265               |
| BLD 103                    | MAN := "DB5 de FB41".MAN       |
| U "DB5 de FB41".manon      | GAIN := "DB5 de FB41".GAIN     |
| = L 20.1                   | TI := "DB5 de FB41".Ti         |
| BLD 103                    | TD := "DB5 de FB41".Td         |
| U "DB5 de FB41".pvperon    | TM_LAG :=                      |
| = L 20.2                   | DEADB_W :=                     |
| BLD 103                    | LMN_HLM := 1.000000e+002       |
| U "DB5 de FB41".psel       | LMN_LLM := 0.000000e+000       |
| = L 20.3                   | PV_FAC :=                      |
| BLD 103                    | PV_OFF :=                      |
| U "DB5 de FB41".isel       | LMN_FAC :=                     |
| = L 20.4                   | LMN_OFF :=                     |
| BLD 103                    | I_ITLVAL :=                    |
| U "DB5 de FB41".dsel       | DISV :=                        |
| = L 20.7                   | LMN := "DB5 de FB41".sortie2   |

---

|                         |                               |
|-------------------------|-------------------------------|
| LMN_PER :=PAW265        | COM_RST :=L20.0               |
| QLMN_HLM:=              | MAN_ON :=L20.1                |
| QLMN_LLM:=              | PVPER_ON:=L20.2               |
| LMN_P :=                | P_SEL :=L20.3                 |
| LMN_I :=                | I_SEL :=L20.4                 |
| LMN_D :=                | INT_HOLD:=                    |
| PV :=                   | I_ITL_ON:=                    |
| ER :=                   | D_SEL :=L20.7                 |
| NOP 0                   | CYCLE :=T#2MS                 |
| Réseau 3 FB41 CONT_C    | SP_INT :="DB3 de FB41".SP     |
| U "DB3 de FB41".cmprst  | PV_IN :="DB3 de FB41".entree1 |
| = L 20.0                | PV_PER :=PEW256               |
| BLD 103                 | MAN :="DB3 de FB41".MAN       |
| U "DB3 de FB41".manon   | GAIN :="DB3 de FB41".GAIN     |
| = L 20.1                | TI :="DB3 de FB41".Ti         |
| BLD 103                 | TD :="DB3 de FB41".Td         |
| U "DB3 de FB41".pvperon | TM_LAG :=                     |
| = L 20.2                | DEADB_W :=                    |
| BLD 103                 | LMN_HLM :=1.000000e+002       |
| U "DB3 de FB41".psel    | LMN_LLM :=0.000000e+000       |
| = L 20.3                | PV_FAC :=                     |
| BLD 103                 | PV_OFF :=                     |
| U "DB3 de FB41".isel    | LMN_FAC :=                    |
| = L 20.4                | LMN_OFF :=                    |
| BLD 103                 | I_ITLVAL:=                    |
| U "DB3 de FB41".dsel    | DISV :=                       |
| = L 20.7                | LMN :="DB3 de FB41".sortie1   |
| BLD 103                 | LMN_PER :=PAW256              |
| CALL "CONT_C" , DB4     | QLMN_HLM:=                    |

---

```

QLMN_LLM:=
LMN_P :=
LMN_I :=
LMN_D :=
PV :=
ER :=
NOP 0

```

```

HI_LIM :=1.000000e+002
LO_LIM :=0.000000e+000
BIPOLAR:=L0.0
RET_VAL:=MW91
OUT := "DB5 de FB41".entree2
NOP 0
Réseau 3 : FC106 « UNSCALE »

```

Function Block FC1:

Réseau 1: FC105 «SCALE»

```

U M 2.0
= L 0.0
BLD 103
CALL "SCALE"
IN :=PEW288
HI_LIM :=1.000000e+002
LO_LIM :=0.000000e+000
BIPOLAR:=L0.0
RET_VAL:=MW90
OUT := "DB de FB41".entree
NOP 0

```

Réseau 2 : FC 105 «SCALE »

```

U M 6.0
= L 0.0
BLD 103
CALL "SCALE"
IN :=PEW265

```

```

U M 5.0
= L 0.0
BLD 103
CALL "UNSCALE"
IN := "DB5 de FB41".sortie2
HI_LIM :=1.000000e+002
LO_LIM :=0.000000e+000
BIPOLAR:=L0.0
RET_VAL:=MW70
OUT :=PAW265
NOP 0

```

Réseau 4 : FC106 « UNSCALE »

```

U M 1.0
= L 0.0
BLD 103
CALL "UNSCALE"
IN := "DB de FB41".sortie
HI_LIM :=1.000000e+002
LO_LIM :=0.000000e+000
BIPOLAR:=L0.0
RET_VAL:=MW8
OUT :=PAW288

```

NOP 0

Reseau 5 : FC105 « SCALE »

U M 3.0

= L 0.0

BLD 103

CALL "SCALE"

IN :=PEW256

HI\_LIM :=1.000000e+002

LO\_LIM :=0.000000e+000

BIPOLAR:=L0.0

RET\_VAL:=MW10

OUT :="DB3 de FB41".entree1

NOP 0

Réseau 6 : FC106 « UNSCALE »

U M 10.0

= L 0.0

BLD 103

CALL "UNSCALE"

IN :="DB3 de FB41".sortie1

HI\_LIM :=1.000000e+002

LO\_LIM :=0.000000e+000

BIPOLAR:=L0.0

RET\_VAL:=MW80

OUT :=PAW256

NOP 0

---